



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

33  
IEJ

FACULTAD DE INGENIERIA

*SISTEMAS DE COMPUTO EN LA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL*

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN COMPUTACION  
**HANCEL DIAZ SOTO**

FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS:  
ING. ELOISA DAVALOS PAZ

CO-DIRECTOR:  
ING. CARLOS SANCHEZ MEJIA Y  
VALENZUELA



MEXICO

1995

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradezco a

Papá y mamá, por enseñarme día a día que el hombre es rico por lo que tiene dentro, pues lo de fuera no lo recuerda el corazón ni lo acompaña en la eternidad.

Que la felicidad no se busca, se tiene dentro y crece cuando se comparte.

Que decir y hacer son uno mismo.

Que se es invencible cuando reconoce sus debilidades.

Por ser ejemplo de alegría, honestidad abnegación y entrega total. Hoy con este trabajo y lo que ello implica, les doy las gracias.

Mis hermanos, Damayanti y Edgard, estoicos mártires que me han sabido soportar, los quiero.

Familiares, maestros y amigos que han influido en esto que soy.

Eloisa, de quien mucho aprendí (tenacidad, perseverancia y gratitud), por confiar y brindarme su apoyo en la realización de este trabajo.

Carlos, verdadero cruzado de la enseñanza, por adoptarme en sus huestes y darme esta espada que hoy desenvaino en proclama y defensa de nuestros ideales.

A los presentes, y a los ausentes que aún llevamos en el corazón

Hancel

GRACIAS

**Mamá:**

***Con profundo sentimiento de respeto y cariño por que siempre has estado a mi lado y sin faltar a tu consejo siempre me permites tomar mis propias decisiones. Gracias Mamá, te quiero.***

**A mis hermanos:**

***Gaby, te quiero; Fer, eres mi ejemplo por tu valor ante la vida; Gus, ánimo cuentas con mi apoyo y Clau, recuerda que siempre estoy contigo.***

***Gracias por estar conmigo: Chino, Sury, Dulce, Itzel, Shamir.***

***A: Luis Valdez, Victor Téllez, Enrique Téllez y Adrián Solís, por que a través de estos años me han demostrado el verdadero significado de la palabra AMIGO.***

***Quiero mencionar a Hancel por su invaluable apoyo y amistad, mil gracias.***

***Además, quiero hacer una mención muy especial a los Ing. Eloisa Dávalos Paz y Carlos Sánchez por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera.***

***Por último quiero agradecer a todos y cada uno de los que han contribuido en alcanzar una de mis tantas metas y en el crecimiento de mi vida personal y profesional.***

***Con aprecio y cariño.***

***Roberto Correa.***

# INDICE

## INTRODUCCION

..... 9

## CAPITULO I

***Entorno de la Ingeniería Industrial y la Ingeniería en Computación***  
..... 17

I.1 Antecedentes generales de la ingeniería industrial  
..... 19

I.2 El desarrollo Histórico de la Ingeniería Académica en México  
..... 21

I.3 Entorno Social de la Ingeniería Industrial  
..... 28

I.4 La Ingeniería Industrial y la computación  
..... 34

## CAPITULO II

***Diagnóstico de las necesidades de cómputo en la carrera de Ingeniería Industrial***  
..... 39

---

---

II.1 El perfil académico del Ingeniero Industrial	41
II.1.1 Las Ciencias Básicas	44
II.1.2 Las Ciencias Humanísticas	52
II.1.3 Las Ciencias de la Ingeniería	55
II.1.4 La Ingeniería Aplicada	57
II.1.5 Los Módulos de Salida	60
II.2 ¿Qué requiere?	62
II.3 ¿Y qué falta?	65

### **CAPITULO III**

<b><i>Propuesta por familias o grupos tecnológicos de cómputo en las líneas curriculares</i></b>	73
III.1 Las herramientas de cómputo	75
III.2 El procesador de textos	76
III.3 La hoja de cálculo	79
III.4 La base de datos	81

III.5 Las redes de computadoras	83
III.6 Los sistemas de ruta crítica	86
III.7 El diseño asistido por computadora	91
III.8 El control numérico por computadora	98
III.9 La manufactura asistida por computadora	103
III.10 La manufactura integrada por computadora	110
III.11 La multimedia	112
III.12 El lenguaje de programación	121

## **CAPITULO IV**

### ***Propuestas de Aplicación***

IV.1 Creación de un laboratorio de cómputo	127
	129

## **CONCLUSIONES**

	141
--	-----

---

**BIBLIOGRAFIA**

..... 155

**ANEXO**

Generalidades del documento "*Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales*", COSNET, SEP.

..... 161

**ANEXO A**

*Capítulo 3* del documento "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales", COSNET, SEP.

..... 166

**ANEXO B**

*Reunión de Trabajo con el sector académico* en la Cd. de México D.F. incluido en los anexos del documento "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales", COSNET, SEP.

..... 168

**ANEXO C**

*Reunión de trabajo entre los sectores productivo y educativo* en Tlalnepantla Edo. de México, incluido en los anexos del documento "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales", COSNET, SEP.

..... 177

# INTRODUCCION

---

**FALTA PAGINA**

**No. 8...a la. 10**

## **Introducción**

México atraviesa una época de cambios que exigen una mayor preparación y experiencia en todos y cada uno de sus profesionistas. Los que actualmente son parte activa del desarrollo: Investigadores, Actuarios, Administradores, Contadores, Médicos, Arquitectos, Ingenieros, Psicólogos, etc. Deben asumir el reto de ser mejores día a día, manteniéndose actualizados por medio de cursos, diplomados, revistas, conferencias y todos los medios con los que actualmente se cuenta para difundir el conocimiento. Así mismo, los estudiantes deben estar concientes que el conocimiento que brinda la escuela, resulta insuficiente para superar con facilidad los retos que impone el mercado laboral.

### ***En el mercado mas grande del mundo.***

Los estudiantes que están formando nuestras universidades, deberán tener la suficiente preparación para lograr competir satisfactoriamente en un mercado que tiene magnitudes nunca antes vistas. El TLC, les permite buscar trabajo donde más de 300 millones de consumidores pueden elegir de entre un abanico de posibles prestadores de servicios, al mejor de entre los mejores.

La Universidad Nacional Autónoma de México, máxima casa de estudios del país, se puede jactar de formar a los mejores ingenieros de toda Latinoamérica. Ingenieros que

---

rivalizan fuertemente con los egresados de las mejores universidades y tecnológicos del llamado 1<sup>er</sup> mundo (Francia, Alemania, Inglaterra, EUA, Canadá y Japón).

El campo profesional de la ingeniería se ha ido expandiendo progresivamente. Hasta hace pocas décadas a la ingeniería se le veía asociada a la satisfacción de las necesidades más básicas del hombre: alimento, abrigo, infraestructura y defensa. Tal enfoque ha cambiado notablemente en el presente, donde la ingeniería aparece interactuando en prácticamente todos los ámbitos: medicina, arte, educación, comunicaciones, etc.

Tecnologías de amplia proyección como la computación, las comunicaciones y la biotecnología han jugado un papel fundamental en este cambio.

El escenario moderno de la ingeniería pone a sus profesionales frente a la exigencia de comprender muy diversos aspectos de la dinámica social, con los cuales deben interactuar productivamente.

### ***Para ser el mejor.***

El Ingeniero Industrial, objeto del análisis, asume un papel de extrema importancia en el escenario evolutivo de la industria, ya que es el integrador de los recursos humanos, materiales y económicos para lograr una mejor y mayor competitividad del producto, bien o servicio en que esté involucrado.

La carrera de Ingeniero Industrial que actualmente se imparte en la Facultad de Ingeniería, forma a un profesionalista

con una rica preparación en ciencias básicas (física, matemáticas y química), además de conocimientos en ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada tales como: sistemas productivos, procesos de manufactura, electrónica industrial, diseño y materiales. También dentro de su curriculum, el futuro ingeniero cuenta con algunas ciencias humanísticas tales como la comunicación o la sociología.

El ingeniero industrial debe llegar a ser un coordinador profesional de todas y cada una de las actividades involucradas en los procesos de producción, desde su diseño hasta su implementación, sin hacer a un lado la participación de todos y cada uno de los especialistas que toman parte en estos procesos. La prospectiva del ingeniero industrial es poder convertirse en un elemento decisivo para implantar sistemas modernos de manufactura, de organización, de administración y de economía debido a que su formación interdisciplinaria, hace que pueda desarrollarse dentro de estos campos de acción, por lo que puede abrirse puertas en todas y cada una de las industrias.

En cuanto al futuro, se cree que llegará el momento en donde habrá más ingenieros industriales que de otras ramas de la ingeniería en las industrias mexicanas<sup>1</sup>.

### ***Actualizarse o ...***

En este último rubro, debido a la acelerada y cambiante evolución que se tiene, se ve la necesidad de actualizar e

---

<sup>1</sup>Fuente: "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales", COSNET, SEP

---

incorporar las diversas herramientas de cómputo que son empleadas en la carrera de Ingeniero Industrial, de tal manera que se tengan las opciones existentes que permitan un mejor desarrollo del mismo, formando así ingenieros actualizados que sabrán aprovechar la tecnología de punta que se usa en la industria.

Es importante que el ingeniero industrial tenga pleno conocimiento sobre tecnologías de vanguardia como la automatización y robótica, las cuales están tomando un auge cada vez mayor en las industrias, cuyo fin es hacer más eficientes y productivas a las mismas.

Se habla hoy en día de manufactura flexible, estaciones y centros de trabajo totalmente automatizados, inteligencia artificial, visión por televisión y reconocimiento de imágenes y patrones preestablecidos, diseño y manufactura apoyados por computadora, soldadura y pintura con robots, manejo y almacenamiento de productos peligrosos y frágiles por medio de sistemas robotizados entre otros que son relativamente nuevos en la tecnología de producción y que gracias al desarrollo de la mecatrónica, han ido progresando al pasar de los años ocupando un lugar trascendente en países de vanguardia tecnológica como Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Japón y parte del continente europeo-oriental.

Es importante que el ingeniero industrial de nuestro país conozca y aplique las nuevas tecnologías y así, llegar a ser un elemento decisivo para el establecimiento e implementación de sistemas modernos de manufactura en las empresas productivas, siempre y cuando entienda la importancia y alcance de los mismos, que tenga la capacidad de diseñar productos, sistemas de manufactura y plantas productivas.

Con el fin de delimitar el campo de acción, se comenzará por establecer un marco en torno de la carrera del Ingeniero Industrial y su relación con la computación, esto con el fin de analizar las necesidades y carencias que se tienen en dicho campo.

***Decir y hacer.***

La razón central de este análisis, será precisamente el evaluar las posibilidades reales de aplicación e implantación de los diversos sistemas de cómputo que se utilizan actualmente en la industria, con el propósito de que se manejen en diversas asignaturas y subsanen en lo posible las carencias que se sufren a la fecha.

Basados en los requerimientos particulares de las líneas curriculares y módulos de salida alternativos, se plantearán las propuestas de aplicación más adecuadas a las necesidades de cada área, de manera que cada una cuente con las herramientas de software que puedan servir de apoyo para practicar o ejemplificar lo visto en clase, para agilizar cálculos y procedimientos o para simular procesos y métodos. Con esta visión se hará la selección de herramientas de software que requiere mínimamente el estudiante de Ingeniería Industrial.

# **CAPITULO I**

## ***Entorno de la Ingeniería Industrial y la Ingeniería en Computación***

### **Objetivos:**

***Conocer la evolución de la ingeniería académica en México.***

***Establecer un marco de referencia en el que se relacione a la Ingeniería Industrial con la Ingeniería en Computación.***

***Denotar la necesidad de una mayor presencia de la computación en la formación del estudiante de Ingeniería Industrial.***

---

**FALTA PAGINA**

**No. 16 a la 18**

## **I.1 Antecedentes generales de la ingeniería industrial**

Hablar del origen de la ingeniería, es hablar de los orígenes mismos del hombre. Su evolución, a la par del intelecto humano, tiene épocas de florecimiento así como de obscurantismo. *La ingeniería es, en palabras simples, la habilidad, técnica o ciencia que usa las leyes y recursos naturales en beneficio de la humanidad.*

La ingeniería industrial propiamente nace con la Revolución Industrial de forma anárquica, con apoyo en instrumentos simples y rudimentarios que surgen de actividades azarasas, pero conforme la industria avanza, va teniendo mayores necesidades de sistematizar los procesos de producción y administración. Sus herramientas, procesos, procedimientos y técnicas, se desarrollan y fundamentan cada vez más, en los avances del conocimiento científico y tecnológico.

De esa forma, surgen los principios de la teoría de la dirección, la creación de nuevos métodos de trabajo y la innovación tecnológica en talleres y fábricas, para satisfacer la necesidad de mejorar la producción, se involucra la actividad humana en procesos sistemáticos, que posteriormente se generalizan a actividades de transporte, comunicación, organizaciones de servicio y administración pública.

Frederick W. Taylor (1856-1915), considerado el padre de la ingeniería industrial, hizo aportaciones en la sistematización de dichos procesos por medio de la integración de los factores

---

humanos, técnicos y de los materiales de producción; unió la teoría de los principios gerenciales y los métodos de análisis, dio uno de los primeros enfoques sobre la dirección americana con su teoría científica, en la cual su principal objetivo era elevar la productividad dejando a segundo plano la humanización del trabajo.

Es en la Segunda Guerra Mundial, donde se empiezan a practicar firmemente los preceptos Taylorianos para aumentar la producción, y se inician los planes de incentivos y facilidades para trabajadores, se aumenta la capacidad tecnológica y los procedimientos de control de las industrias. La ingeniería industria adquiere ciertas características que aún conserva en la actualidad. En 1955 se da una definición específica que tiene que ver con el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo para aumentar y mejorar la producción industrial. Su función se basa en el conocimiento especializado y habilidades en matemáticas, física y ciencias sociales, así como en los principios y métodos de análisis para especificar, predecir y evaluar los resultados de la producción.

El propósito de la ingeniería industrial, en un primer momento, fue primordialmente el aumento de la eficiencia del trabajador industrial por medio de la aplicación de algunos principios técnicos, y cierta habilidad para organizar, además del empleo de sistemas de incentivos para la producción.

Actualmente, es un conjunto de ciencias y técnicas en pleno desarrollo, que han surgido de la idea concebida por Taylor al aplicar los principios de la técnica, las ciencias físicas y la administración industrial y así lograr la mejora de la productividad, de los ingresos del trabajador y la reducción de

costos, para propiciar una mayor competitividad, y el auge económico.

## **I.2 Desarrollo Histórico de la Ingeniería Académica en México.**

En México, el desarrollo que alcanza con los Mayas, Aztecas, Toltecas, Zapotecos y muchos otros grupos étnicos, deja anonadados a los investigadores modernos. Las ciudades con sus edificios, calzadas, canales, observatorios, etc. Son mudos vestigios de una cultura que fue de las más evolucionadas. De su ingeniería, sólo conocemos la punta del iceberg a través de su obra civil.

### ***El Real Seminario de Minería.***

Formalmente, la ingeniería en México se gesta desde España en la época de la Colonia. El 1° de julio de 1776, el Rey de España Carlos III, expide en Madrid una Real Cédula en virtud de la cual se resuelve que: *"El importante gremio de la minería de la Nueva España se erigía en su formal cuerpo, para lo que se dan el consentimiento y permisos necesarios"*.

En 1873, el mismo Carlos III expide las Ordenanzas para la dirección, régimen y gobierno del Cuerpo de la Minería de la Nueva España y su Real Tribunal General. Dicha Ordenanza, establece las bases para la formación del Real Seminario de Minería.

---

El *Real Seminario de Minería*, se integró por un Banco de Avío, un Tribunal y un Colegio de Metálica, el 1º de enero de 1792, en el edificio que hoy se localiza en la calle de Guatemala número 90, dentro del Centro Histórico de la Ciudad de México. En 1808 se instituyen en el Seminario, junto con la primera fundición de artillería del país, los cursos que complementan la formación de *Oficiales Artilleros e Ingenieros Militares*.

### ***El Colegio de Minería.***

Desde la Instauración del Real Seminario de Minería, la Ingeniería tiene un comportamiento similar a la del Viejo Mundo durante cerca de medio siglo. En 1822, al triunfo de la lucha de independencia, el *Real Seminario de Minería*, cambia de nombre al de *Colegio de Minería*. La minería se formalizó como carrera de *Ingeniería en Minas* en el año de 1843 junto con las de *Agrimensor, Ensayador, Apartador de Oro y Plata, Beneficiador de Metales, Geógrafo y Naturista*.

### ***La Escuela Especial de Ingenieros.***

***Aparece la Ingeniería Industrial.***

En 1857, se establece en la Academia de San Carlos, la carrera de *Ingeniero Civil*, diez años después, el 2 de diciembre de 1867 se creó la *Escuela Especial de Ingenieros*.

En dicha escuela se impartían las cátedras para obtener los títulos de *Ingeniero Civil, Ingeniero en Minas, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Hidrógrafo y Agrimensor*. Posteriormente, en 1883 se crean las carreras de *Ensayador, Telegrafista, Apartador, Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Caminos Puentes*

*y Canales, Ingeniero de Minas y Metalurgista e Ingeniero Geógrafo.*

En 1889 se crea la carrera de *Ingeniero Electricista*, el 15 de septiembre de 1897, la carrera de Ingeniero de Caminos Puentes y Canales se incorpora a la de Ingeniero Civil. En 1898 se anexan las carreras de Ingeniería Sanitaria y Procedimientos de Construcción.

En 1902, el Ingeniero Justo Sierra, promueve y logra la creación del Consejo Superior de Enseñanza Pública, con lo cual resaltó la necesidad de dar un nuevo impulso a las escuelas de estudios profesionales con el principal propósito de mejorar la calidad de sus educados. Entre otras cosas, planteó la creación de un abanico más amplio en las opciones que hasta entonces se ofrecían en la Escuela de Ingenieros, ensalzando las cualidades de carreras poco pobladas o de reciente creación, todas ellas encaminadas a lograr un aporte social.

### ***La Escuela Nacional de Ingeniería.***

En 1910, la Escuela Especial de Ingenieros se integra a la *Universidad Nacional*, donde posteriormente se generan las carreras de Ingeniero Mecánico Electricista (1912, de la fusión de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica), Ingeniero Petrolero y la especialidad de Exploración Petrolera (1927).

El 19 de diciembre de 1930, se promulga un nuevo Estatuto para la Universidad Nacional, en él, la Escuela Especial de Ingenieros, toma el nombre de *Escuela Nacional de Ingeniería*. En 1945, durante la gestión presidencial del Gral. Manuel Avila Camacho, el Congreso de la Unión, emitió la Ley Orgánica de la

---

*Universidad Nacional Autónoma de México*, que habría de normar el trabajo que en ella se realizara. Dicha ley se publica el 6 de enero de 1945 en el Diario Oficial de la Federación.

En el artículo 1º de la Ley Orgánica, se concibe a la Universidad Nacional Autónoma de México como *"una institución pública descentralizada de carácter nacional y autónomo, en ella las funciones de docencia, investigación y extensión de la cultura, constituyen la especificidad de su tarea social, emprendida para formar profesionales, docentes, investigadores y técnicos que se vinculen a las necesidades de la sociedad, así como generar y renovar los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el país"*.

### ***Facultad de Ingeniería.***

En 1956 en la Escuela Nacional de Ingeniería, se crea la División de Investigación, hoy Instituto de Ingeniería, en 1957 la de Estudios superiores, actualmente División de Estudios de Postgrado. En 1959, la Escuela Nacional de Ingenieros es elevada al rango de Facultad, nominándose desde entonces Facultad de Ingeniería.

En aquel entonces, se impartían las carreras de Ingeniero Topógrafo y Geodesta, Ingeniero Civil, Ingeniero de Minas y Metalurgista, Ingeniero Mecánico Electricista, Ingeniero Petrolero e Ingeniero Geólogo.

En 1968 la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista se subdivide en las áreas Industrial, Eléctrica, Electrónica y Mecánica.

Actualmente, en la Facultad de Ingeniería se imparten las carreras de:

Ingeniería Civil  
Ingeniería Topográfica y Geodesta  
Ingeniería Geológica  
Ingeniería Geofísica  
Ingeniería en Minas y Metalurgia  
Ingeniería Petrolera  
Ingeniería Mecánica  
Ingeniería Eléctrica  
Ingeniería Electrónica  
*Ingeniería Industrial*  
Ingeniería en Computación  
Ingeniería en Telecomunicaciones.

En esta Facultad, las modificaciones hechas a las carreras y a sus planes de estudio, son el resultado de acciones bien planeadas y meditadas, encaminadas a la actualización y superación de las carreras que en ella se imparten, de manera que éstas estén siempre en un lugar privilegiado a nivel internacional.

### ***Los institutos tecnológicos***

En México, la carrera de ingeniería industrial se ha ubicado en las universidades e instituciones de educación superior públicas y privadas en diversas etapas (el caso de la UNAM por ser más extenso se vio en el punto anterior). Quizá el inicio de esta carrera en los institutos tecnológicos se pueda ubicar en 1950, en el Colegio Militar con un enfoque hacia máquinas y herramientas.

---

En 1960, en los institutos tecnológicos, surge la carrera de ingeniería industrial con especialidades en: eléctrica, química, mecánica, electrónica y en sistemas. En 1962, el Tecnológico de Monterrey crea la carrera de ingeniero mecánico administrador, donde se aplican ya algunas de las técnicas específicas de la ingeniería industrial.

En 1964, comienza sus actividades el Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial (CENETI), para preparar ingenieros industriales en las áreas electrónica, eléctrica, civil, máquinas y herramientas, mecánica automotriz, metales laminados, fundición y acabados superficiales.

La característica principal del plan de estudios vigente de 1960 a 1969 fue la de una amalgama de materias de las áreas de ingeniería eléctrica, mecánica y química, profundizando en la opción correspondiente. Como no estaba considerada la esencia de la ingeniería industrial clásica, en ese mismo año surgió la opción de producción.

En 1972, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) crea la carrera de ingeniería industrial mediante un sistema de educación interdisciplinaria. Actualmente ofrece las especialidades de proceso, administración de la producción, evaluación de proyectos, higiene y seguridad, automatización y robótica.

En el periodo 1969 a 1973, el plan de estudios de ingeniería industrial, con opción en producción, estaban aún lejos de repercutir en el medio industrial, pues el 80% de sus materias correspondían a las áreas de la ingeniería eléctrica, mecánica y química. Algunas de las materias que incluía el plan eran:

Fenómenos de transporte, mecanismos, ingeniería térmica, análisis químico cuantitativo, etc; que no son tan fundamentales en el área industrial como lo serían las materias con un contenido humanístico, técnicas y métodos para mejorar la producción.

En 1973, la carrera de ingeniería industrial con opción en producción es sustituida por la ingeniería en producción, mediante una reestructuración del plan de estudio que planteaba tres áreas: Asignaturas comunes de ingeniería, asignaturas comunes de ingeniería industrial y asignaturas de la especialidad en producción. Asimismo, se disminuyeron los cursos sobre química, mecánica y eléctrica, se ampliaron los conocimientos en el área de investigación de operaciones y de sistemas de producción.

En 1978, se actualiza el plan de estudios de ingeniería industrial en producción, aunque no se modifican el objetivo ni el perfil, únicamente se incluyeron temas de vanguardia que los sectores productivos demandaban. Este plan se mantuvo hasta 1980, cuando se convocó a profesores destacados de los institutos tecnológicos del área, para efectuar una revisión y reestructuración exhaustiva de la carrera. Esta vez se modificó el perfil, objetivo, retícula y contenidos temáticos con temas emergentes en la práctica de la ingeniería industrial. Uno de los aspectos más sobresalientes fue la consideración de asignaturas congruentes entre sí, que aglutinaran los conocimientos recientes del área, la especialización del estudiante en un área específica y la resolución de necesidades locales en la región de influencia del instituto.

El objetivo de la carrera de ingeniería industrial que surgen de la Reforma Educativa es: "Formar profesionales

---

emprendedores, analíticos y creativos que mejoren la productividad del sistema de producción de bienes y servicios mediante el uso adecuado de los recursos disponibles, actuando como agente de cambio en su disciplina y comprometido con la problemática nacional.

Por otra parte, cabe destacar que en el periodo de 1980 a 1989 surgieron las carreras de ingeniería industrial en planeación en los Institutos Tecnológicos de Colima y La Paz; ingeniería industrial en control de calidad en Querétaro; y a iniciativa del Tecnológico de Tlalnepantla, la carrera de ingeniería industrial pura, con un enfoque hacia los procesos de fabricación, la cual fue aceptada sólo por algunos tecnológicos. Todas estas carreras nacieron con base en las necesidades regionales muy particulares, lo que hizo que carecieran de una aceptación general y que a partir de 1989, entraron en proceso de liquidación.

### **I.3 El Entorno Social de la Ingeniería Industrial.**

En la Facultad de Ingeniería, debido a los cambios que se están operando en el país, surge la necesidad de estar a la vanguardia en la implementación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, con el propósito de tener carreras más competitivas, logrando una gran capacidad de respuesta para ofrecer mejores egresados, con la variedad, calidad y preparación que exige el mercado nacional e internacional.

Para lograrlo, es preciso optimizar los recursos humanos, económicos, administrativos y académicos que inciden en la formación del estudiante. Enfocándonos nuevamente a la carrera

de Ingeniería Industrial, veremos que fuera de las aulas, el ingeniero industrial aplica las tecnologías de punta seleccionando herramientas apropiadas y validando su aplicación.

### ***Organizador de la Industria.***

El ingeniero industrial es como se mencionó anteriormente, el orquestador de los recursos humanos, materiales y económicos. Es capaz de dirigir y organizar al personal involucrado, desarrolla métodos, procesos, productos y sistemas industriales en forma productiva y competitiva eliminando o sustituyendo así importaciones.

También logra integrar los subsistemas productivos y mejorarlos a través de la aplicación de técnicas de optimación que pueden ser desde las más antiguas como la mecanización, hasta las más modernas tecnologías que se apoyan en la computadora como lo son el CAE (ingeniería asistida por computadora), del CAD (diseño asistido por computadora), CAM (manufactura asistida por computadora), CIM (manufactura integrada por computadora), etc. Todo ello encaminado a la superación continua del ámbito industrial.

Ahora bien, el ingeniero industrial debe crear métodos de trabajo aplicables a una realidad socioeconómica acorde a los recursos y necesidades del país, tomando en cuenta no solamente el plano técnico, pues debe entender el sentido social, económico, político y cultural. Debe tener presente siempre que, economías como la nuestra, donde abunda la fuerza de trabajo, pero no así el capital, requieren de un fuerte impulso que logre un desarrollo armónico y planificado.

---

Sin embargo, existe cierto desconocimiento en el sector empresarial de lo que es el ingeniero industrial, sus características, funciones y la incidencia que éste tiene en la productividad, sobre todo en las micro, pequeñas y medianas industrias. Este desconocimiento propicia que otros profesionistas, como ingenieros mecánicos, ingenieros electrónicos, administradores, ingenieros químicos y hasta contadores, realicen actividades que competen sólo al ingeniero industrial.

### ***Tendencias Industriales.***

En México, el sector industrial siempre ha tenido tendencias centralistas, avocándose en diferentes épocas a puntos bien específicos de la misma. En un principio, el desarrollo industrial se concentró en la explotación de las materias primas. Posteriormente, al descubrirse el nicho de la industria turística, se da un "bum" de donde surgen los más famosos centros turísticos, reconocidos a nivel internacional. Luego, durante la segunda guerra mundial, los precios del petróleo se disparan a la alza y la industria centra todos sus esfuerzos durante más de veinte años en la explotación de hidrocarburos descuidando las otras ramas.

Con la crisis petrolera, la economía mexicana sufre el revés más grave de la época moderna. Actualmente, tenemos la responsabilidad de superar los déficits provocados por la mala planeación, falta de visión y previsión que llevaron a nuestra economía a la frágil situación que sufrimos durante los 80's.

Hoy, a escasos años del siguiente siglo, se redescubren formas de cimentar la economía nacional, se dan apoyos y

facilidades a los diversos sectores industriales. Y es nuevamente el ingeniero industrial quien asume un papel relevante que definitivamente incidirá en la calidad de vida en el México del próximo siglo.

La calidad de vida se incrementa en la medida en que las necesidades son detectadas y satisfechas adecuadamente. En la medida en que se implante la ingeniería industrial como una herramienta de práctica normal, se incrementará la productividad para obtener resultados como los siguientes: Aumento en la eficiencia de recursos, mayor producción de bienes y/o servicios a menor costo, incremento en el salario del trabajador, mayor capacitación de recursos económicos obtenidos por exportación de productos y recaudación de impuestos, satisfacción de la demanda requerida, productos de mayor calidad y cantidad a precios competitivos internacionalmente.

El objetivo principal del ingeniero industrial es incrementar los índices de productividad a través del diseño de sistemas que hagan un mejor uso de los recursos disponibles de la organización, y en especial, de los recursos humanos, que mediante una adecuada capacitación, mantengan un ritmo de eficiencia. Las diversas funciones que el ingeniero industrial puede realizar en una empresa, se particularizan dependiendo de su tamaño, organización y necesidades, de tal forma que la incidencia de este profesional varía en cuanto a sus acciones a seguir, no en su objetivo principal que es el generar productividad.

En términos generales, el ingeniero industrial se enfoca a aspectos de la producción como son, entre otros, los siguientes:

- 
- i) El área operativa como soporte de la producción, control de calidad, solución de problemas en línea, entrenamiento, etc.
  - ii) La optimización de sistemas y procesos completos en cuanto a costos, uso de recursos, flujo de materiales, estandarización de procedimientos y trabajos en grupo.
  - iii) El diagnóstico y anticipación del cambio organizacional a través de la planeación estratégica, modelos de liderazgo, relaciones humanas, y comunicación organizacional.

### ***La competitividad***

La economía mundial y su globalización ha puesto a las empresas sobre un mismo objetivo: La competitividad. Se habla de conceptos como calidad, productividad, excelencia y modernización tecnológica. Llevar a la práctica cada uno de ellos implica un gran esfuerzo, cuyo principal responsable es el ingeniero industrial.

México es un país típicamente de pequeñas o microempresas, cuyas necesidades requieren de toda clase de apoyos financieros y educativos, se está frente a una economía mundial en transición. La llamada globalización económica constituye la configuración de un gran mercado mundial, con una mayor interdependencia entre naciones e industrias en donde los países han dejado de ser los protagonistas principales para delegar este papel a las empresas.

En este nuevo marco en el que se desarrolla la competencia internacional, no sólo entre empresas extranjeras

y nacionales, sino entre éstas mismas por la supervivencia y la ampliación de sus mercados en el ámbito local y en el exterior. Se plantea en todas ellas, cualquiera que sea su giro o tamaño, la necesidad de ser competitivas, es decir, de participar en el mercado con más y mejores ventajas para los consumidores en comparación con las que ofrecen sus competidores.

La competitividad, es la esencia de la economía global, pero depende por un lado, de la habilidad y capacidad de cada empresa para identificar, crear y aprovechar condiciones o circunstancias que le otorguen ventajas comparativas en relación con sus competidores, fundamentalmente en términos de productividad y calidad. Por otro lado, también dependerá del entorno económico y social en el que opera la empresa. Ser una empresa competitiva implica mejorar sustancialmente la productividad y la calidad que son, por lo tanto, la formulación básica para alcanzarla.

Sin duda alguna, la tecnología es un factor clave, pero los recursos humanos son determinantes en ello, incluso la tecnología misma no tendría sentido sin el factor trabajo, básico en el proceso productivo, en la comercialización, en la planeación, en la administración y en el servicio, pero los recursos humanos por sí mismos tampoco son determinantes, esta cualidad la adquieren sólo cuando su fuerza de trabajo es potencializada por la educación, que les proporciona los conocimientos y habilidades necesarios para su desempeño laboral.

Nos encontramos ante un fin de siglo en extremo cambiante, con una orientación de mercado que exige empresas y personal renovados, capaces no sólo de ir al día, sino de prever condiciones futuras. En este escenario triunfan los

---

mejores preparados y adquiere un valor creciente el "Capital Intelectual", alimentado por una vasta experiencia y un profundo conocimiento en sistemas administrativos y de gestiones empresariales. Resulta de vital importancia para cualquier ingeniero industrial la formación que trasciende la currícula escolar y se orienta a campos productivos.

#### **I.4 La Ingeniería Industrial y la Computación.**

Cabe mencionar que la ingeniería industrial no actúa aisladamente, su adecuado desarrollo requiere de diversas ramas: la ingeniería económica, la ingeniería financiera, la ingeniería de procesos, la ingeniería de producción, la ingeniería de manufactura y recientemente recibe un fuerte apoyo de la ingeniería en computación.

En este último ramo, la formación del estudiante de ingeniería industrial sufre carencias muy graves, ya que durante su vida escolar únicamente tiene un curso de computación "Computación Aplicada y Programación".

Si bien, en esta Facultad se ofrecen una gran variedad de cursos de cómputo sin valor curricular, el problema real es que el estudiante pierde todo interés, ya que no se le exige emplearlo y tampoco se le enseñan las ventajas de su aplicación.

#### ***Desarrollo Explosivo.***

La computación ha adquirido gran importancia a lo largo del presente fin de siglo. Los avances logrados en dicha área son

inequívocas con las restantes. Para ejemplificar, podemos mencionar que: en ahorro de energía, las computadoras consumen tan poca en comparación con los primeros modelos, que si fuere un automóvil, daría un viaje a la luna -ida y vuelta- con una sola gota de gasolina. Se han miniaturizado tanto que, regresando al símil anterior, cabrían 50 autos estacionados cómodamente en el ojo de una aguja, y su costo se ha reducido de tal manera que un auto de lujo costaría lo que un viaje en metro, y muy probablemente a principios del milenio siguiente, estos ejemplos sean aplicables a los sistemas con los que contamos actualmente.

Podemos imaginar las ventajas que se obtienen de relacionar ambas disciplinas dentro del área industrial. La computación se encarga de diseñar, organizar, producir, operar y mantener los sistemas electrónicos e informáticos para el procesamiento de grandes bases de datos y problemas de toda índole que pueden ser resueltos mediante el control digital, control numérico, programación de robots, autómatas, PLC's, etc. mientras que la ingeniería industrial organiza y planea su aplicación.

### ***En la Industria.***

Como se puede ver, la computación es hoy por hoy, factor decisivo en los avances más significativos de la industria. Los avances en el cómputo repercuten desde el diseño, la producción y mejora de un producto hasta la venta del mismo. Si damos una ojeada al área administrativa, contable, de suministro, control o cualquiera otra que tenga que ver con un proceso, esta influencia se hace aún mayor y toma carismas de vital importancia.

---

Para reforzar esta observación, basta imaginar que por causas varias, las computadoras dejen de funcionar. Las consecuencias escapan a los límites de la imaginación. No habría aeropuertos, todos los robots, autómatas y PLC's detendrían las líneas de producción (todos los alimentos "industrializados"), los autos modernos no operarían, en fin este mundo sería un caos inimaginable. Pero como se espera que eso nunca ocurra, hay que sacarle el mayor provecho posible.

La ingeniería industrial resulta ser la interfaz que permite plantear los problemas, analizándolos desde el punto de vista ingenieril y diseñar soluciones que se apoyen en esta poderosa herramienta que es la computación.

Por esto, es **INDISPENSABLE** una mayor presencia de la computación en el curriculum del ingeniero industrial, por medio de paquetes de apoyo pedagógico, simulación, programación, así como el conocimiento de las nuevas tecnologías. Pero principalmente, el estudiante debe conocer lo más posible de todo aquello que la industria está requiriendo en éste preciso instante.

## **CAPITULO II**

### ***Diagnóstico de las necesidades de cómputo en la carrera de Ingeniería Industrial***

#### ***Objetivos:***

***Comprender cual es la formación académica del estudiante de Ingeniería Industrial.***

***Plantear las necesidades mínimas de cómputo del estudiante de Ingeniería Industrial.***

---

**FALTA PAGINA**

**No. 37 a la 40**

## **II.1 El perfil académico del Ingeniero Industrial.**

Considerando la variedad de ramas en la ingeniería industrial, podemos plantear que en general el campo profesional demanda a los ingenieros conocimientos y habilidades.

Por conocimiento se entiende un cuerpo estructurado de conceptos e información empírica, organizado en torno a principios, teorías, fórmulas, etc.

Las habilidades implican el saber como desarrollar eficientemente diversos tipos de tareas. En tanto la universidad aparece comprometida esencialmente con el saber, el campo profesional tiene como fin el realizar o hacer. Por lo tanto es, el terreno principal donde se detectan las habilidades que el profesional debe tener. Algunas de las habilidades que se demandan del profesional son:

- Capacidad de autoaprendizaje para la actualización de conocimientos.
- Capacidad de innovación y creatividad.
- Liderazgo y capacidad de organizar y administrar.
- Capacidad de comunicación oral y escrita por medios gráficos y electrónicos.
- Capacidad de trabajo en equipo y grupos interdisciplinarios.
- Capacidad de aplicar y generar conocimiento que permita controlar y emplear productivamente fenómenos de origen físico y químico.

- 
- Facilidad de razonamiento lógico-matemático.
  - Comprensión de otras culturas y de la influencia de una cultura en el desarrollo económico.
  - Capacidad de diseño.
  - Capacidad de investigación.
  - Capacidad de utilizar otros idiomas.

Las habilidades mencionadas implican cada una, desde el punto de vista educativo, esfuerzos muy diferentes por parte de la academia. La capacidad de trabajo interdisciplinario, exige captar elementos de otras profesiones que no tienen nada que ver con el razonamiento lógico-matemático. Las lógicas del derecho, del diagnóstico médico y de la economía, entre otras, son bastante diferentes a la lógica de la física. La creatividad, por otra parte, exige un temprano hábito de pensamiento original que sólo se puede lograr si el proceso educativo da lugar al estudio de problemas abiertos, con múltiples alternativas.

Actualmente, la Facultad de Ingeniería en su continuo deseo de superación, ha dado las simientes de nuevos planes de estudio para todas las carreras que en ella se imparten. A la fecha, los cambios se basan en la necesidad de satisfacer a una sociedad hambrienta de profesionistas bien preparados y a un mercado laboral que cada día es más competitivo, exigente y agresivo.

### ***Un Profesional Integral.***

Con ello, el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniero Industrial a partir de la generación 94-98 queda estructurado de la siguiente manera:

- Formación en Ciencias Básicas, con asignaturas de física, química, matemáticas y solo una de computación.
- Formación en Ciencias de la Ingeniería, con asignaturas de mecatrónica, electrónica, mecánica, industrial, eléctrica, termoenergía y mejoramiento ambiental.
- Formación Humanística que refuerce sus valores, sus convicciones éticas y morales, instruyéndolo sobre la realidad social del México moderno.
- Formación en asignaturas de Ingeniería Aplicada, de amplio espectro, que le permita al egresado ubicarse sin restricciones en cualquier área de trabajo en la ingeniería industrial que la sociedad requiera.
- Módulos Opcionales, que tienen por objeto orientar al alumno hacia el campo específico de aplicación, dentro de las siguientes opciones: Producción, Administración y Sistemas<sup>1</sup>

A lo largo de ésta formación, se tienen talleres, laboratorios, prácticas, visitas y estancias industriales que le dan al alumno una mayor vinculación con las empresas logrando una formación más integral.

---

<sup>1</sup> En el plan de estudios propuesto hasta noviembre de 1994, del módulo principal se deberán cursar tres asignaturas y seleccionar otras asignaturas de cualquiera de los módulos hasta completar 35 créditos.

---

La finalidad de que el estudiante se relacione con los módulos de salida es que al egresar, tenga una mayor visión del vasto campo que le ofrece la ingeniería industrial y por consiguiente logre mejores oportunidades para colocarse en un trabajo de su agrado.

### **II.1.1 Las Ciencias Básicas.**

La ingeniería, puede concebirse en la actualidad como una profesión que aplica el conocimiento de las ciencias básicas, de las ciencias de la ingeniería y la tecnología al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad a través de un eficiente empleo de recursos humanos, materiales, económicos, energéticos y de información.

Los CIEES (Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior) definen que *"el objetivo de los estudios de las ciencias básicas será proporcionar el conocimiento fundamental de la naturaleza de los fenómenos, incluyendo sus expresiones cuantitativas; deberán incluir química básica, física en niveles y enfoques adecuados y actualizados, manejados ambos con cálculo y con un mínimo de dos semestres"*.

#### **Las Bases.**

La ingeniería juega en la actualidad, un papel muy activo en el desarrollo económico del país y, como tal, ésta afecta a la dinámica de ese desarrollo, el cual conjuga necesidades y recursos en formas cada vez más sofisticadas y complejas. La

ingeniería tiene su fundamento científico en las ciencias naturales, particularmente en las ciencias exactas. Ellas constituyen una poderosa herramienta que contribuye a organizar lógicamente y eficazmente los intelectos, permite desarrollar nuevas tecnologías, hace operativas otras disciplinas que como la administración y la ingeniería económica, son herramientas importantes para la ingeniería.

Las llamadas ciencias básicas las podemos agrupar en: matemáticas (cálculo, álgebra, geometría analítica, ecuaciones diferenciales y cálculo tensorial), matemáticas aplicadas (métodos numéricos, probabilidad y estadística), física y química (física, física moderna, mecánica, termodinámica, química, electricidad y magnetismo) y otros conocimientos considerados básicos para la formación de cualquier ingeniero (análisis gráfico, computadoras y programación).

Dentro de las materias del área matemática, se ven entre otros, los siguientes temas:

- Funciones
- Límites y Continuidad
- La derivada y algunas de sus aplicaciones
- Variación de funciones
- La diferencial
- La integral definida y la indefinida
- Funciones logaritmo, exponencial
- Integrales impropias
- Métodos de integración y aplicaciones
- Sucesiones y series
- Derivación y diferenciación de funciones escalares de dos o más variables

---

Máximos y mínimos para funciones de dos  
o más variables  
Funciones vectoriales  
Integrales de línea  
Integrales múltiples  
Sistemas coordenados y transformaciones de  
sistemas coordenados  
Definición de tensor  
Algebra de Tensores  
Derivación de Vectores  
Teoremas de cálculo diferencial de tensores  
Teoremas integrantes  
Ecuaciones diferenciales  
Sistemas de ecuaciones diferenciales  
Transformada de Laplace  
Introducción a las ecuaciones en derivadas  
parciales  
Números reales  
Números complejos  
Polinomios  
Técnicas de conteo  
Matrices y determinantes  
Sistemas de ecuaciones lineales  
Estructuras algebraicas  
Espacios vectoriales  
Espacios con producto interno  
Transformaciones lineales  
Operadores lineales en espacios con producto  
interno  
Sistemas de referencia  
Vectores y Algebra vectorial  
El punto  
La recta

Curvas  
El plano  
Superficies  
Aproximación numérica y errores  
Solución numérica de ecuaciones algebraicas  
y trascendentes  
Solución numérica de sistemas de ecuaciones  
lineales  
Interpolación, derivación e integración numéricas  
Solución numérica de ecuaciones y sistemas  
de ecuaciones diferenciales  
Solución numérica de ecuaciones en derivadas  
parciales  
Introducción a la teoría de la probabilidad  
Variables aleatorias  
Modelos probabilísticos comunes  
Estadística  
Estadística descriptiva  
Inferencia Estadística  
Regresión y correlación lineales

Estos temas se analizan durante cinco semestres, y son de fundamental importancia para el resto de las materias, ya que al proporcionar los fundamentos matemáticos facilitan la comprensión de los fenómenos físicos y el análisis sintético.

Dentro del área de la física y química se contemplan varios temas que reafirman conocimientos previos y otros que son propios de la ingeniería:

Física e ingeniería  
Sistemas de unidades

---

**Análisis dimensional**  
**Conceptos básicos de metrología**  
**Relatividad**  
**Introducción a la física cuántica**  
**Física atómica**  
**Física nuclear**  
**Conceptos fundamentales y la ley cero de la termodinámica**  
**La primera ley de la termodinámica**  
**Propiedades de las sustancias puras**  
**El balance de energía. Aplicaciones de la primera ley de la termodinámica**  
**La segunda ley de la termodinámica**  
**Campo y potencial eléctrico**  
**Capacitancia y dieléctricos**  
**Circuitos eléctricos**  
**Magnetostática**  
**Inducción electromagnética**  
**Propiedades magnéticas de la materia**  
**Fundamentos de la mecánica clásica**  
**Conceptos básicos de la estática**  
**Estudio de los sistemas de fuerzas**  
**Diagrama de cuerpo libre**  
**Fricción**  
**Equilibrio de sistemas de fuerzas y de cuerpos**  
**Centroides de superficies planas y centros de masa**  
**Cinemática del punto**  
**Cinemáticas de la recta**  
**Movimiento relativo**  
**Cinemática del cuerpo rígido**  
**Momentos de inercia de áreas y de masas**  
**La dinámica de áreas y de masas**

La dinámica de la partícula aplicando ecuaciones de movimiento  
Trabajo y energía e impulso y cantidad de movimiento en la dinámica de sistemas de la partícula  
Dinámica de sistemas de partículas  
La dinámica del cuerpo rígido con movimiento plano, aplicando ecuaciones de movimiento  
Trabajo y energía e impulso y cantidad de movimiento en la dinámica del cuerpo rígido  
Estructura atómica  
Fuerzas atómicas e intermoleculares  
Clasificación de los elementos  
Fórmulas, composiciones y ecuaciones químicas  
Termodinámica química  
Cinética química  
Electroquímica  
Introducción a la química orgánica

Todos estos temas se ven durante los primeros cuatro semestres de la carrera.

Como podemos ver, el alumno de reciente ingreso a la carrera de Ingeniería, recibe un concentrado de ciencias básicas. Pero el gran problema es que el alumno ingresa con la idea de estudiar INGENIERIA, no la carrera de Matemáticas o Física.

Esto aunado la falta de visión de algunos profesores que imparten dichas materias, constriñen la mente del alumno ya que no son capaces de usar ejemplos prácticos para la comprensión de los temas y solo se apoyan en los que vienen en textos que tienen un enfoque meramente matemático, físico o químico y no ingenieril.

---

Entre los factores que inciden directamente con esta macroformación está la mala formación que el alumno promedio recibe en el bachillerato. En este tenor, el Consejo Internacional para el Desarrollo de la Educación indica<sup>1</sup>:

Desde nuestro punto de vista, una estrategia integral para mejorar la calidad de la educación universitaria requiere de las siguientes acciones en relación con los estudiantes.

1) *Mejorar la calidad de las escuelas preparatorias.* Acción que incluye calcular la aptitud de los maestros, la amplitud y el contenido del plan de estudios, las técnicas y los métodos de enseñanza, los programas de asesoría académica y los servicios de orientación vocacional. Los estudios de seguimiento de egresados y el sistema de acreditación universitaria mencionados anteriormente, podrían contribuir a cumplir este esfuerzo.

2) *Separar las escuelas preparatorias de las universidades.* No ofrece ninguna ventaja educativa que las escuelas preparatorias pertenezcan a las universidades. Alumnos, maestros y casas de estudio se beneficiarían al cortar este nexo. Los estudiantes podrían escoger más libremente la universidad de su gusto, los profesores rediseñar el curriculum y las universidades obtener una selección más amplia de estudiantes. Significativamente, los institutos tecnológicos suprimieron recientemente esta vinculación y, al parecer, todos quedaron satisfechos con la libertad así adquirida.

3) *Adoptar normas de admisión racionales y procedimientos de selección en todas las universidades.* El sistema de "pase automático" es una caricatura de lo que deberían ser las verdaderas normas universitarias, ya que es, en realidad, un método extraño de administración universitaria. Las autoridades académicas han tratado de establecer un conjunto racional de políticas de admisión, mismo que ha sido vetado por estudiantes a pesar de que ellos, supuestamente, asisten a la universidad para obtener una educación auténtica y valiosa.

Más adelante, se observa otro de los inconvenientes de esta unión:

---

<sup>1</sup> Fuente: "Estrategia para mejorar la calidad de la educación superior en México", Informe para el Secretario de Educación Pública realizado por el Consejo Internacional para el desarrollo de la Educación.

Para nosotros uno de los hechos que mas nos sorprende es que los estudiantes que no residen en el Distrito Federal, sin importar qué tan calificados estén académicamente hablando, tienen muy pocas oportunidades de ser admitidos en la prestigiada y gran Universidad Nacional Autónoma de México. Desconocemos el porqué de esta situación, pero aparentemente alrededor del 70 por ciento de los estudiantes de la UNAM provienen de sus escuelas preparatorias localizadas en la ciudad de México y cerca del 90 por ciento de todos los estudiantes son residentes del Distrito Federal o de zonas aledañas.

A primera vista, esto no afecta porque se trata de un acto discriminatorio contra los jóvenes de talento académico que viven en estados en lugar del Distrito Federal. Se podría comprender por qué una universidad estatal da preferencia a los residentes del estado donde se halla establecida, mas para que una universidad sea nacional es necesario que dé igual tratamiento a los candidatos a ingresar en ella, y que tengan buena preparación, de todo el país.

Sugerimos una solución apropiada a esta situación de "desigualdad de acceso". La UNAM debería establecer un examen nacional como requisito de ingreso para cualquier persona joven en México que quisiera inscribirse en ella.

La solución no es sencilla, pero definitivamente, que el bloque de ciencias básicas sea tan robusto tampoco lo es. En este bloque es donde se presenta el mayor índice de deserción, y es triste pensar que quizá gracias a una mala estructura académica o a un maestro que no entiende de ingeniería se pierda un buen ingeniero.

Los llamados otros conocimientos se encuentran las materias de "Computadoras y Programación", así como "Análisis Gráfico". Estas materias que en algún momento se pudieren considerar como "pegotes", resultan ser de vital importancia para la formación del estudiante, el dibujo le permite expresar en forma gráfica cualquier idea convertida en proyecto mediante planos, esquemas y bosquejos. La computación le da acceso a la herramienta más poderosa de nuestros tiempos. Pero ¿es suficiente una materia de computación para conocer sus bases?

---

El estudio y la comprensión de las ciencias básicas será la cimentación en la que se apoyarán todos los conocimientos que deberá acumular durante el resto de la carrera. Así mismo, son en gran parte las responsables de la deshumanización del ingeniero, y esto es muy comprensible, solo basta imaginar a una persona que durante dos años (o más), tiene que dedicar un mínimo de seis a ocho horas diarias, muchas veces los siete días de la semana, para el estudio de cosas abstractas, metodológicas, que no tienen nada que ver con las relaciones sociales y humanas.

El resultado es una vida dedicada al estudio, sin contacto social y su entorno se limita a la escuela, a los amigos de la escuela, a las actividades que pueda realizar dentro o no muy lejos de su centro escolar. En algunos casos sobreviene una inadaptación social que llega a afectar su núcleo familiar presente y obviamente futuro.

Todo ello nos hace pensar que, resultan indispensables la impartición de materias y/o cursos que humanicen con el fin de lograr desde un principio una formación integral, no solo del ingeniero, también de la persona.

## **II.1.2 Las Ciencias Humanísticas.**

Durante el Renacimiento, surgieron el humanismo y las humanidades donde se incluían para su estudio junto con la lengua y literatura, retórica, artes, filosofía, historia, y estudios matemáticos. Posteriormente al transcurrir de los tiempos, se fueron dividiendo las ciencias y las humanidades, e incluso en el siglo pasado, se llegó a una abierta oposición entre ambas.

En la actualidad, no parece que tenga sentido tal decisión. El verdadero problema del humanismo y de su destino, es la técnica o tecnificación, sin que signifique que la tecnología sea un mal en sí, ni algo ajeno al hombre y su libertad creadora, pero ésta resulta enajenante por su carácter meramente instrumental, la pérdida de las dimensiones humanísticas de la vida, es el mal que se ha tenido que pagar por el progreso.

Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), indica que los cursos de Ciencias Sociales y Humanidades *"Deben responder a las definiciones generales de que las humanidades son las ramas del conocimiento interesada en el hombre y su cultura, incluyendo el dominio oral y escrito del propio idioma, mientras que las ciencias sociales son el estudio de las relaciones individuales en y para la sociedad"*.

### ***La Redondez del cuadrado.***

La alternativa a estos males no puede ser, como lo han dicho algunos mal llamados humanistas, la renuncia a la tecnología, ni mucho menos a la ciencia.

Por el contrario, la alternativa es devolverle al hombre el poder sobre su propia creación, deshacer la enajenación frankensteiniana y kafkiana, de modo que el ingeniero se ponga al servicio de la vida y no que éste quede esclavizado y en definitiva aniquilado en su sentido humanista por la tecnificación.

El estudio de las humanidades y la humanización en general, no es una tarea subjetiva ni solitaria, es ante todo un quehacer por el cual nos integramos.

---

Las humanidades y las ciencias sociales proporcionan la habilidad para apreciar los problemas de la ingeniería con una visión sistémica a través de comprender y conocer diversas expresiones culturales internas y externas.

Por ello, buscando proporcionar una visión humanística se imparten seis materias a lo largo de la carrera, cuatro de ellas obligatorias y dos optativas. Las materias obligatorias son:

Comunicación oral y escrita  
Introducción a la sociología  
Introducción a la economía  
Recursos y necesidades de México

Las materias humanísticas optativas que el estudiante puede elegir, debe ser escogida de acuerdo a la materia que se imparta durante el semestre (ya que no se pueden dar todas en un mismo periodo), de entre las que se listan a continuación:

Deontología (Ética profesional)  
Estructura del Estado Mexicano  
Historia social contemporánea  
Epistemología y Metodología.  
Epistemología de las ciencias físicas y el método de la ingeniería.  
Dimensiones sociales y ambientales del cambio tecnológico  
Filosofía de la tecnología  
Derecho de la propiedad Industrial e Intelectual  
Derecho Internacional  
Ingeniería y teoría de los desastres  
Rediseño de organizaciones  
Urbanización y sociología de grupos sociales y étnicos

Cultura organizacional  
Ciencia y tecnología, sociedad y filosofía  
Innovación social, ciencia y tecnología  
Temas selectos de humanidades  
Temas selectos de ciencias sociales

Todas estas materias en el curriculum del estudiante de Ingeniería Industrial apenas representan aproximadamente el 10% del total. Si comparamos con los planes de estudio que se llevan en Francia, Alemania o Inglaterra en donde las materias humanísticas representan hasta el 30%, podremos pensar que persisten las carencias en esta área, es más, lo podemos asegurar después de hacer un estudio del perfil psico-sociológico del típico egresado de Ingeniería, poco sociable, analiza y cuestiona cualquier cosa que no tenga fundamentos científicos o jerárquicos, siempre tiene una mejor idea de como hacer las cosas pero rara vez la expone y todo ello lo invita a evitar el contacto social.

### **II.1.3 Las Ciencias de la Ingeniería.**

Después de cuatro semestres en los cuales el alumno debe aprender los principios de la naturaleza, ahora se enfrenta durante dos semestres más a una batería de materias en las cuales este conocimiento se va refinando de acuerdo a la carrera de su elección. En el caso de la Ingeniería Industrial este proceso de aprendizaje cuenta con materias de diversas áreas de la ingeniería enfocadas a la industria.

---

En este caso, la CIEES indica que las ciencias de la ingeniería *"Deberán tener como fundamento las ciencias básicas y las matemáticas, pero desde el punto de vista de la aplicación creativa del conocimiento. Estos estudios deberán ser la conexión entre las ciencias básicas y la aplicación de la ingeniería"*.

### ***Las Herramientas.***

Las materias que componen este bloque tienen como fundamento las ciencias básicas y su objetivo es la comprensión de la ingeniería aplicada, dichas materias propuestas hasta el mes de noviembre de 1994 son:

- Sistemas Electromecánicos
- Mecánica de Sólidos
- Química Aplicada
- Máquinas Eléctricas
- Contabilidad Financiera y Costos
- Estadística Avanzada
- Tecnología de Materiales
- Máquinas Térmicas e Hidráulicas
- Electrónica Industrial
- Ingeniería Económica
- Investigación de Operaciones

Todas ellas dentro de su temario y bibliografía tienen como finalidad la comprensión de la asignatura mediante la impartición de clases, trabajos de investigación, tareas, prácticas de laboratorio, etc; pero ninguna contempla el uso de la computación para una mejor comprensión o para facilitar la realización de los diversos trabajos y tareas que se piden.

Uno de los grandes inconvenientes para la impartición del conocimiento por medios computacionales radica en que los profesores están poco familiarizados con estos sistemas, y quizá son ellos en parte opositores de su empleo, pues creen que su uso anula la creatividad del alumno o bien coarta su desarrollo ingenieril al facilitarle las cosas y no es así, ya que en este tenor, eliminaríamos el uso de las calculadoras, reglas de cálculo o de cualquier otra herramienta que nos facilite el trabajo hasta llegar a dedos y manos. Viendo la lista de materias que componen este bloque, cualquier alumno podría listar una serie de puntos en los que una computadora le sería de gran ayuda. El problema radica en saber seleccionar la manera de ayudar al alumno en la "talacha", pero nunca, hacer su trabajo.

#### **II.1.4 La Ingeniería Aplicada.**

Durante los últimos semestres de la carrera, el estudiante comienza a realizar trabajos que tienen como fin adentrarlo en algunas áreas específicas sin el objeto de que se convierta en especialista, sino tan solo que conozca una gran cantidad de problemas típicos a los que se enfrentará en su vida profesional.

Es ahora donde, finalmente comienza a aplicar todos los conocimientos adquiridos previamente a la solución de problemas más reales, prácticos y menos teóricos. Incluso, muchos de los profesores que dan clases a este nivel llevan a clase problemas que tuvieron en sus compañías y que tienen características propias para ser resueltas como parte del proceso de enseñanza.

---

Para estas materias, los CIEES dicen que *"Deberán considerarse los procesos de aplicación de las ciencias básicas en proyectar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. Deben estar incluidos los elementos fundamentales del diseño de la ingeniería, incluyendo aspectos tales como el desarrollo de la creatividad, empleo de problemas abiertos, metodologías de diseño, factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos, de seguridad, estética e impacto social, partiendo desde la formulación de los problemas. Tendrá un área de apoyo basada en materias como contabilidad, administración industrial, finanzas, economía, la cual deberá guardar el adecuado balance con el resto de las horas asignadas a esta parte del programa"*.

### ***La Aplicación.***

Las materias que componen este bloque dan al alumno la preparación final en su carácter global de Ingeniero Industrial, las materias propuestas hasta el mes de noviembre de 1994 son:

- Procesos de conformado de materiales
- Diseño de Sistemas Productivos
- Planeación
- Instalaciones Electromecánicas
- Procesos de Corte de Materiales
- Relaciones Laborales y Comportamiento Humano
- Seminario de Ingeniería Industrial
- Automatización y Robótica
- Procesos Industriales
- Planeación y Control de la Producción
- Sistemas de Mejoramiento Ambiental
- Evaluación de Proyectos

Las cuales adolecen de poco o nulo apoyo en la computación. Las que en algún punto del temario tienen que mencionar la influencia de la computación, el profesor trata el tema de manera superficial ya que el alumno en general no tiene las bases suficientes para comprender de lo que se le habla o bien, lo desconoce.

En los laboratorios pese a contar con los recursos necesarios, al alumno se le dificulta manejar las máquinas y equipos instrumentados mediante cómputo, limitándose a ver (en el mejor de los casos) como se usan, y todo por una falta de preparación que inhibe la visión y expectativas del alumno al respecto y no concibe que la computación en la vida real esta en todas partes.

### **Las "OTRAS"**

Existen asignaturas que se imparten simultáneamente con las ciencias de la ingeniería, la ingeniería aplicada y los módulos. Estas materias se les han denominado "OTRAS" y son:

Ingeniería Industrial y Productividad  
Estudio del Trabajo  
Calidad

También se incluyen "Computadoras y Programación" y "Análisis Gráfico" que ya se explicó dentro de las ciencias básicas. Y redundando, podemos ver que son materias que con un análisis del desempeño profesional de los egresados de Ingeniería Industrial, no son materias "extra", pues resultan ser de relevante importancia, ya que un egresado que conozca de computadoras, inglés, relaciones laborales, productividad y

---

necesariamente las tendencias actuales de calidad, es un candidato que ninguna empresa dejará pasar.

## **II.1.5 Los Módulos de Salida.**

Como ya se mencionó, el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial cuenta con módulos de salida, los cuales enfocan al estudiante hacia las grandes áreas de su quehacer como ingeniero. Los módulos, vistos académicamente, son grupos de materias de áreas afines, de las cuales el alumno podrá seleccionar uno que será "su modulo" o área de especialización, también deberá tomar asignaturas del otro módulo, que incrementarán sus conocimientos y servirán para cubrir el mínimo de créditos optativos requeridos.

### ***La Especialización.***

En el módulo de Producción, el alumno obtiene las herramientas necesarias para comprender los principales tipos de procesos, métodos y tecnologías de punta que describen a un sistema productivo, desde su diseño hasta la implementación, mantenimiento, control y mejoras.

En el módulo de Administración y Sistemas, se tiene como propósito brindar al alumno la preparación suficiente para coordinar la mano de obra, materiales, materia prima, producto en proceso, producto terminado y maquinaria dentro de un sistema productivo, con el objeto de llevar a cabo la producción en forma continua y optimizada desde el punto de vista económico, así como el aprendizaje de el comportamiento

humano, mercadotecnia, comercialización, aspectos legales y económicos que todos ellos juntos determinan la realización de un proyecto desde un punto de vista gerencial-directivo.

Dentro del plan de estudios como se mencionó, enfoca al estudiante hacia las grandes áreas de su quehacer como ingeniero, donde se tienen las materias siguientes agrupadas de acuerdo con su módulo:

**Módulo de Producción**

Aire Acondicionado y Refrigeración  
Diseño, Selección y Aplicación de Materiales  
Diseño de Elementos de Máquinas  
Ingeniería de Calidad  
Ingeniería del Producto  
Procesos Industriales  
Temas Selectos de Producción

**Módulo de Administración y Sistemas**

Administración  
Gestión de Empresas  
Gestión de Proyectos  
Ingeniería Financiera  
Investigación de Operaciones  
Planeación Estratégica  
Sistemas de Comercialización  
Temas Selectos de Administración y Sistemas

Como se puede apreciar, no existe una sola materia que especialice al estudiante de Ingeniería Industrial en el uso que se le da a la computación dentro de la industria. Y no solo eso, sino

---

que el grueso del alumnado no es capaz de visualizar la potencialidad de dichos conocimientos.

## ***II.2 ¿Qué requiere?***

La Secretaría de Educación Pública y el Consejo Nacional del Sistema de Educación Tecnológica, a través de su Dirección de Investigación y Desarrollo presentaron un documento editado en noviembre de 1994, donde se realiza un estudio profundo de oferta-demanda de ingenieros industriales en México.

El propósito fue conocer la opinión de expertos tanto del ámbito académico como del productivo, con relación a las necesidades de formación de estos profesionales, considerando su campo ocupacional y el desarrollo de la ingeniería industrial. Definen las características deseables que debe reunir el ingeniero industrial como sigue:

**El ingeniero industrial debe:**

**Poseer las siguientes cualidades:**

Capacidad de coordinar e integrar todos los recursos para elevar la productividad de la empresa y gran habilidad para establecer adecuadas relaciones humanas, lo que le permitirá coordinar a la gran masa productiva, apoyándose en estudios del trabajo, cuyos resultados contribuirán para que el ingeniero industrial, cuente con elementos para planear, mejorar y establecer programas de capacitación e incentivación con el fin de aprovechar al máximo la habilidad de la mano de obra en el manejo de los modernos sistemas de producción.

Demostrar un alto sentido de responsabilidad y contar con características de líder en las diversas funciones y actividades que realice.

Tener una visión panorámica y global de la empresa que le permita

identificar problemas, coordinar e integrar las áreas productivas y supervisarlas.

Ser emprendedor, y ser persistente por la mejora continua de los recursos materiales y humanos, los sistemas de producción y la búsqueda permanente de nuevos nichos de mercado, lo que requiere que posea una cultura de excelencia y una fuerte resistencia a la frustración.

La creatividad como una aptitud y actitud, lo que le ayudará a innovar en procesos y procedimientos así como en las diferentes áreas de la empresa con el fin de mejorar los niveles de producción.

**Tener sólidos conocimientos básicos en:**

Matemáticas, Física y Química, Computación y Estadística.

**Poseer conocimientos amplios**

**En ingeniería:** Mecánica, electrónica, mecatrónica y materiales.

**En Administración:** Costos y contabilidad. Manejo y aplicación de la planeación estratégica. Aplicación de procesos de simplificación administrativa, eliminación de desperdicio administrativo y productivo, conocimientos de economía, manejo de sistemas financieros, control presupuestal y elaboración de presupuestos. Es necesario el manejo de la organización de la estadística, para aplicarla en la estructuración y evaluación de instrumentos de medición.

**En Aspectos Ambientales:** Tener presentes las repercusiones que puedan existir en el medio ambiente. Estar el día en aspectos ecológicos, de seguridad, de orden, de limpieza, normatividad y ahorro de energía.

**En Diseño:** De productos y de procesos.

**En Producción:** Debe ser capaz de hacer una distribución adecuada de la planta, interpretar diagramas, manejar los fundamentos de la metalmeccánica y de manufactura flexible sobre máquinas de control numérico para competir y cambiar las formas de producción,

---

dependiendo de la demanda en el mercado. Debe establecer sistemas de trabajo de producción, de tiempos y movimientos, de productividad, y tener el dominio de procesos y materiales, así como conocer sobre aspectos energéticos, investigación de operaciones, y técnicas modernas de producción "Justo a Tiempo", planeación de requerimiento de materiales, Calidad total, etc.

La planeación y el control de la producción debe ser eficaz así como el manejo de filosofías sobre mejora continua y la aplicación de calidad, inventarios, ingeniería de métodos, planeación y control de la producción, desperdicios y rendimientos.

**En Automatización:** Debe llevar adelante los procesos de automatización y de aplicación de las nuevas tecnologías de producción. Conocer y manejar simulación y animación, sistemas de inteligencia artificial y sistemas de manufactura integrada por computadora.

**En manejo de recursos humanos:** Debe manejar adecuadamente las relaciones humanas y de grupos para tratar con todo el personal que labore en una industria. Es importante que conozca y sepa aplicar la legislación laboral, las relaciones laborales y la psicología industrial.

Es importante el manejo de la manufactura sincronizada, de la reingeniería de procesos, de nuevas herramientas de calidad total, de sistemas de trabajo con alto desempeño. De saber de calidad en tecnología de materiales y procesos para enfrentar la competitividad internacional. Es necesario que realice flujos de alta tecnología en sistemas de manufactura, robótica y automatización para actualizar sus formas de producción y elevar la productividad.

**En investigación y desarrollo:** debe aprender a resolver problemas a través del manejo de métodos y ser promotor de la investigación en todos los sistemas.

En ésta área, su participación es importante para determinar las necesidades de la empresa, en cuanto a diseño y rediseño de maquinaria y equipo propio para el ahorro en las instalaciones de nuevas tecnologías, así como la adquisición de capacidad en el manejo de proyectos no lógicos.

**En comercialización:** Saber comercializar. Saber ventas, mercadotecnia, de los servicios al cliente y de la dinámica actual de precios.

Debe conocer y manejar procesos de logística desde el abastecimiento hasta la comercialización de un producto. En cuanto aspectos internacionales se trata, requiere del conocimiento del comercio internacional y su normatividad así como del adecuado manejo de las especificaciones del producto.

### **II.3 ¿Y qué falta?**

Si bien, a lo largo de toda la carrera se cubren la mayor parte de estas necesidades, el área de cómputo requiere una mayor presencia para poder satisfacer los requerimientos que exige la industria. Como se plantea actualmente el plan de estudios, únicamente dentro de la materia de "Computadoras y Programación" se tiene a la computación como parte del temario, y posteriormente en "Automatización y Robótica", que al situarse en los últimos semestres no logra el impacto necesario en su formación.

#### ***Lo que se enseña.***

La asignatura de "Computadoras y Programación", que es como ya lo mencionamos la única que al ser impartida en los primeros semestres puede formar la base requerida en computo tiene en su temario el siguiente contenido:

---

# "COMPUTADORAS Y PROGRAMACION"

## TEMARIO

**OBJETIVO DEL CURSO:** *"Describir la evolución que han tenido los equipos de cómputo y analizar los fundamentos de la programación estructurada y orientada a objetos como metodologías para llevar a cabo el análisis y diseño de programas. Asimismo aprenderá a utilizar un lenguaje de programación estructurado, un procesador de texto, una hoja de cálculo electrónica y un manejador de bases de datos, que le permitan al estudiante utilizar la computadora como una herramienta en la solución de problemas relacionados con la ingeniería."*

### I **CONCEPTOS BASICOS DE COMPUTACION**

#### **OBJETIVO:**

Exponer una perspectiva de la evolución de las computadoras para que el estudiante conozca estos equipos, así como las unidades que la forman.

#### **CONTENIDO:**

- 1.1 Representación simbólica. Concepto de computadora. Computadoras digitales analógicas e híbridas.
- 1.2 Desarrollo histórico de las computadoras digitales.
- 1.3 Generaciones de las computadoras digitales
- 1.4 Impacto de las computadoras en la sociedad y tendencias del desarrollo de los sistemas de cómputo a corto plazo.  
La computación en nuestro país: situación actual y perspectivas a mediano plazo.

## **II COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DE LAS COMPUTADORAS**

### **OBJETIVO:**

Describir las partes principales de las computadoras y su funcionamiento, así como los aspectos a considerar en la selección de un equipo de cómputo.

### **CONTENIDO:**

- II.1 Transformación de números entre los sistemas decimal, binario, octal y hexadecimal.
- II.2 Componentes de una computadora. Soporte físico (hardware): la unidad central de proceso, dispositivos de entrada y/o salida, memoria principal y secundaria. Almacenamiento y representación de la información: instrucciones, caracteres y números. Soporte lógico (software): soporte lógico del sistema y del usuario.
- II.3 Tipos de procesamiento: Lotes, tiempo real, tiempo compartido. Configuración de equipos de cómputo.
- II.4 Aspectos a considerar al seleccionar un equipo de cómputo.

## **III METODOLOGIA DE LA PROGRAMACION ESTRUCTURADA**

### **OBJETIVO:**

El alumno tendrá una visión general de las técnicas y herramientas estructuradas, así mismo apreciará la importancia de éstas en el desarrollo de programas.

### **CONTENIDO:**

- III.1 La programación estructurada
  - III.1.1 Definición del problema
  - III.1.2 Identificación de los módulos (subproblemas)

- 
- III.1.3 Refinamiento sucesivo de los módulos
    - III.1.3.1 Pseudocódigo y diagramas estructurados
    - III.1.3.2 El árbol y la tabla de decisiones

III.2 El ciclo de vida de los sistemas

## **IV METODOLOGIA DE LA PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS**

### **OBJETIVO:**

El alumno tendrá una visión general de las técnicas y herramientas de la programación orientada a objetos, así mismo apreciará la importancia de éstas en el desarrollo de programas.

### **CONTENIDO:**

- IV.1 La programación orientada a objetos
  - IV.1.1 Definición del problema
  - IV.1.2 Identificación de objetos y clases
  - IV.1.3 Determinación de los métodos
  - IV.1.4 Escritura del programa principal
  - IV.1.5 Determinación de los elementos
  - IV.1.6 Instrumentación de los métodos
- IV.2 Clases, objetos y herencia
- IV.3 Métodos estáticos y virtuales
- IV.4 Polimorfismo
- IV.5 Objetos dinámicos
- IV.6 Constructores y destructores
- IV.7 Sobrecarga de funciones y operadores

## **PRACTICAS DE LABORATORIO**

### **OBJETIVO:**

El alumno aprenderá a utilizar un lenguaje de programación estructurado, un procesador de texto, una hoja de cálculo electrónica y un manejador de bases de datos que le servirán de herramientas para resolver problemas relacionados con su carrera empleando la computadora.

- I. Procesador de texto
- II. Hoja de cálculo electrónica
- III. Manejador de bases de datos
- IV. Lenguaje de programación estructurada

Como se puede imaginar, esta asignatura cubre todos los conocimientos básicos que pudiere requerir cualquier profesionista y precisamente está es su concepción, pero si bien, durante el curso se reciben todos estos conocimientos, el problema real estiba en la falta de cursos posteriores que refuercen lo aprendido durante el resto de la carrera, por lo que el alumno promedio (que no sea estudiante de Ingeniería en Computación) tiende a relegar el uso de la computadora por su calculadora, papel, habilidad y mucha, muchísima paciencia.

### ***¿Se aprende?***

En base a esta situación, se cuestionó a alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial, que cursa los últimos semestres, si el conocimiento adquirido en dicha materia les era de utilidad,

---

a lo cual un 90% respondió que no recordaban siquiera lo que se les había enseñado en dicha clase, el 10% restante dijo que fue por necesidades principalmente del trabajo externo a la escuela, que sí les sirvió en su momento pero que era demasiado básico lo aprendido.

En una encuesta realizada recientemente por el departamento de Ingeniería Industrial entre los egresados de esta carrera donde se les cuestionó ¿qué era lo que les hacía falta conocer para obtener empleo con mayor facilidad? El 17% contestó que computación, otro 17% inglés, 13% Administración y Costos, 12% Finanzas y Logística, 9% Calidad, 8% Procesos, 7% Mercadotecnia, 6% Planeación, 4% Producción, 4% Manufactura, 3% Seguridad Industrial y un 2% Térmica. En un muestreo realizado en diversos periódicos, se determinó que las empresas dedicadas a la manufactura requieren los siguientes conocimientos entre los Ingenieros Industriales: 18% Cómputo, 18% Inglés, 15% Calidad, 51% otros. Todos estos datos, obtenidos en muestreos locales se ven reforzados por su paralelismo a los obtenidos en el documento "Oferta-Demanda de ingenieros industriales".

Esto, sin lugar a dudas es muy inquietante, ya que la gran mayoría de los egresados tienen conocimientos de cómputo realmente pobres y cuando se habla de un tipo especializado de cómputo, su conocimiento es aún más estrecho.

Esto nos lleva a pensar que es indispensable incluir en la bibliografía de cada temario, el software comúnmente aplicado en la industria, que ayude a la comprensión y aplicación de los conceptos, ejemplos y ejercicios expuestos en clase a lo largo de toda la carrera y no solo en los inicios de la misma.

Para que el alumno cuente con la posibilidad de conocer los principales sistemas de software indispensables en su formación, se realizaron encuestas a personalidades de la industria, de la academia y a los mismos alumnos. Dicho cuestionario tuvo como fin determinar ¿Qué es lo que todo ingeniero industrial egresado debe saber de computación? y se llegó a la conclusión siguiente:

**TODO INGENIERO INDUSTRIAL DEBERA CONOCER Y MANEJAR SATISFACTORIAMENTE AL EGRESAR DE LA CARRERA, AL MENOS UN SISTEMA DE CADA UNA DE LAS APLICACIONES SIGUIENTES:**

**Procesador de Texto**  
**Hoja de Cálculo**  
**Bases de Datos**  
**Redes de Comunicaciones**  
**Sistemas de Ruta Crítica**  
**Diseño Asistido por computadora**  
**Manufactura Asistida por Computadora**  
**Control Numérico por Computadora**  
**Manufactura Integrada por Computadora**  
**Multimedia**  
**Lenguaje de Programación**

Con ello, no solo se logrará una mejor preparación del estudiante, se está formando un profesionalista más completo ya que el hecho de conocer estas herramientas le permite comprender muchos otros procesos anexos a los mismos y más aún, podrá realizar o presentar sus propias ideas y/o proyectos de una manera sencilla y barata que logra un mayor impacto en los espectadores.

## **CAPITULO III**

*Propuesta por familias o grupos tecnológicos de cómputo en las líneas curriculares.*

*Objetivo:*

***Comprender que son, para que son y donde se usan cada una de las herramientas de cómputo sugeridas para así apreciar las ventajas de su aprendizaje.***

---

**FALTA PAGINA**

**No 73 a la 44**

### **III.1 Las herramientas de cómputo**

En los capítulos anteriores, se ha tratado de demostrar que si bien, la formación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial es de las mejores, resulta estar en desventaja frente a otros profesionistas por una simple falta de conocimientos en el área del cómputo. Al final del capítulo anterior, se asevera que todo Ingeniero Industrial recién egresado deberá conocer y manejar satisfactoriamente, al menos un sistema de procesador de textos, hoja de cálculo, base de datos, sistema de comunicación, sistema de graficación, sistema de diseño (CAD/CAM) y un lenguaje de programación.

Ahora, se pretende explicar que son, en que consisten y sobre todo, para que le sirven al Ingeniero Industrial cada una de estas herramientas. Las de uso más común se mencionan brevemente, mientras que las especializadas o de mayor complejidad son explicadas en una forma más amplia. También se indica en cual o cuales bloques son de utilidad y en su caso las asignaturas en las que son de gran ayuda.

Las diversas herramientas de cómputo que se sugieren, pueden dividirse en herramientas básicas o generales y herramientas especializadas. Las primeras son aquellas que cualquier persona con una pequeña instrucción puede ser capaz de dominar y su empleo requiere de equipo común (una PC y una impresora), las segundas requieren de una instrucción más especializada a parte de algunos conocimientos previos y su empleo implica el uso de computadoras más sofisticadas o varias

---

de éstas interactuando con máquinas-herramientas e incluso, la conexión e interutilización de éstas.

Las herramientas básicas que se sugieren en este capítulo son:

- El procesador de textos
- La hoja de cálculo
- La base de datos
- El lenguaje de programación

Las herramientas especializadas que se sugieren en este capítulo son:

- Las redes de computadoras
- Los sistemas de ruta crítica
- El diseño asistido por computadora
- El control numérico por computadora
- La manufactura asistida por computadora
- La manufactura integrada por computadora
- La multimedia

Estas últimas, como ya se comentó, requieren de conocimientos previos (que no necesariamente son de cómputo) o de un equipo especializado.

### **III.2 El procesador de textos**

En un principio, el hombre tenía para escribir solo pinturas y piedra, posteriormente escribía en tablillas de barro o de cera. Todo esto era enormemente tedioso e implicaba que un

error arruinaba todo el trabajo. Llegaron entonces la pluma y el papel, lo cual facilitaba la velocidad de la escritura pero no así la corrección de errores que implicaban comenzar de nuevo. Entonces llegó la máquina de escribir, donde se podían corregir los pequeños errores, pero hacer mayores cambios significaba escribir todo otra vez y significa muchas más horas de trabajo. Hoy en día, el procesador de textos ha hecho más fácil la labor de la escritura, así uno puede concentrarse en generar ideas y no en evitar errores.

El procesador de textos es un programa que se usa de manera parecida al de la máquina de escribir y nos permite escribir todo lo que queramos: documentos, cartas, informes, novelas, etc. Además de tener la facilidad de modificarlo, imprimirlo, insertarle gráficos, tablas, fotos e incluso, otros textos y hasta corregir la ortografía. Las funciones principales de un procesador de texto son:

- Facilitar la creación de archivos, cartas, memos, recibos, avisos, tarjetas, etc.
- La impresión de dichos documentos.
- Editar el texto, cambiar los tipos de letra, borrar o insertar bloques de texto, marcar y localizar partes del mismo.
- Permite la búsqueda de palabras, frases, párrafos, letras y/o signos dentro del documento.
- Sustituye palabras, frases, etc; de manera automática.
- Inserta documentos completos o parte de ellos dentro del archivo en uso.
- Despliega comentarios que referentes al texto que pueden o no ser impresos y que sirven de recordatorio o notas.
- Justificar todo el documento o parte de él.

- 
- Crear columnas, tablas, gráficos y fórmulas.
  - Hacer encabezados o pie de página.
  - Definir notas al pie de la página, al final del documento o capítulo.
  - Generar índices.
  - Comparar documentos.
  - Revisar ortografía.
  - Diccionario de sinónimos.
  - Actualización automática de fechas.
  - Paginado automático.
  - Usar y combinar varios tipos, tamaños y estilos dentro de un mismo documento, se puede incluso que este uso sea letra a letra.
  - Usar caracteres especiales.
  - Generar o insertar gráficos.
  - Ayuda y da ejemplos del uso de sus varias funciones.
  - Tutores de aprendizaje.
  - Claves de acceso a los documentos.

Actualmente, el procesador de textos ha evolucionado tanto con respecto a los primeros (que solo permitían usar a la computadora como una máquina de escribir) que ahora para las secretarías es mucho más difícil usar la original máquina de escribir. Existen procesadores tan potentes que le permiten editar una revista moderna en cuestión de segundos, dependiendo de la habilidad del editor.

El uso que se le puede dar al procesador de texto es tan amplio, que sugerimos su aprendizaje desde los primeros semestres para presentar cualquier trabajo escrito, en todas las materias.

### **III.3 La hoja de cálculo**

La palabra cálculo proviene del latín "*calculus*" que en su traducción literal quiere decir piedra o guijarro, y es que en un principio, las operaciones aritméticas eran realizadas precisamente con la ayuda de cuentas que representaban unidades o cantidades específicas.

Por ejemplo, una piedra para un ganadero era la representación de una vaca, para un campesino era un bulto de trigo, etc. Esto en parte simplificaba los cálculos, ya que en lugar de contar directamente sus vacas o bultos, únicamente realizaba sus cuentas con las piedras. Posteriormente aparecieron el lápiz y papel con los números arábigos y poco a poco se simplifica la contabilidad.

Pero ahora, cualquier persona necesita realizar operaciones más complicadas por la cantidad de datos, la complejidad de las operaciones y el problema de almacenar estos datos con sus resultados y hasta las operaciones.

La hoja de cálculo es una herramienta que permite realizar toda clase de operaciones financieras, numéricas, estadísticas, etc. Es una "hoja electrónica" donde uno realiza operaciones dentro del mismo programa, guarda los datos y resultados en celdas individuales donde pueden ser usados y "reusados" en tantas operaciones se requiera. También cuenta con fórmulas y funciones predeterminadas ya sean de estadística, contables, probabilísticas, etc.

El aspecto de una hoja de cálculo, es el de la tradicional hoja cuadrículada, donde cada cuadrito se llama celda.

---

Estas celdas se agrupan en una matriz electrónica dividida en filas (renglones) y columnas. La hoja de cálculo permite:

- Almacenar datos
- Operar dichos datos y almacenar el resultado en otra celda.
- Crear tablas con los datos y resultados.
- Crear gráficas tipo pie, barras, líneas, sábanas, etc. en base a los datos almacenados.
- Dar formato a los datos, los alinea en columnas, tablas o índices.
- Puede clasificar a los datos como unidades de medida, monetarias, científicas, etc.
- Operar sobre todo un grupo de datos.
- Crear formatos especiales para impresión.
- Realizar operaciones matemáticas y funciones analíticas, probabilísticas, estadísticas o contables.
- Imprimir todos o parte de los datos.
- Añadir texto para encabezados, pies, notas, etc.

La hoja de cálculo, sustituye a la tradicional hoja de papel, lápiz y calculadora, para poder realizar toda clase de tablas y operaciones matemáticas. Para el análisis estadístico y probabilístico en general, es la herramienta ideal.

Su uso dentro de la currícula del estudiante no solo abarca las materias de matemáticas, nos facilita las labores de las materias de física, probabilidad, termodinámica, métodos numéricos, electricidad y magnetismo dentro del bloque de básicas y del bloque de ciencias de la ingeniería, la ingeniería aplicada y los módulos optativos, es de gran ayuda en todas las materias, ya que siempre se pide un análisis numérico de los casos presentados, tareas o trabajos.

### **III.4 La base de datos**

Si se imagina al ganadero moderno que se preocupa no solo por saber cuantas vacas tiene, sino que ahora quiere establecer los parentescos entre su ganado y así poco a poco mejorar su ganadería. El saber qué vaquilla es la de mejor linaje no es un proceso fácil, es llevar un registro de sus antecesores, sus tamaños, pesos, colores, producción, reproducción, etc.

Todo esto se puede llevar en un archivo, pero la consulta puede resultar tan o más complicado que el hacerlo, por ello, ayudados de una computadora se pueden llevar datos, relaciones y observaciones de cosas de interés. La herramienta de cómputo que tiene estas características es la base de datos.

Una base de datos es una colección de datos de todo tipo, organizada y presentada para servir a un propósito específico: obtener información.

Otro ejemplo sencillo de una base de datos es la agenda de direcciones y teléfonos, en se tiene todos los datos relevantes para localizar y comunicarnos con una persona o empresa. Sus datos generalmente están dispuestos en orden alfabético de acuerdo al nombre o razón social que es la llamada "llave principal", es decir es el dato en base al cual se ordenan todos los demás datos.

Siempre asociado a un nombre va una o varias direcciones, teléfonos y en ocasiones, alguna anotación referente a la persona o empresa. Estos datos se les conoce

---

como "llaves secundarias" y de acuerdo a la importancia que se le dé podrán ser utilizados como segundo criterio de organización. En una base de datos, su contenido se organiza en registros, celdas y campos.

Un registro contiene toda la información correspondiente a una misma unidad de información. En una agenda, un registro estaría compuesto por toda la información correspondiente a una sola persona o empresa, es decir su nombre, dirección, teléfono, fax, etc.

Una celda es una subdivisión del registro. En la agenda, una celda contendría un solo nombre o una sola dirección, etc. Para el caso de la gente que tiene dos teléfonos, se puede usar otra celda.

El campo es un conjunto de celdas que contienen el mismo tipo de información. Así, un campo que se denomine "nombre" contendrá todas las celdas de la base de datos que especifiquen el nombre de cada registro.

Así, como la función principal de una hoja de cálculo es analizar números para darnos información, una base de datos tiene como tarea principal el manejar información y almacenarla, a parte de poder realizar cálculos estadísticos, ordenar, añadir, actualizar y localizar información de manera rápida y eficiente. Como se puede uno imaginar, es mucho más sencillo que un fichero, un libro de referencias o un archivo de tarjetas, ¿Cuántas veces se ha vuelto loco tratando de encontrar un teléfono en nuestra propia agenda?

Igual que la hoja de cálculo, una base de datos nos sirve de gran ayuda para materias de matemáticas, física, química,

etc. E incluso al alumno le puede servir para realizar un análisis de su avance académico. Su uso dentro de las ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada y los módulos optativos es de gran ayuda para materias como: Contabilidad Financiera y Costos, Estadística Avanzada, Ingeniería Económica, Investigación de Operaciones, Diseño de Sistemas Productivos, Planeación, etc.

### **III.5 Las redes de computadoras**

El almacenamiento, envío y análisis de la información ha sido uno de los grandes problemas a que se ha enfrentado el hombre desde que inventó la escritura. No es sino hasta la segunda mitad del siglo XX que ha podido resolver, parcialmente este problema gracias a la computadora.

Una vez resuelto el problema del almacenamiento de la información, su manejo, seguridad e integridad es el dolor de cabeza de los ingenieros. Hacia 1983, la compañía Novell, Inc. fue la primera en introducir el concepto de *File Server* (servidor de archivos), en el que todos los usuarios pueden tener acceso a la misma información, compartir archivos y contar con niveles de seguridad.

Una red de computadoras es una colección de éstas que se encuentran intercomunicadas por diversos medios, cuyo fin es compartir recursos, sean datos, herramientas o equipos periféricos (impresoras, discos ópticos, etc).

En el concepto de servidor de archivos, un usuario puede acceder, indistintamente discos (donde se encuentra almacenada

---

la información) en otras computadoras. El servidor de archivos es una computadora designada como administrador de los recursos comunes.

Al hacer esto se logra una verdadera eficiencia en el uso de estos, así como una total integridad de los datos. Los archivos y programas pueden acceder por varios usuarios simultáneamente.

En el diseño de redes de computación, se busca como compartir recursos en una empresa, estos recursos pueden ser de hardware y/o software, solucionar problemas de tráfico en la red, interconectar locaciones distantes, proporcionar conectividad de voz y datos por un mismo medio, etc.

Estas necesidades son atacadas y solucionadas en el diseño de una red, sin embargo, no siempre se realizan con una metodología que prevea los lineamientos, requerimientos, obstáculos y necesidades.

Con ello se podrán anticipar acontecimientos tan importantes como crecimiento, nuevas tecnologías, capacidades de operación, administración, monitoreo y sobre todo un enfoque hacia las aplicaciones.

Una metodología que se sigue para el diseño de redes es la siguiente:

- Diagnóstico de necesidades de red
- Diseño lógico de la red
- Diseño físico de la red.

Con esta metodología se encontrará la mejor solución a los problemas.

Una rama de reciente e importante desarrollo es el correo electrónico. Esto es la transmisión de datos por medio de una red y dichos datos pueden ser un memorándum dentro de una empresa, intercambio de informes en un instituto de investigación, comunicación entre amas de casa o bien, la formulación de un pedido, factura o estado de cuenta de una compañía a otra.

Los cajeros automáticos se basan en este principio y su importancia radica en la disminución de los tiempos perdidos por trámites administrativos (factorajes, presupuestos, aclaraciones, etc.) que sumados representan un alto porcentaje de las pérdidas económicas (horas-hombre) en una empresa y que generalmente no quedan registradas.

El alumno de Ingeniería Industrial que conozca el manejo de redes, tendrá una gran ventaja sobre el resto, ya que de ellas puede obtener información sobre cualquier tema, puede intercambiarla, puede obtener programas de toda índole que le permitan simplificar sus labores y hacer intercambio de conocimientos con otros estudiantes o profesionistas de la Ingeniería Industrial desde cualquier parte del mundo.

Las materias que inciden directamente con el manejo de redes son: "Computadoras y Programación" de donde adquiere los conocimientos básicos, y "Automatización y Robótica" aquí puede palpar el uso industrial de las redes.

---

### **III.6 Los sistemas de ruta crítica**

Cada individuo planea sus actividades de acuerdo con su experiencia pasada, su habilidad de organización, la intuición y el sentido común que posee. A través de los años tiende a crear sus propias técnicas que algunas veces son compatibles con las de sus colaboradores pero en ocasiones ellas entran en conflicto.

Una de las debilidades más serias de los métodos de planeación y control tradicional es su falta de uniformidad. En cualquier tipo de actividad las técnicas de planeación varían considerablemente de nivel a nivel y aún en un mismo nivel varían de persona a persona.

Siempre es posible tener cambios inesperados de personal. Algunas veces es posible que el personal nuevo se familiarice por sí mismo con las actividades que debe realizar a través de un plan concebido y parcialmente ejecutado por su antecesor, pero bajo estas circunstancias no se tiene el conocimiento que se requiere para un control efectivo. Los métodos tradicionales no proporcionan medios efectivos para resolver estas situaciones.

Por otra parte es muy frecuente que un proyecto se atrase y sea necesario acelerarlo. La tendencia general cuando se usan métodos tradicionales es acelerar todas las actividades al máximo posible hasta lograr que el proyecto se termine en la fecha prefijada.

La observación de las desventajas de los métodos tradicionales hizo investigar si se podía ofrecer una mejor solución a problemas típicos sobre formación de calendarios de obra. Se observó que una representación por medio de una

---

gráfica de las relaciones entre las distintas actividades de un proyecto, podría dar información que antes no se percibía.

La introducción de gráficas para describir el plan de un proyecto fue un cambio radical de la representación de barras, cuando se añadió a las gráficas las estimaciones de duración y costo de cada actividad, permitió que surgieran diversas técnicas de planeación y control verdaderamente poderosas ya que no solo prevé tiempos, también costos.

El sistema de ruta crítica (SRC), es un proceso gráfico que puede utilizarse en la planeación y programación de las actividades de un proyecto. En otras palabras SRC es una gráfica de actividades. En esta gráfica cada actividad está representada por una flecha. Cada flecha tiene un origen y un extremo. El origen de una flecha indica el inicio de una actividad y el extremo el fin.

Con éstas definiciones las flechas pueden usarse para expresar relaciones entre actividades. Cada actividad de un proceso está relacionada con las restantes de una o más de las maneras siguientes:

- a) Debe preceder a alguna actividad
- b) Debe seguir de alguna actividad
- c) Puede iniciarse al mismo tiempo que otra actividad

Cuando dos o más flechas tienen el mismo origen y el mismo extremo, se originan errores en los cálculos asociados a la gráfica de actividades, pues se genera un empalme de dichas actividades y una probable indecisión. Esto ocasiona el uso de las actividades mudas, que evitan que las flechas tengan origen y extremos comunes.

---

Por supuesto, un proyecto completo consiste de muchas actividades, la gráfica correspondiente de muchas flechas, una para cada actividad que se conoce como diagrama de flechas.

Para obtener el diagrama de flechas primero se definen todas las actividades que requiere el proyecto. Luego, a cada actividad se le asigna una flecha, cuya colocación en el diagrama se determina contestando las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál actividad debe preceder a la analizada?
- b) ¿Cuál actividad no puede iniciarse hasta que se termine la analizada?
- c) ¿Cuál actividad puede iniciarse simultáneamente con la analizada?

Una de las características del SRC es para la planeación y programación de un proyecto como dos operaciones distintas y separadas, con lo que se elimina la confusión e incertidumbre que resulta cuando las dos se conducen simultáneamente.

Construir formas: Es común colocar estos números en círculos situados en los extremos de la flecha. Estos círculos se llaman "nudos" o "eventos" y la numeración debe cumplir las siguientes condiciones.

- a) El número del nudo que corresponde al origen de la flecha debe de ser menor que el número del nudo que corresponde a su extremo.
- b) En el diagrama de flechas total no deben existir números repetidos.

---

Un procedimiento para determinar las actividades que deben incluirse en un proyecto es el siguiente:

- a) Estudiar los planes y especificaciones hasta obtener el conocimiento completo del proyecto.
- b) Realizar mentalmente el proyecto y al mismo tiempo listar cada actividad que surja en este proceso.
- c) Dibujar un diagrama de flechas tentativo e incorporar cada una de las actividades previamente listadas en el paso anterior. En esta etapa es posible que surjan actividades que no se consideraron previamente. Se continúa la construcción del diagrama de flechas, se modifican conforme se recuerdan nuevas actividades hasta que se completa el diagrama. Al mismo tiempo, se modifica la lista de actividades formulada en la etapa anterior.
- d) Se verifica el diagrama de flechas obtenido para determinar si se incluyó todas las actividades que pueden influir en la ejecución del proyecto.

Los pasos anteriores se repiten hasta llegar al diagrama de flechas definitivo. Finalmente, cabe insistir que el diagrama de flechas suministra:

- a) Una base disciplinada para la planeación de un proyecto.
- b) Un medio de evitar la omisión de actividades que pertenecen al proyecto.
- c) Un medio para deslindar responsabilidades de los diferentes organismos que intervienen en la ejecución del proyecto.

- 
- d) Una ayuda para afinar el diseño de un plan propuesto.
  - e) Un medio de encauzar la experiencia adquirida en proyectos similares.
  - f) Una representación del proyecto que puede interpretarse con facilidad por cualquier persona.
  - g) Un medio excelente para entrenamiento de personal.

Cada una de las actividades de un proyecto tarda tiempo en ejecutarse y para programarlo se necesitan conocer los cálculos de tiempo correspondientes a todas las actividades. La duración de cada actividad deberá ser estimada por un individuo que conozca los métodos posibles de ejecución de la actividad de acuerdo con los recursos humanos, de equipo, etc. De esta manera, cada flecha del diagrama tiene asociada una duración es el tiempo requerido para ejecutar la actividad representada.

El empleo de todas estas técnicas puede resultar complicado en un principio, pero una vez que se familiariza con ellas es casi imposible dejar de usarlas para planear cualquier actividad sin importar la índole de la misma.

Su aplicación dentro del currículum del estudiante de Ingeniería Industrial debe ser desde los primeros semestres y verse como una herramienta gráfica dentro de la materia de "Análisis Gráfico", para así poder emplear esta técnica incluso para planear trabajos, tareas y exámenes. Su estudio se inicia en "Investigación de Operaciones" y su influencia puede abarcar todas las asignaturas de planeación, administración, diseño, procesos, etc.

---

### **III.7 Diseño Asistido por Computadora.**

Los dibujos fueron usados para comunicar ideas mucho tiempo antes de los lenguajes escritos, una cacería, un dios, las estrellas, los sueños, etc. Hoy en día, es casi inimaginable el crear un documento de presentación sin la ayuda de ilustraciones, gráficas o diagramas. En la industria de manufactura y construcción, en particular, líneas perfectamente trazadas son el principal medio de la comunicación de las ideas.

El CAD (diseño asistido por computadora, del inglés Computer Aided Design), nació con la necesidad de acelerar y perfeccionar la comunicación gráfica. Históricamente el CAD comenzó como una ingeniería tecnológica computarizada. Dicha disciplina va abarcando cada vez más a otras ramas como lo son el lenguaje natural (asociado a la inteligencia artificial), la simulación CAS (computer-aided simulation) o la geometría computacional.

Realmente, los ingenieros utilizan las computadoras como ayuda en los cálculos de diseño complejo desde los primeros desarrollos de las computadoras de la posguerra, y las primeras versiones de los equipos CAD datan de mediados de los años 50's. Sin embargo, el término CAD se impuso desde que el desarrollo de los microprocesadores hizo posible crear, modificar y manipular gráficos complejos, editados sobre la pantalla de un VDU (unidad de información visual).

CAD vio la luz en una serie de conferencias dadas por el distinguido pionero en este campo Ivan Sutherland, en el Massachusetts Institute of Technology durante los primeros años 60's.

---

En un sentido más moderno, CAD implica el proceso de diseño que emplea sofisticadas técnicas gráficas de computadora, apoyadas en paquetes de software para ayuda en los problemas analíticos, de desarrollo, costo y ergonómicos asociados con el trabajo de diseño.

La idea de que una computadora pueda desempeñar un papel activo en el diseño y la ilustración podrían parecer increíbles al principio, pero muchas personas involucradas en el trabajo creativo están optando por las computadoras para el mejor desempeño de sus labores, obteniendo de esta forma, resultados muy favorables.

Las computadoras son comúnmente usadas para otras actividades creativas. Podríamos pensar que el software CAD es como un procesador de palabras para gráficas. Es como un procesador de palabras en el aspecto de que puedes crear y editar fácilmente documentos.

Esto significa que se puede "cortar" y "encimar" elementos de un dibujo y modificarlos a nuestra conveniencia. Un programa de CAD puede archivar y duplicar porciones de un dibujo rápida y fácilmente con una enorme perfección.

Se puede diseñar documentos de cualquier tipo usando CAD. Para un arquitecto, por ejemplo, el plano de una construcción puede incluir todas las dimensiones exactas de cada uno de los cuartos, estancias, incluir etiquetas y notas adicionales.

El CAD permite a los diseñadores e ingenieros la manera de producir documentos técnicos rápidamente y con errores mínimos. Su manejo nos proporciona mayor velocidad, facilidad,

---

y perfección en cada uno de nuestros trabajos, que de otra forma requerirían mucho tiempo y cuidado.

Pero CAD no termina en simples dibujos por computadora. Ofrece una nueva y mayor eficiencia para manejar información en un diseño. El dibujo del piso de un edificio, por ejemplo, puede incluir un escritorio las sillas, las líneas telefónicas, las particiones, los nombres de cada uno de los elementos y sus precios.

Debido a que los dibujos realizados en CAD son fácilmente modificables, es posible realizar pruebas y correcciones necesarias para el perfeccionamiento del mismo, antes de que esté totalmente terminada. Esto es realmente útil sobre todo en los dibujos de tres dimensiones (3D); con lo que se tiene una idea de la forma y detalles que tendrá nuestro modelo, sin necesidad de hacer costosas maquetas a escala.

Otra característica singular, es la habilidad de automatizar actividades repetitivas. Algunos dibujos involucran repeticiones, y CAD ofrece una única manera de simplificar esta labor.

Algunos programas de CAD poseen los denominados "macros", lenguaje que permite la creación de instrucciones de edición. De esta manera por medio de una combinación de teclas es posible ejecutar comandos sin necesidad de introducir cada instrucción individualmente, evitando así una pérdida innecesaria de tiempo.

Cuando se realiza un dibujo en CAD, cada línea, arco o círculo es almacenado con las coordenadas precisas en una base de datos. De manera que, el programa puede leer dichas

---

coordinadas, permitiendo así, encontrar las dimensiones exactas de cada una de las partes de nuestro dibujo.

En un diseño manual, una pequeña modificación puede costarnos horas de trabajo; en cambio con CAD, esto se realiza en algunos segundos. Debido a esta característica, la capacidad creativa no se ve limitada a el tiempo que se emplea al trabajar en una simple hoja de papel, porque en CAD se puede modificar ideas en mucho menor tiempo.

Este ofrece a todas las personas que no son expertas, una nueva frontera de expresar todas aquellas ideas que sin ayuda de la computadora no se podría lograr. Al comenzar con el manejo de las instrucciones básicas para crear líneas, círculos, elipses, etc. hasta llegar a los complicados planos de una casa perfectamente realizados y detallados, o el diseño de un engrane con cada una de sus vistas, proyecciones o los diseños en la denominada tercera dimensión.

Ahora, se aplica cada vez más a campos tan diversos como la arquitectura, la ingeniería civil, la cartografía, la geofísica, en publicaciones y revistas, e incluso en el diseño de las prendas de vestir.

Las imagines coloreadas, en tres dimensiones y sombreadas que los vendedores muestran durante las presentaciones de los productos son seductoras, pero la mayor parte del dibujo que se realiza en una oficina de diseño es la realización de documentos de construcción. Ya que esta parte del trabajo representa del 30 al 40% del trabajo del diseño y está muy estandarizado, el CAD puede ser una excelente herramienta para reducir el costo de producción de los dibujos.

El CAD es una herramienta que combinada con las técnicas de los sistemas de ruta crítica, ayuda a tomar decisiones y resolver problemas. Se le dice a la computadora que conecte dos puntos, la computadora encuentra estos puntos, sugiere las soluciones disponibles, pedirá que se seleccione una alternativa y después dibujará una línea, a este proceso se le suele llamar interactivo.

Mientras que el software de dibujo es general por su propia naturaleza, el software de diseño es bastante específico, casi siempre muy complejo y requiere mucha más memoria. Debido a su mercado, momentáneamente limitado, es caro.

Ya que la mayor parte de las técnicas de dibujo, han sido incorporadas adecuadamente en el software de dibujo disponible hoy en día y su difusión ha sido tan amplia, la interrogante es ¿por qué no existe más software de diseño adecuado a pequeños y grandes usuarios?

Quizás haya considerado el CAD exclusivamente como una herramienta de diseño o de dibujo y no se ha tenido en cuenta como herramienta de supervisión. Una de sus características relevantes, es la posibilidad de revisar un trabajo rápidamente sin la necesidad de tener una serie de copias impresas para su comprobación.

Sentado ante una terminal, el director de un proyecto puede revisar cualquier trabajo que esté en el sistema, anotar las correcciones necesarias o hacer las correcciones por sí mismo.

Cualquier terminal CAD puede diseñarse de forma que incorpore un registro cronológico que funcione igual que la relación de horas trabajadas. Para trabajar en computadora hay

---

que asignar el registro a un proyecto determinado e iniciar entonces el reloj. Una vez terminado, el registro cronológico se desactiva. De esta forma, la computadora mantiene este registro que proporciona el tiempo utilizado en cada dibujo y el tiempo dedicado por cada persona a un proyecto determinado. Dependiendo del equipo que se posea, el archivo puede imprimirse al terminar el ciclo de trabajo o pasar la información directamente a la computadora de contabilidad e instalar un procedimiento de registro temporal en cuanto sea posible para construir una base de datos de los costos de producción como referencia futura.

No hace mucho tiempo, los arquitectos dibujaban perfiles de molduras, cornisas y detalles. ¿Cuántas veces habrá dibujado perfiles, contornos o molduras, para descubrir que los dibujos de taller eran tan imprecisos que necesitaban un rediseño completo y una nueva aprobación? Se han hecho muchos progresos con los dibujos de taller preparados en computadora.

Una de las tareas en la que la mayoría de los directores de proyecto trabajan, es la asignación de tiempo a las distintas fases de un trabajo. Hay dos planteamientos que son los más populares. Utilizando el primer método, se empieza con los costos brutos, se deducen los costos de los asesores y directores, se proyecta un beneficio objetivo y se convierte el costo restante a horas-hombre. Con el segundo método se proyectan las horas-hombre, se convierten a costos directos y se añaden los costos indirectos, beneficios y tarifas de los asesores para llegar al costo total.

Puede desarrollarse un modelo financiero propio en una computadora con la ayuda de cualquier programa de hoja de cálculo, tal como los proyectos de tarifas y horas-hombre, crear

el modelo en la computadora y se pueden enviar los datos de nuevo a la red o directamente a contabilidad.

Con la llegada del CAD, se crea ahora algo más que un conjunto de dibujos, crea una base de datos del edificio, una base de información coherente de vital interés para el encargado de gestionar los recursos del propietario. Todo ello es posible gracias a los gráficos inteligentes, es decir, a la posibilidad de almacenar datos con gráficos.

Si el CAD proporciona los cimientos para la gestión de los recursos, ¿no podría también ayudar a la toma de decisiones en el prediseño? Hoy en día, el proceso de diseño-construcción-ocupación está integrado desde el principio hasta el fin. Sin embargo, esta integración define los papeles tradicionales y las fases del proceso.

Es por ello que, muchas empresas han optado por hacer sus diseños por computadora y también se han creado otras con la finalidad de tener especialistas en este tipo de trabajos y con ello apoyar a la captura del diseño que se tiene en mente.

Las empresas que principalmente se apoya en el uso del CAD para sus diseños son, sin duda, las constructoras. Las constructoras se han dado cuenta que es imprescindible en su área de trabajo, porque además del ahorro del tiempo (en comparación con el que se tarda un dibujante tradicional), les resulta mas económico.

Además, existen sistemas CAD que nos hacen los cálculos exactos de los materiales que se requieren para la construcción de nuestro proyecto, así como, cantidad y medida de cada material.

---

Una aplicación más de el CAD es en la decoración de interiores ya que con éste podemos poner y quitar colores u objetos que se requieran para una mejor visión del lugar que se va ha decorar, con ello se da un mejor servicio al cliente, en una forma mas rápida y eficiente.

El uso del CAD en la escuela es también una importante aplicación, ya que con el aprendizaje del programa tenemos una mayor opción de la presentación de los trabajos, además que el alumno obtiene la capacidad, en un futuro, de emplear sus conocimientos en la rutina de su trabajo diario.

En base a lo anterior, se puede sugerir que el uso de esta herramienta gráfica se imparta dentro de la asignatura "Análisis Gráfico", atañe por su amplia aplicación a todas las asignaturas de producción, planeación, diseño, y la materia de "Automatización y Robótica".

### **III.8 El control numérico por computadora**

El control numérico por computadora, consiste en controlar de forma automática sistemas de fabricación de piezas de forma semicontinua, mediante un programa o un conjunto de instrucciones. Los principales componentes de un sistema NC son: el programa, el controlador y la máquina. El control numérico por computadora es una de las ramas de la industria que más rápido crece hoy en día, incluso aunque el número de gentes que cada día entran a este campo es grande, no es suficiente para satisfacer las necesidades que genera y, cada día es mas difícil para las compañías encontrar gente capacitada para el mismo.

Con esto nos referimos, a que el CNC, es la programación de una computadora para que opere una máquina herramienta con una precisión a una velocidad muy superior a la que podría alcanzar el mejor obrero especializado.

Las máquinas que utilizan CNC están generalmente limitadas en su rango de movimientos. Por lo general éstas van de dos a cinco, se considera toda máquina que tenga más de cinco, sean movimientos lineales o rotacionales como una máquina extremadamente compleja.

Este tipo de mecanismos esta generalmente dado por un motor, un tornillo, y un brazo, en la que un motor paso a paso que es la base de la precisión de estos mecanismos que mueven un tornillo y a su vez produce el movimiento de un brazo.

En las matemáticas se tienen varios tipos de referencia para los ejes, el más común es el de coordenadas cartesianas, también se puede utilizar a sistemas de coordenadas cilíndricas, coordenadas esféricas o coordenadas polares. La mayoría de las máquinas herramienta trabajan con coordenadas cartesianas por su fácil representación y comprensión.

Los ejes tienen un punto de referencia, esto es todo eje tiene un punto de reposo o punto cero, llamado también "Home", este es un punto en que la máquina empieza a considerar sus ejes, ya sean positivos o negativos, de esta manera la máquina tiene un punto de referencia con el cual comparar la posición en la que se encuentra.

El desarrollo del programa requiere que se defina la pieza que se va a trabajar en función del sistema de coordenadas dado, así como la selección de cada una de las operaciones a

---

realizar: punto a punto, en línea recta o de contorno. Esta sección está delimitada por los recursos de la máquina.

Si el programa se encuentra almacenado en una cinta que es necesario leer cada vez que se va a realizar una operación por parte de un controlador que no es un computadora, tenemos un sistema de control numérico estándar. Si en vez del controlador, tenemos una computadora y el programa se almacena en la memoria, el sistema es un CNC.

El uso adecuado de sistemas de los tipos NC y CNC en los procesos de fabricación que conlleva a la realización de operaciones semicontinuas, se traduce en un aumento de productividad y en una disminución de los costos de producción.

En el CNC se tiene un concepto llamado compensación, esto se puede ilustrar con un tirador con rifle, el cual puede determinar antes de su disparo que la distancia aproximada al blanco es de 50 metros, con esto calibrar su mira, una vez que ha hecho el primer disparo puede corregir la mira para que el segundo tiro sea más preciso, sucesivamente, hasta que se logra el tiro perfecto. De la misma forma, se utiliza un procedimiento de corrección para hacer fácil el uso de las máquinas de control numérico, así la calibración, el mantenimiento e incluso la prevención de fallas del equipo resulta mucho más fácil.

Una cosa que es importante aclarar es el control numérico no es un tipo de máquina, sino en general una metodología para controlar una amplia variedad de maquinaria, el CNC se ha aplicado a máquinas ensambladoras, a equipo de inspección, tornos, por nombrar algunos, pero para todo fin práctico se ha hablado de las máquinas herramientas en general.

Algunas de las máquinas que utilizan el CNC, son por ejemplo, máquinas cortadoras de metal, dentro de estas hay una gran variedad como máquinas para hacer surcos, perforadoras, para hacer degradados en metal y de varios tipos similares, con lo que se llega a tener hasta 5 ejes y se pueden crear de esta manera complejas superficies que serían imposibles de crear con una máquina manual, si se utilizan estas en la manufactura de múltiples objetos, como partes de avión y muchas otras en las cuales la precisión es vital.

La aplicación del CNC es indispensable en la electrónica. Si se ve desde un punto de vista práctico, la tecnología de hoy tiende a la microelectrónica, por lo que procesos más precisos son indispensables.

En la microelectrónica no es nada raro un agujero de 0.02 milímetros de diámetro, no van en decenas o centenas sino en millares, con lo que a una distancia tal que no hay elemento humano capaz de hacer este tipo de montaje con la precisión correcta para que funcione.

En la electrónica los puntos de soldadura en un circuito, que llegan a ser millares se produce una cantidad de calor perjudicial para los circuitos en la soldadura manual, por lo que la velocidad y precisión de las máquinas de CNC son indispensables. Si a esto aunamos las máquinas que optimizan el circuito y lo dibujan en la tableta ya perforada, resulta que es completamente indispensable el CNC para el funcionamiento correcto de los circuitos.

Una aplicación más del CNC puede ser la revisión de partes mecánicas por medio de sensores para detectar errores de manufactura. Por ejemplo en un espejo con una superficie

---

parabólica, se deben concentrar en un punto focal los rayos de luz. El espejo esta formado por múltiples secciones que se han manufacturado en distintas compañías, con las ecuaciones de cada sección parabólica, se debe verificar por medio del modelo que cada parte cumpla con lo establecido para que la distorsión del espejo final sea mínima, se deben verificar 100 puntos de cada sección del espejo, la máquina una vez que tiene el modelo revisará punto a punto según el modelo que se introduce dando una cifra crítica en la cual esa pieza se puede considerar defectuosa o no, se puede realizar por un lado de la superficie o por ambos lados con un grado de precisión asombrosa.

Este tipo de revisiones resultan vitales para la industria de la aviación, pues errores imperceptibles en la tobera de un reactor a simple vista puede producir una vibración que no soportará y provocará una falla en vuelo. En la soldadura industrial, con una gran facilidad y precisión se pueden soldar superficies curvas; en la automotriz provee una herramienta muy versátil para las líneas de montaje con cinco ejes, pues estas máquinas pueden realizar una multitud de tareas además de soldar con mucha precisión.

Al poner una planta con un gran número de elementos de CNC se tiene una gran precisión, lo cual implica menos trabajo a la hora de unir piezas, un mejor acoplamiento de los elementos y un mejor acabado de un producto tanto por la uniformidad como por la precisión con que se tiene en la línea de ensamblado.

En resumen se puede decir que el CNC invade la industria, por lo que hay que adaptarse, saber lo que es. Ya que los futuros ingenieros van a diseñar las máquinas herramientas que van a trabajar con él. Van a diseñar las interfaces que

conectan al cerebro con la maquinaria, a escribir el software para que estos sistemas funcionen, responsables de que cada día sean más eficientes y versátiles. De esta manera se espera que cada día se tengan productos de menor precio, mayor calidad, así beneficiar a la industria y los consumidores.

Dado lo especializado, pero relevante del CNC, se recomienda que en las materias del módulo de producción y en la materia de "Automatización y Robótica" se vea lo amplio de esta herramienta.

### **III.9 La manufactura asistida por computadora.**

El CAM, Manufactura Asistida por Computadora, o su equivalente en inglés (Computer-Aided Manufacture), se refiere a cualquier proceso de elaboración o manufactura con computadoras u ordenadores, que se realiza en forma automática.

En verdad, dicho desarrollo tecnológico fue lo que hizo posible crear, manipular y modificar gráficos complejos editados en una pantalla de VDU (Unidad de Edición Visual). Esta idea junto con el CAD, fue concebida por Ivan Sutherland, en una conferencia que dio en el MIT (Massachusetts Institute of Technology), durante los primeros años 60's, como ya se mencionó.

Ahora bien, CAM significa o se refiere a cualquier tipo de manufactura o fabricación que puede ser controlada por una computadora. Dicho concepto fue creado a partir del desarrollo

---

de las máquinas controladas numéricamente (NC) en los finales de los 40's y principios de los 50's. Siguiendo esta cronología se crearon después las CNC (Computer Numerical Control), que ofrecían una manipulación más directa sobre todos los cálculos llevados a cabo por una computadora. CNC abarca procesos de fabricación automática tales como: cortado con rayo láser, fresado, torneado, oxicorte, troquelado y soldadura eléctrica por puntos.

La evolución que tuvieron los sistemas CAD/CAM, agrupados para realizar tareas específicas, ha estado siempre ligada al mejoramiento de los sistemas de control numérico; así como a las innovaciones que estas tengan en lo futuro.

Este tipo de procesos tuvo un desarrollo que, cuando se combinó con los realizados en campos de robótica y factorías automatizadas, condujeron a las unidades de fabricación controladas por sistemas informáticos centrales y agrupadas bajo la idea conocida como FMS (Sistemas de Manufactura Flexible).

De esta forma podemos afirmar que, de manera general, todo proceso de elaboración o fabricación que esté controlada por computadoras u ordenadores, cae dentro de la clasificación de sistema CAM. Los elementos más importantes de un CAM son:

- a) Técnicas de programación y fabricación CNC.
- b) Fabricación y ensamble mediante robots controlados por computadoras.
- c) Sistemas de manufactura flexible (FMS).
- d) Técnicas de inspección (CAI).
- e) Técnicas de ensayo asistidas por computadoras (CAT).

---

Es evidente que las ventajas de un sistema CAM sobre los procesos tradicionales de fabricación y manufactura cualesquiera son muy grandes, a continuación mencionamos los de mayor repercusión dentro de la industria:

- a) Niveles de producción más altos con menor esfuerzo laboral.
- b) Menor posibilidad de error humano y de las consecuencias de su falta de fiabilidad.
- c) Mayor versatilidad de los objetos fabricados.
- d) Ahorro de costos por incremento de eficiencia de fabricación e incremento de eficiencia en el almacenamiento y ensamble

Como ya lo habíamos advertido, los sistemas que utilizan CAM está casi siempre acompañado por algún sistema CAD, esto obedece al hecho de que al momento de crear un programa integrado, que incluya la facilidad de manipular gráficos creados en una pantalla de VDU y poderlos transmitir, por medio de señales eléctricas, en un cable a un sistema que elabore dicha representación gráfica; se encuentra una gran aplicación de tipo industrial.

Se puede observar también, que si este tipo de enlace CAD/CAM, se asocia a cualquier base informática, se obtiene aún más aplicaciones específicas para cualquier necesidad, y si dicha base cuenta con los costos, su utilidad se incrementa.

Es de particular interés, conocer que además de que la conjunción de procesos CAD/CAM es una gran ventaja, lo es más cuando este equipo de producción se combina o asocia con otras disciplinas afines. Es decir, cuando se incorpora a estos

---

procesos, programas integrados que comparten sistemas contables y comerciales. Es así que todas las actividades de ingenierías controladas por computadora se agrupan bajo la idea general de *CAE (Ingeniería Asistida por Computadora)*. Esto último incluye junto con los otros procesos, lo siguiente:

- a) Procedimientos de gestión de la producción asistida por computadora (CAMP).
- b) Procedimientos de planificación de productos asistida por computadora (CAPP).
- c) Planificación de proyectos con uso de software.
- d) Diseño de procesos y herramientas asistido por computadora.
- e) Desarrollo asistido por computadora.
- f) Diseño de plantas de fabricas, asistido por computadora (incluye simulación robótica).

La completa integración de las disciplinas CAE, junto a las de los sistemas comerciales y contables, se denomina CIM (Manufactura Integrada por Computadora).

La palabra robot es un vocablo checo que significa esclavo o persona que realiza trabajos de tipo físico y nunca de tipo intelectual. De igual manera, las palabras o términos como robótica o robotización, -aunque no tienen un significado gramático en el español- adquieren un enfoque de tipo técnico relacionado con aquellas máquinas que son capaces de realizar tareas físicas similares a las llevadas a cabo por el hombre o por animales.

Este tipo de robots industriales se convierten, -por los motivos arriba expuestos-, en un eslabón de gran importancia de

---

la cadena de enlace CAD/CAM. El robot recibe el calificativo de manejador o manipulador programable controlado por computadora, diseñado para reproducir movimientos tipo-humano y llevar a cabo un cierto número de tareas industriales sin asistencia humana.

Las aplicaciones que utilizan robots se pueden clasificar en términos generales como: fabricación, los robots de fabricación se emplean en tareas como soldadura, oxicorte, taladrado, ensamblado mecánico, rebarbado y procesos de pulido; manipulación, son máquinas de servicio en procesos de producción.

Las aplicaciones típicas consisten en tareas como "coger y colocar", cargar herramienta de máquinas, peletización, empaquetado y procesos de dispensación como vertido de líquidos; toman parte en procedimientos de inspección y prueba automáticos que se realizan por lo general en circunstancias peligrosas (tóxicos, químicos, radioactividad, etc).

Los sistemas controladores típicos incluyen: microprocesadores, lógica neumática y lógica hidráulica. El control puede ser de lazo abierto o cerrado. El control de lazo abierto no proporciona realimentación durante la operación y utiliza conmutadores de limitación para la ubicación. Los sistemas de lazo cerrado, por el contrario, si proporcionan señales de realimentación hasta que se alcance el destino.

Los Sistemas de manufactura flexible (FMS), están creados bajo la idea de dar una "flexibilidad" a los sistemas de producción en general; es decir se trata de optimar todo; desde los costos de material para la elaboración de piezas, hasta la elaboración de la misma.

---

Los sistemas de producción tradicionales, al ser objeto de un cuidadoso estudio, muestran carencias e inconvenientes que son algo más que tediosas y tardadas. Para poder hablar de la flexibilidad de los sistemas de manufactura, es necesario exponer los enfoques de producción tradicional.

Dos enfoques tradicionales muy comunes son: distribución de productos, en el que las máquinas se disponen en línea recta. De esta forma cada línea representa un producto en especial; las máquinas que se encargan de operar los herramientas no tienen la capacidad de variar sus tareas, por lo que al necesitar un producto con variaciones en su manufactura, por pequeñas que sean, requerirá de una línea que disponga a las máquinas en una configuración distinta; y la distribución de procesos, en el que las máquinas se clasifican y distribuyen en secciones según su función. Así, cada componente se envía a una sección dependiendo del tipo de manufactura que requiera. Debido a esto, cada planificación en la elaboración de un producto será objeto de una compleja configuración del trayecto; lo que ocasiona que inevitablemente se den pérdidas de tiempo en dichos trayectos.

Todos los equipos de fabricación están controlados por computadora y tienen un alto grado de automatización. Las máquinas CNC realizan la mayor parte del volumen de maquinado y están soportadas por controladores automáticos.

Un FMS es tan útil, como poderoso es el software que respalda y controla las acciones que supervisa.

La base de una verdadera flexibilidad de este elemento de FMS está en la capacidad de poder coordinar las diversas máquinas herramientas que conforman al FMS, y todo ello es

---

posible gracias a una computadora que funge como administrador de éstas y que para ello cuenta con un software muy avanzado. Los siguientes elementos son característicos de un buen software:

- a) Analizar y gestionar datos estadísticos, tales como la identificación de la familia de componentes.
- b) Identificación y transferencia flexible de programas de piezas.
- c) Proyectar planes de encaminamiento flexibles.
- d) Calcular tiempo de transferencia, coordinar la sección de las máquinas con el manejo y transporte de materiales y herramientas.
- e) Monitorear el funcionamiento de las herramientas.
- f) Organizar el sistema de almacenamiento.

A pesar de los potenciales que ofrece el sistema FMS, sus resultados más palpables no están del todo difundidos o aprovechados; ya que son pocas las empresas que realmente han alcanzado un nivel óptimo de sus ventajas.

Es principalmente en Japón donde las empresas han podido desarrollar esta tecnología de fabricación global. También existen en Estados Unidos y Europa donde utilizan esta técnica con grandes resultados.

El CAM combinado con el FMS tiene las siguientes ventajas sobre los sistemas tradicionales:

- 1) Al realizarse las operaciones sin la intervención humana se incrementa la utilización de las máquinas, se reducen los costos de fabricación y

---

se elimina la necesidad de personas que realicen horas extra.

- 2) Proporciona flexibilidad a un amplio rango de componentes y tamaños de series.
- 3) Mejora la estimación de tiempos de procesos.
- 4) Incrementa la producción.
- 5) Facilita la producción de componentes aleatorias y la coordinación con enlaces CNC y elimina los tiempos de espera y sub-utilización de máquinas.

CAM es el puente de comunicación, entre el CAD y el CNC así como de todas las técnicas que nos permiten diseñar una producción totalmente automatizada.

Por lo anterior, resulta indispensable que el alumno este familiarizado con ello.

Su conocimiento se debe iniciar en la materia de "Ingeniería Industrial y Productividad", mencionarse en todas aquellas que tienen que ver con productividad, planeación, diseño, etc. Nuevamente recae la gran responsabilidad de mostrar su aplicación a la materia de "Automatización y Robótica".

### **III.10 La manufactura integrada por computadora.**

CIM es el acrónimo de Computer Integrating Manufacture, que en español significa Manufactura Integrada por Computadora. CIM es tanto un sistema como una filosofía, donde el objetivo es integrar todos los recursos que involucran

---

las funciones de cualquier línea de producción, trata de optimizar al máximo y todo esto se aplica al utilizar la tecnología más avanzada. Los recursos tecnológicos involucran el grado de actualidad, disponibilidad, facilidad y flexibilidad con que cuentan los equipos para desarrollar sus funciones específicas.

El producto es el bien o servicio que ofrece la compañía, por lo que se debe tener cuidado en su presentación y técnicas de venta. Los recursos del proceso son la facilidad para poder diseñar y fabricar cualquier tipo de producto, minimizando el material a utilizar y obtener el máximo de productos posibles.

La implantación de un proyecto CIM se puede justificar al observar los beneficios, pues aumenta el volumen de producción considerablemente, maneja grandes cantidades de información y sobre todo, abate costos.

La información puede ser de vital importancia para algún proceso de la empresa, también otorga al sistema una calidad uniforme a los productos debido a que elimina funciones tediosas a los obreros.

También, en base a un buen análisis se puede determinar la adaptabilidad de la fabricación de varios productos y la flexibilidad de poderlos realizar en el mínimo de máquinas. Con los siguientes beneficios:

Otorga un manejo más eficiente de la información en cantidad y velocidad.

Elimina trabajos tediosos a los obreros.

Ayuda a tener un mayor control en el manejo de inventarios.

Da una integración a las funciones de toda la empresa.

---

La computación en CIM es muy importante, gracias a esta técnica se puede llegar a tener un mejor control en todas las áreas y procesos de la empresa; así como también ayuda en la transmisión de la información requerida fluye con gran rapidez hacia el lugar requerido.

En el CIM, todo es controlado y ejecutado a través de una red de computadoras, ya no solo es el diseño; una máquina desarrolla todo el proceso de manufactura a través de un software especial e intercomunicado. Se apoya en el CAD, CAM y CAE. Es por ello, que el CIM ocupa un lugar preponderante dentro de la industria.

El conocimiento del CIM, debe ser inducido desde las primeras materias de productividad, procesos, diseño etc. y nuevamente queda en la materia de "Automatización y Robótica" mostrar al alumno un sistema real del CIM para que este pueda apreciar su importancia.

### **III.11 La multimedia**

En esencia, multimedia es la tendencia de mezclar diferentes tecnologías para difundir información. Al recurrir a varios sentidos a la vez, logra un efecto mayor en la comprensión del mensaje.

Pero al trasladar este concepto al mundo de la computación, la palabra multimedia implica la transmisión de mensajes a través de una computadora. Para que una computadora o una aplicación (programa) sean consideradas multimedia, deberán integrar por lo menos tres de los siguientes

cinco tipos de datos: texto, gráficas, imagen fija, imagen en movimiento y audio.

En los 80's, la palabra multimedia denotaba la combinación de una pista de audio (música y voz), con una serie de imágenes fijas que podían ser fotografías, dibujos o letreros.

Las presentaciones audiovisuales eran multimedia, puesto que echaban mano de varios medios para transmitir mensajes: música, voz, letreros, dibujos, fotografías y más adelante fueron cine, video, luces computarizadas y animaciones de rayo láser. A ello había que añadir varias veces segmentos en vivo con actuación o danza que al tomar prestados conceptos de la linterna mágica, daban (y siguen dando) como resultado grandes espectáculos para públicos cautivos. Añadiremos que la mayor parte de estas presentaciones, en particular la sincronización de audio e imagen, se coordina mediante computadoras.

La multimedia en computadoras añade un elemento que es sin duda su mayor fuerza: la interactividad. La interactividad quiere decir que es el usuario espectador quien controla en gran medida lo que va ocurriendo ante él mediante un ratón o un sistema de pantalla táctil.

Por ejemplo: una presentación de multimedia para una agencia de viajes incluye, todos los datos referentes a los viajes que ofrece. El usuario se ve ante una pantalla y puede decidir si desea saber de viajes al extranjero o en México. Al tocar la pantalla en el punto señalado, cambia a otra pantalla o secuencia que lo pone, en la selección de México, con una serie de imágenes, letreros, música y voz. En México puede elegir entre destinos de ciudad o playa, o entre distintas costas, o entre

---

distintas clases de hoteles, hasta tener toda la información para decidir lo que desea es un viaje.

Lo que el usuario ha hecho es navegar por una amplia presentación de acuerdo a sus necesidades, para poder obtener sólo la información que le interesa. Es evidente que la interactividad como elemento original tiene numerosas aplicaciones en la educación, capacitación, juegos, representación de papeles, manejo de bases de datos, etc.

En el campo de la comunicación, la parte que más interesa es la capacidad de este medio de llevar mensajes con gran eficiencia al público, y de hacerlo en condiciones antes imposibles.

Una de las críticas más insistentes a los medios de comunicación masiva, es que son absolutamente unívocos, que no permiten la participación del espectador. Aunque lo mismo se puede decir de un libro, no deja por ello de tener cierta validez la crítica.

En el caso de la multimedia interactiva, el objeto de la comunicación ya no es un espectador, sino un interactor. Puede llevar la pieza de comunicación hacia sus intereses particulares, en algunos casos puede opinar, dar respuesta o información propia en pantallas y campos diseñados para tal efecto. Al darle al público la calidad de interactor, se obtiene notables ventajas de comunicación.

La concentración del interactor es mucho más intensa y profunda que ante cualquier otro medio. Un video o un audio visual corren en un tiempo predeterminado por el comunicador. Si el público se distrae en un punto determinado, no puede

volver atrás con lo que pierde el interés. Multimedia permite regresar a los puntos anteriores, y sólo avanza al siguiente punto cuando el interactor lo desea.

La comunicación se ajusta efectivamente a los deseos y necesidades específicos de cada interactor. Si lo desea, el usuario puede acceder sólo algunas partes de la comunicación y no está obligado a verla todo.

La sensación de control que experimenta el interactor es muy importante para que reciba los mensajes, pues deja de sentirse "sujeto pasivo" de la comunicación y está en algo más parecido a un video juego en el cual él toma las decisiones.

La repetición de los conceptos está de acuerdo con cada interactor. Mientras los medios tradicionales dependen de repeticiones calculadas por la experiencia del comunicador para fijar conceptos en el público, la interactividad permite que cada interactor vuelva a los puntos que le interesan cuantas veces lo desee.

La calidad de los medios es muy alta. Mientras que el video tradicional sigue teniendo una resolución de sólo 520 líneas de altura, el sonido digital apenas está entrando a los estudios de producción de video y audiovisual, multimedia tiene la posibilidad de imágenes en super VGA y audio digitalizado.

Si el interactor está interesado particularmente en un producto o en servicio, la empresa entonces puede concentrarse en sus envíos de material promocional o visitas de fuerza de ventas en clientes potenciales que han podido demostrar su interés sin verse sometidos a agotadoras labores de venta por parte de terceros.

---

Todas las capacidades de la multimedia interactiva son, ni más ni menos, las de las computadoras en general. Gran parte de la tecnología que hoy se conoce y usa un grupo de usuarios de computadoras al comunicarse, por ejemplo, a los BBS interactivos o redes de bases de datos, se está poniendo ahora al servicio de muchísimas personas más que no necesitan saber de computación para manejar una presentación de multimedia interactiva.

Tras años de relativa inactividad, el mercado de CD ROM se ha expandido gracias a la largamente esperada popularidad de multimedia. Finalmente, el CD ROM se antoja un medio viable. A medida que se desarrollan sus capacidades, libros, películas, revistas y presentaciones con multimedia lo adoptan como plataforma. Los CD ROM tienen capacidad para almacenar enormes cantidades de software, gráficas, texto, sonido, video, animación y gráficas.

Hay cada vez más aplicaciones de multimedia disponibles en el mercado, pero lo que sorprende es la enorme variedad de áreas del conocimiento humano en que se emplean: desde anatomía, geografía, historia, biología hasta arquitectura.

Desde los arquitectos hasta los médicos, pasando por los maestros, distintas clases de usuarios descubren que multimedia no sirve únicamente para juegos. Por el contrario, una gran variedad de programas multimedia ha encontrado su sitio en muchos hogares y oficinas.

Multimedia está experimentando un desarrollo como nunca antes se había visto. El mundo de la computación está apunto de elevarse a la estratosfera gracias al uso de medios interactivos. En los próximos años, los usuarios verán mucho

material interactivo con multimedia, en línea y tiempo real. Incluso ahora hay muchos programas para que el usuario interactúe y se involucre. Conforme se desarrolla el concepto de interacción, adoptará un significado totalmente distinto al pensado.

De acuerdo con los observadores, las aplicaciones más interesantes de multimedia se han dado en el área de medicina, particularmente con "ADAM", que es una aplicación para el Macintosh en CD ROM para que los estudiantes de medicina y los cirujanos estudien anatomía en forma interactiva.

"ADAM" fue desarrollado por ADAM software y ha tenido una gran acogida en universidades de todo el mundo como un auxiliar didáctico para estudiantes de medicina. En el último año y medio, el programa ha sido una herramienta muy útil en la Universidad de Tufts y es considerado como lo máximo.

Gracias al programa, los estudiantes y doctores tienen una perspectiva de lo que es la anatomía humana desde fuera y desde adentro. Por dar un ejemplo, los estudiantes pueden hacer un clic en cualquier parte del cuerpo humano, hacer cortes y detenerse donde sea conforme se va internando para observar distintos músculos, venas, tendones e incluso células que son propias de un área en particular.

Ya no volverán aquellas noches tranquilas en que los papás leían a sus hijos algún cuento. Multimedia también se ha colocado en los hogares y las escuelas. Broderbund Software encabeza el esfuerzo por llevar a los hogares la tecnología multimedia con sus living books, software en CD ROM.

---

Los living books son libros interactivos que no solo presentan a una persona que lee la historia en voz alta, sino que además hacen posible que el usuario haga clic en los objetos de cada página, lo cual provoca que actúen el fragmento del cuento. Esto es excelente no sólo porque estimula la mente del niño al mostrar y leerle una historia, además le enseña la relación entre causa y efecto.

Tiene aplicaciones extraordinarias en pacientes que han sufrido un ataque de parálisis, pues les ayuda a asociar palabras, sonidos y objetos.

Un ejemplo más de un título conocido en CD ROM, es la Compton's Interactive Encyclopedia for Windows. El programa tiene un precio de \$395 dólares. Es el equivalente de una enciclopedia de 26 volúmenes, contiene 9 millones de palabras, 15,000 ilustraciones y fotos. Incluye asimismo, un atlas y un diccionario. Este programa tiene 60 minutos de audio y 45 secuencias animadas, entre algunos videos con movimiento completo. Por ejemplo, al leer la información sobre el presidente J.F. Kennedy, el usuario puede pasar un video del mensaje que dirigió al tomar posesión de su cargo.

Los funcionarios afirman que las bibliotecas serán una plataforma muy útil para demostrar lo que es la multimedia y cómo funciona. Los analistas y directivos de las grandes empresas de hardware y software hablan de una fuerte tendencia del mercado informático: el surgimiento de sistemas de cómputo relacionados con la comunicación, mucho más eficientes y accesibles para todo tipo de público.

En los últimos años han surgido sistemas y productos cada vez más poderosos que integran capacidades de audio y

video para funcionar como teléfono, radio y fax; ha habido además, un intento de ofrecer servicios y productos por medio de televisión interactiva.

Ya podemos encontrar las características anteriores en una computadora personal, como es el caso de la AcerPAC, la PRESARIO de Compaq y las Macintosh AV (Audio Visual). Por el lado de software, Microsoft hizo pública su estrategia de integrar aparatos y herramientas domésticas por medio de la computadora, dentro de un ambiente interactivo y sencillo, desde el estéreo hasta la licuadora.

Multimedia fue la palabra que la industria informática escogió para definir estas nuevas características, cuyo fondo reside en un proceso:

### *COMUNICACION*

Todo país posee necesidades de comunicación; la TV, los periódicos, la radio y el video proporcionan formas de vender, crear, capacitar y relacionar distintas maneras de expresión, y con la multimedia se puede tener el apoyo necesario para cubrir esas necesidades dentro de estos medios.

Una videoconferencia es la transmisión de imágenes de una PC a otra en tiempo real. Se pueden transmitir datos de video en ISDN (Integrated Switched Digital Network).

No sólo ISDN sino también ATM (modalidad de transporte asíncrona) servirá como vía rápida para la transmisión de video. Algunas compañías ya se fijaron en el potencial que tiene esta tecnología para las videoconferencias. Se trata de un estándar que recibe apoyo en todo el mundo tanto en las

---

industrias de telecomunicaciones como de computación, por lo que se espera que logre reunir una amplia base de usuarios.

Algunas aplicaciones podrían ser, por ejemplo, el video testimonial de los consumidores en vivo; una agencia de bienes raíces podría introducir en las PC las necesidades del posible comprador y aparecerían en pantalla las imágenes de las casa que cumplen con las características y el precio exigidos.

Un factor importante para la proliferación de estos sistemas, fue la baja considerable de precios en los equipos. Antes, si una persona quería desarrollarse en el área del video, tenía que manejar equipo muy caro y especializado.

Ahora tanto el software como el hardware, han disminuido de precio, se ponen casi al alcance de cualquiera interesado en esta aplicación, permitiendo obtener resultados que antes sólo lo obtenían grandes empresas que gastaban mucho para lograrlo.

Hay muchas aplicaciones para lo cual se necesita saber Multimedia y Comunicación, como por ejemplo, la presentación de productos, la simulación de procesos, juegos, etc.

Hasta el año pasado, General Motors era uno de los pioneros en querer adquirir un sistema para sus departamentos de ventas al público y para sus convenciones corporativas.

El estudiante de Ingeniería Industrial puede "vender" así sus ideas, productos, propuestas etc. dentro de una empresa, incluso la presentación de su currículum con multimedia puede ser la diferencia entre ingresar o no a una empresa.

Su inclusión en los temarios resulta difícil, ya que no se cuenta con el equipo propio para implantarlo y por ende para utilizarlo, pero se sugiere que a modo de información se dé en la materia de "Computadoras y Programación" donde se recalca su importancia como un medio nuevo y más eficiente de comunicación.

### **III.12 El lenguaje de programación.**

Cuando el hombre aparece sobre la faz de la tierra, sus primeros medios de comunicación fueron los gestos, luego el habla, entonces la escritura y con cada uno de estos trato de simplificar su pensamiento y sobre todo de evitar las repeticiones, con ello nacen las abreviaturas, los números, los ideogramas, etc. Al ver que algunas de estas simplificaciones le eran insuficientes para evitar las repeticiones que muchas veces eran necesarias, crea máquinas que le ayudan a simplificar su trabajo manual e intelectual.

La computadora es quizá la culminación de este proceso, ya que puede ser quien sustituya al humano en el control de máquinas, procesos, productos e incluso de otras computadoras. Con ello, el humano solo necesita "decirle" a la computadora que es lo que tiene que hacer y ella lo hará tantas veces se le indique sin cuestionar o protestar (por lo menos hasta ahora). Pero para ello, las computadoras requieren de un lenguaje especial para entendernos. En un futuro no muy lejano no solo entenderán el lenguaje hablado, sino que serán capaces de entender cualquier medio de comunicación.

---

Para poder darle instrucciones a una computadora se requiere de un lenguaje de programación, dicho lenguaje puede ser dado en varios niveles, el más básico es el lenguaje máquina que son instrucciones específicas para el procesador central de la computadora, luego sigue el lenguaje ensamblador que son un conjunto de mnemónicos (instrucciones) y datos que deben ser ensamblados (de ahí el nombre) para convertirse en lenguaje máquina. Estos dos lenguajes se conocen como de bajo nivel y sus instrucciones siempre se refieren a los diversos elementos del procesador.

Los llamados de alto nivel son lenguajes más parecidos a un idioma y estos hacen referencia a variables, objetos, constantes, etc. Estos lenguajes de alto nivel son los más conocidos, son más generales o comerciales ya que un mismo programa puede correr en varios tipos de máquinas sin necesidad de modificaciones, mientras que los de bajo nivel están pensados exprofeso para un solo tipo de computadora (en específico, al procesador de la computadora) y requerirían de muchos cambios para poder trabajar en otra (con otro procesador).

Entre los lenguajes de alto nivel con mayor difusión tenemos: BASIC, BASICA, GWBASIC, ALGOL, COBOL, FORTRAN, C, C++, C++ PRO, ADA, LOGO, PASCAL, etc. Cada lenguaje tiene sus pros y contras, pero la finalidad de todos ellos es la de dar una manera de instruir a la computadora para que ésta, siguiendo instrucciones acompañadas de datos entregue resultados.

En teoría, los lenguajes de alto nivel no dependen del tipo de computadora y pueden ser utilizados en diversas máquinas. En práctica no siempre es así, es necesario realizar ciertas

modificaciones en algunos tipos de instrucciones para llegar a disponer de un programa procesable en equipo distinto del de origen. Las ventajas más destacables de los lenguajes de alto nivel son:

- Un programa escrito en un lenguaje de alto nivel puede ser utilizado en distintos equipos (después de algunas modificaciones según el caso).
- El tiempo de formación de los programadores es relativamente corto, en comparación con el necesario para aprender los lenguajes de bajo nivel.
- El programador no necesita conocer cómo funciona un procesador específico para poder confeccionar los programas.
- El tiempo necesario para codificar y poner a punto un programa es inferior al necesario en lenguajes de bajo nivel.
- Los cambios y correcciones en los programas resultan más fáciles.
- Se reducen los costos de creación y mantenimiento de los programas.

Evidentemente, un lenguaje de programación no es la solución a todos los problemas, pero este permite la simplificación y solución de muchos de los problemas a los que se enfrenta un ingeniero y para los cuales no existe comercialmente un programa.

Dentro de la materia de "Computadoras y Programación" se plantea que el alumno aprenda un lenguaje estructurado e incluso uno orientado a objetos (ver cap. II), pero se repite la

---

interrogante ¿Se aprende? Momentáneamente sí, pero a lo largo de la carrera no se le requiere ya que "no son programadores" y ciertamente la idea no es que se conviertan en ello, pero resulta muy importante que no pierdan la capacidad de generar sus propias soluciones por medio de la computadora.

Se sugiere que en todas las asignaturas se emplee y promueva la realización de programas para la solución de problemas típicos. Esto no sólo incrementa la habilidad del alumno para programar, también lo obliga a comprender la metodología del proceso que esté programando.

# **CAPITULO IV**

## ***Propuestas de Aplicación***

### ***Objetivos:***

***Justificar la creación de un laboratorio de cómputo para satisfacer las necesidades mínimas de los estudiantes de Ingeniería Industrial.***

---

**FALTA PAGINA**

**No. 25a la 28**

## **IV.1 Creación de un laboratorio de cómputo**

Para comprender este capítulo, se debe hacer una recapitulación de los anteriores, en el primero se vió la evolución de la ingeniería académica en México, se marcaron las bases para dar un marco de referencia en el que se relacionaron a la Ingeniería Industrial y la computación, con el fin de recalcar que ambas pueden generar una simbiosis benéfica a la sociedad.

En el segundo capítulo mediante el análisis de la formación académica y se hizo notar la necesidad de una mayor presencia de la computación en la formación del estudiante de Ingeniería Industrial.

En el tercer capítulo se explica brevemente que son cada una de las herramientas de cómputo y hacia donde pueden ser inducidos dichos conocimientos.

Este capítulo tiene como principal objetivo el sugerir y justificar la creación de un laboratorio de computación para los estudiantes de Ingeniería Industrial.

### ***¿Por qué no se usan los que ya existen?***

En los inmuebles que la Facultad de Ingeniería tiene en Ciudad Universitaria, existen varios laboratorios de cómputo. En el edificio conocido como principal, se encuentra uno de ellos y éste cuenta con computadoras adecuadas para la impartición y

---

uso de las herramientas sugeridas, pero para usar estas instalaciones, el profesor interesado debe supeditarse a los horarios y reglamentos de UNICA (Unidad de Cómputo Académico), organismo responsable de dicho laboratorio que imparte cursos o atiende a alumnos de manera separada, por lo que resulta difícil emplear este laboratorio para impartir o apoyar una clase. UNICA, cuenta con otro laboratorio en el edificio anexo en la parte posterior del Auditorio Sotero Prieto, con los mismos inconvenientes.

La División de Ciencias Básicas cuenta con un laboratorio en el edificio "Ing. Luis G. Valdez Vallejo", que se emplea únicamente para atender a los grupos que reciben la materia de "Computadoras y Programación", algunas otras materias de la división y sus recursos apenas son suficientes para satisfacer sus propias demandas.

La División de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación tiene un laboratorio dentro del mismo edificio "Ing. Luis G. Valdez Vallejo", pero nuevamente éste resulta suficiente para satisfacer las necesidades de dicha división, solo presta sus servicios a profesores y alumnos de Ingeniería en Computación, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.

La División de Ingeniería Civil Topográfica y Geodesta, cuenta con otro laboratorio en su edificio pero también limita sus servicios a profesores y alumnos de las carreras de ésta.

La División de Ingeniería Mecánica e Industrial cuenta con el Laboratorio de Ingeniería Mecánica e Industrial, éste a su vez se divide en: Un Laboratorio de Manufactura Avanzada, el Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistida por Computadora, Laboratorio de Control Numérico por Computadora, Laboratorio

de Metalografía, Laboratorio de Pruebas Mecánicas y el Laboratorio de Mediciones<sup>1</sup>. En todos ellos se imparten o emplean herramientas de CAD, CAM, CNC y CIM, pero presta servicio mayormente a los estudiantes y profesores de la carrera de ingeniería mecánica, ya que ellos cuentan con asignaturas que emplean dichos laboratorios mientras que los estudiantes de ingeniería industrial los usan en contadas ocasiones.

Resumiendo, el alumno de Ingeniería Industrial puede usar los laboratorios de UNICA con los consabidos inconvenientes o bien usar los que se encuentran dentro del Laboratorio de Ingeniería Mecánica e Industrial. Pero el profesor que desee apoyar su cátedra con estos laboratorios se ve restringido por horarios, reglamentos e incluso por los ayudantes de laboratorio que no siempre están familiarizados con el área industrial.

Por lo tanto, ya tenemos definido que es lo que el Ingeniero Industrial debe aprender (cap. II), pero el problema es que no cuenta con las facilidades para aprender y practicar.

### ***¿Qué hacer?***

La solución que se propone es la creación de un laboratorio de cómputo donde se satisfagan los requerimientos del alumnado y dé capacitación al profesorado. Al tomar la necesidades planteadas a lo largo de este trabajo y tomando en cuenta las nuevas necesidades que se desean satisfacer se

---

<sup>1</sup> Cualquiera de los laboratorios de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial puede fungir como laboratorio para los estudiantes de ingeniería industrial en el caso de no autorizarse la creación de uno propio.

---

recomienda que el laboratorio de cómputo cumpla con una serie de requisitos que conlleven a la mejora del sistema de enseñanza, de capacitación y actualización de alumnos e incluso, del personal administrativo y académico.

Compartiendo ideas y experiencias con los jefes de los diversos laboratorios, sugerimos que el propuesto cuente con:

- .Una red Novell
  - Un servidor
  - Veinte computadoras para alumnos y profesores
  - Una impresora láser de trabajo pesado
  - Una impresora a color
- .Trabajo en sistema DOS
- .Ambiente Gráfico
- .Un procesador de palabras
- .Una hoja de cálculo
- .Una base de datos
- .Un sistema de SRC
- .Un sistema de CAD/CAM
- .Un sistema de CNC
- .Un sistema de CIM
- .Un sistema de multimedia
- .Un lenguaje de programación
- .Conexión a red UNAM
- .Conexión a los laboratorios de Ingeniería Mecánica e Industrial

Para la red se recomienda el sistema Novell por su manejo, administración de recursos, e interconectividad con otras redes y/o ambientes, probada amplia y satisfactoriamente en el Instituto de Ingeniería y en el Laboratorio de "Computadoras y Programación".

### ***El hardware<sup>1</sup>***

El servidor se sugiere que sea con procesador 80486 DX2 de 66 Mhz, RAM de 16 Mb, disco duro de 1050 Mb, disco flexible de 1.44 Mb, disco óptico, 2 puertos seriales, 1 puerto paralelo, monitor super VGA y mouse.

Las computadoras para alumnos y profesores se propone que sean con procesador 80486 de 33 Mhz, RAM de 4 Mb, sin disco duro (lo que abate costos y aumenta la seguridad), disco flexible de 1.44 Mb, tarjeta para multimedia, 2 puertos seriales, 1 puerto paralelo, monitor VGA y mouse.

O bien, emplear las que existen en el departamento con lo cual, se abate una buena parte de los costos.

### ***El software***

El sistema operativo DOS resulta ser el más adecuado bajo el ambiente de red Novell, ya que sus nuevas versiones permiten el manejo gráfico de todas sus herramientas de inspección, optimizadores de memoria y compactadores.

El ambiente gráfico recomendado es Windows for WorkGroups, que garantiza un manejo sencillo, compartimiento de archivos a nivel red, conexión con otras plataformas e interacción con diversas aplicaciones.

---

<sup>1</sup> Resulta ser el más reciente y comercial, pero con el tiempo, éste puede obsoletarse, por lo que se sugiere tener la flexibilidad de actualizarlo.

---

La red deberá contar con al menos un procesador de textos, una hoja de cálculo, una base de datos y un lenguaje de programación.

Como probables procesadores de texto se plantean Word o WordPerfect, como hoja de cálculo a Excell o Quatro Pro, como base de datos a Fox Pro o Acces, y como lenguaje de programación a C++, Turbo Pascal o Basic (incluido en el DOS). Para realizar presentaciones de profesores, administrativos e incluso de alumnos se puede emplear CorelDraw o PowerPoint. Las tarjetas multimedia se acompañan del software respectivo y éste puede ser manejado desde Windows.

Si bien, económicamente es mejor tomar una sola de las opciones antes presentadas, por la variedad de conocimientos previos de los usuarios, es recomendable adquirir las dos sugeridas.

Por lo complejo de los sistemas CAD/CAM, SRC, CNC y CIM, recomendamos que se empleen simuladores o bien, que se use la conexión al Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistida por Computadora, donde ya se cuenta con estas herramientas (tanto en software como en hardware) y la conexión a red UNAM, abre las puertas de cualquier usuario al mundo entero y con ello alumnos y profesores se ven beneficiados al poder comunicarse con homólogos de todas las universidades y empresas más prestigiosas de cualquier parte del mundo.

### ***¿Cuanto cuesta?***

Como todo proyecto académico, los beneficios son subjetivos, pero no así los gastos. A continuación, se tiene una

tabla donde se muestra los equipos sugeridos, el costo en dólares y su equivalente aproximado en nuevos pesos (calculado a una paridad de N\$6.00 por dolar).

<i>Equipo<sup>1</sup></i>	<i>Precio Unit. DLLS</i>	<i>Cant.</i>	<i>N\$ Total</i>
Servidor Procesador 486 DX2 a 66 Mhz RAM de 16 Mb exp. 84 Mb Drive de 1.44 Mb Monitor super VGA 14" 2 puertos seriales y 1 paralelo Disco Duro de 1050 Mb Disco Optico	9,000	1	54,000
Terminales para alumnos y profesores Procesador 80486 de 33 Mhz RAM de 4 Mb, sin disco duro Drive de 1.44 Mb Tarjeta para multimedia 2 puertos seriales y 1 paralelo Monitor super VGA Mouse	1,160	20	139,200
Impresora LaserJet 4Plus Resolución de 600 DPI 12 páginas por minuto 2 Mb exp. a 64 Mb 45 fuentes internas escalables Puerto paralelo Toner microfine 92298A (incluido) Cable de poder	2,240	1	13,440
Impresora BubbleJet Canon Color Resolución 400 DPI 6 páginas por minuto 2 Mb exp. 16 Mb Puerto paralelo Cable paralelo	943	1	5,658
Tarjeta de EtherTwist PC/LAN TP/plus 16 Bit 's Bus ISA, 10Baset	205	20	24,600

<sup>1</sup> El equipo fue cotizado por PROTEA e INFORMATICA TIMON.

HP Hub de 12 puertos Repetidor de 12 puertos RJ-45 para par trenzado, IEEE 802.3, 10Baset Ethernet 1.0 y 2.0 SNMP/TP, SNMP/IPX	1,310	2	15,720
NetWare Novell Ver. 3.12 25 usuarios	3,695	1	22,170
Cable paralelo	9	2	10B
Cable y conectores RJ45	5	50	1,500
No-Break Tripp Lite omni-500 500 VA 355 Watts 4 contactos Regulador integrado	416	1	2,496
Regulador de Voltaje Tripp Lite LS 1000 300 VA 250 watts 4 contactos	87	6	3,132
Instalación del Laboratorio	800	1	4,800
Mantenimiento	100	1	600

Lo que implica que el monto por concepto de hardware es de N\$287,424.

<i>Software</i>	<i>Precio Unit. DLLS</i>	<i>N\$ Total</i>
Windows NT (WorkGroups)	200	1,200
Word	495	2,970
WordPerfect	495	2,970
Excell	495	2,970
Quatro Pro	395	2,370
Fox Pro	495	2,970
Acces	495	2,970

---

Turbo C + +	160	960
Turbo Pascal	149	894
CorelDraw	895	5,370
Power Point	495	2,970

Que arroja un monto por concepto de software equivalente a N\$28,614. Esto, aunado al costo del hardware equivale a N\$316,038 a lo cual solo falta incluir el sueldo del administrador de la red que es aproximadamente N\$2,000 mensual.

### ***Lineamientos del Laboratorio***

Regresando a la parte medular del capítulo (crear un laboratorio de cómputo para satisfacer las necesidades mínimas de los estudiantes de Ingeniería Industrial), resulta importante que en éste el alumno deberá poder realizar la simulación de todo tipo de procesos, desde diseño, producción y comercialización, hasta los procesos de requisición, administración y dirección de una empresa. Por ello, entre los lineamientos del laboratorio propuesto, se sugiere "dividir" el mismo en los diversos departamentos o áreas de una empresa. Una parte del laboratorio o una computadora del mismo se podrá asignar a cada una de las siguientes áreas:

Gerencia  
Adquisiciones  
Almacén  
Comercialización

---

Diseño  
Producción  
Contabilidad

De esta manera, cada sección del laboratorio puede simular todos los procesos, y de ellos, descubrir las diversas interrelaciones con las otras áreas de la empresa. Así, los alumnos no solo pueden "trabajar" en un área de la empresa, pueden ser parte de cada uno de los módulos de la misma y con ello lograr una conceptualización global, que muchas veces no se alcanza hasta después de años de trabajo y puestos recorridos.

### ***¿Co\$tea?***

La Universidad Nacional Autónoma de México, tiene el compromiso de *"formar profesionales, docentes, investigadores y técnicos que vinculen a las de la sociedad, así como generar y renovar los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el país."* Sin duda alguna, para llevar a cabo este propósito, la tecnología juega un papel determinante dentro del proceso formativo, que da como resultado esa competitividad que se busca.

La cultura de capacitación en México no ha sido rápida ni fácil, no se tienen los recursos suficientes o éstos se encuentran canalizados en otras áreas, además de que no están totalmente concientes de lo que significará en el futuro.

La idea de modificar los temarios de la currícula en esta carrera se inicia al concientizar la importancia de los ingenieros industriales para la empresa mexicana y su desarrollo, por lo que

deben ser educados no en base a patrones tradicionales, sino a esquemas modernos que den los conocimientos que el campo real de trabajo necesita.

De entre las necesidades que reclama la industria en el ingeniero industrial y que se menciona en el trabajo "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales" es que *"El ingeniero industrial debe conocer de materiales, procesos de manufactura, manejo de negocios, además de manufactura, automatización, robótica, sistemas de manufactura flexible y control numérico."*

Así se ve que la inversión propuesta, satisface las necesidades del alumnado de ingeniería industrial, las académico administrativas de la DIMEI, la razón de ser de la UNAM e incluso, las expectativas inmediatas de la industria, logrando con ello formar al mejor de los mejores.

# CONCLUSIONES

---

**FALTA PAGINA**

**No 140 la 142**

## CONCLUSIONES

***La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, tiene en los egresados de Ingeniería Industrial motivo de orgullo, son profesionistas con un enorme sentido de responsabilidad, preocupados por el desarrollo de la sociedad a través de su trabajo, empresa, familia y persona.***

Gracias al acervo que dan las ciencias humanísticas, el ingeniero industrial es capaz de percibirse como una parte del todo que es la sociedad, pero creemos que aún prevalecen carencias en esta área, queda en los miembros de esta Facultad el analizarlas y plantear la manera de satisfacerlas.

Entre las necesidades reales urgentes del área humanística, esta la obligatoriedad del idioma inglés, que resulta una carencia a tomar en cuenta y se deben dar facilidades para impartirlo.

Tomando en cuenta que el objetivo de la carrera de Ingeniería Industrial es formar profesionistas calificados para contribuir a la mejora de la productividad, calidad y la competitividad de la industria del país, aspectos fundamentales para la inserción exitosa de México en el concierto de las economías globalizadas, puede asegurarse que esta carrera tendrá una posición importante para el logro de este propósito.

Esta carrera ha mantenido una gran demanda social que la ha llevado a acumular desde 1960, una matrícula mayor que

---

todas las demás carreras ofrecidas hasta la fecha en los institutos tecnológicos<sup>1</sup>. Tal como se muestra en la tabla contigua.

		PERIODO	
Institución	89/90	90/91	91/92
I. T.*	21,414	28,332	30,104
IPN	3,260	3,890	3,752
UNAM	4,054	3,917	2,779
ITESM**	603	902	1,027
UAM	908	948	965
UA	90	114	104
UIA	575	623	636
TOTAL	30,904	38,726	39,367

Por su parte, en general todas las instituciones han incrementado el número de egresados de sus carreras de ingeniería Industrial o afines.

---

<sup>1</sup> Fuente: COSNET. Elaborada con datos contenidos en: Los Anuarios Estadísticos: Licenciatura, 1990-1992. ANUIES; Reportes estadísticos de la DGIT, 1991 y 1992.

\* Institutos Tecnológicos del país, listados en el anexo

\*\* Campus Estado de México y Cd. de México

---

todas las demás carreras ofrecidas hasta la fecha en los institutos tecnológicos<sup>1</sup>. Tal como se muestra en la tabla contigua.

Institución	PERIODO		
	89/90	90/91	91/92
I. T. <sup>*</sup>	21,414	28,332	30,104
IPN	3,260	3,890	3,752
UNAM	4,054	3,917	2,779
ITESM <sup>**</sup>	603	902	1,027
UAM	908	948	965
UA	90	114	104
UIA	575	623	636
TOTAL	30,904	38,726	39,367

Por su parte, en general todas las instituciones han incrementado el número de egresados de sus carreras de ingeniería Industrial o afines.

---

<sup>1</sup> Fuente: COSNET. Elaborada con datos contenidos en: Los Anuarios Estadísticos: Licenciatura, 1990-1992. ANUIES; Reportes estadísticos de la DGIT, 1991 y 1992.

\* Institutos Tecnológicos del país, listados en el anexo

\*\* Campus Estado de México y Cd. de México

Este incremento, como es natural, es más o menos proporcional a su incremento en la matrícula, como se muestra en la tabla siguiente<sup>1</sup>:

INSTITUCION	PERIODO			Total
	88/89	89/90	90/91	
I. T.*	2,216	2,015	3,263	7,494
IPN	331	126	414	871
UNAM	421	445	776	1,642
ITESM**	29	31	28	88
UAM	43	63	63	169
UA	23	--	26	49
UIA	58	56	54	168
Total	3,121	2,736	4,624	10,481

<sup>1</sup> Fuente: COSNET. Elaborada con datos contenidos en: Los Anuarios Estadísticos: Licenciatura 1989-1992. ANUIES; Reportes estadísticos de 1991 y 1992 de la DGIT

\* Institutos Tecnológicos del país, listados en el anexo

\*\* Campus Estado de México

---

***La formación que recibe es de las más intensas del mundo***, una inmensa formación en ciencias básicas, instrucción en ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada y ciencias sociales y humanidades. El incremento que se nota en el área de las ciencias básicas, intentan subsanar las deficiencias del sistema educativo a nivel medio.

La Facultad de Ingeniería no debe asumir la responsabilidad de homogeneizar los conocimientos básicos en los alumnos de recién ingreso por medio de cursos propedéuticos, resulta más práctico, económico y real la implantación de un examen de admisión.

La deformación humanística del alumno, se ve reflejada gravemente en su capacidad de socializar y comunicarse, ya que se le inculca el trabajo individualista por lo que pierde de vista lo valioso que es saber integrar e integrarse a un grupo. Se inhibe su capacidad creativa y de cuestionamiento ya que se le imponen reglas y metodologías tan estrictas que coartan su libertad de pensamiento. La cantidad de materias de ciencias básicas, son las responsables de su formación ingenieril y su deformación humanística.

Los que finalmente logran incursionar en las ciencias de la ingeniería o las ciencias aplicadas son los pocos afortunados que finalmente comprenden el porqué y para qué de las ciencias básicas, recibiendo simultáneamente el refresco de los conocimientos de la ciencia y práctica ingenieril.

El perfil que el sector empresarial de bienes y servicios demanda de los Ingenieros Industriales, se orienta hacia: El desarrollo de procesos de automatización, aplicación y diseño de

nuevas tecnologías y productos, su manufactura y comercialización, diseño y aplicación de sistemas de manufactura flexible, control de calidad, logística y ergonomía.

***Existe la necesidad de fortalecer la formación en actitudes de liderazgo, de competitividad, de saber, de saber hacer y saber ser, ya que los conocimientos de los egresados son aceptables, pero con frecuencia carecen de liderazgo, presencia y seguridad personal, precisamente por una falta de preparación.***

El ingeniero industrial debe ser emprendedor, con actitudes de excelencia en el hacer, tanto de su vida personal como en aquello que compete a su actividad profesional, lo que requiere un alto sentido de responsabilidad.

Las actitudes de líder, de innovación y de creatividad, son indispensables en la coordinación de una empresa que pretenda ser competitiva.

La seguridad y agresividad para vender sus ideas, serán elementos que le abran los caminos hacia el éxito. Ser dinámico, trabajar con rapidez y tener una actitud constante de superación, son actitudes inherentes a una persona que se encuentra en constante cambio y al ritmo de la época actual.

Finalmente, el ingeniero industrial debe tener ética profesional para actuar correctamente en el desempeño de su profesión. Estas actitudes deben fomentarse en el seno de la escuela.

---

***Se requiere una mayor vinculación Escuela-Industria***, por medio de visitas a las plantas o estancias industriales, los estudiantes tendrían más posibilidades para desarrollarse y aprender al practicar con situaciones reales.

Los empresarios desean abrir sus puertas a las instituciones educativas bajo condiciones adecuadas de concertación. Actualmente, se considera que el servicio social y las prácticas profesionales son solo un trámite, que de hecho no beneficia ni a los estudiantes ni a las empresas. Pues alumnos y profesores lo ven como un mero trámite educativo con cierta apatía para aprender nuevas técnicas, siendo aquí donde podrían realmente actualizar sus conocimientos.

Es necesario que se establezcan estrategias de difusión regional y local de la carrera de ingeniería industrial, así como que las academias de profesores, se vinculen más efectivamente con los sectores de la producción y los servicios, lo que permitiría, tanto al alumno como al profesor, enfrentar problemas reales para dar una mayor solidez al proceso de formación de este profesional.

La Facultad puede alcanzar mayor relación con el sector empresarial si abre sus puertas a los problemas que afectan a la micro y pequeña empresa, por medio del ofrecimiento de consultorías externas. La problemática de estos estratos empresariales es muy compleja, y constituye un amplio campo de aplicación de los ingenieros industriales.

La vinculación es fundamental porque la Facultad no puede tener el equipo tan actualizado de las empresas; sólo de esta manera se puede acceder a él. Al haber mayor vinculación escuela-industria se actualizarían los conocimientos de los

futuros ingenieros industriales con el uso del equipamiento de las empresas y éstas estarían en posibilidad de contratar personal más calificado.

***La creación de un Laboratorio de cómputo beneficiará a todos***, principalmente al estudiante de Ingeniería Industrial. Un laboratorio de cómputo significa una mejor formación, permite y facilita el desarrollo de las labores docentes de capacitación, tareas, instrucción y reportes de alumnos e incluso se logra mejorar el nivel de comprensión al apoyarse en técnicas audiovisuales-interactivas que posteriormente sabrán emplear alumnos y profesores.

La manera propuesta para esta organización, donde se simulen las diversas áreas de una empresa, permitirán al alumno concebir a la empresa como un ente integral, donde cada una de sus partes no puede trabajar ajena a lo que se realiza en las demás, corrigiendo así, la formación "modular" que recibe a lo largo de la carrera.

El estudiante podrá emplear el laboratorio para simular todo tipo de relaciones empresariales, podrá manejar variables de tipo humano, legales, laborales, administrativos, etc; e incluso podrá enfrentar empresas con el fin de analizar las consecuencias del cumplimiento o incumplimiento por parte de una de ellas, en cualquier aspecto (entrega de materiales, falta de pago, cancelación de entregas etc.)

***La inclusión de la computación en la formación del Ingeniero Industrial, lo impulsará al frente en el mercado laboral***, ya que con ello no solo cubre las expectativas de cualquier

---

empresa, sino que puede dar mucho más convirtiéndolo en un elemento de excelencia.

En un mercado laboral tan exigente como el actual, cualquier valor agregado que tenga el profesionista le sirve de peldaño para destacar de entre sus competidores. Un laboratorio de cómputo, agrega al egresado: Conocimientos de cómputo que le permiten manejar el software que se emplea en el ámbito laboral; Conocimientos sobre herramientas especializadas de cómputo que le otorgan la capacidad de opinar y decidir en aspectos fundamentales de la empresa como el diseño, producción o mejoras de un producto; La conceptualización globalizada de una empresa, da al alumno una experiencia previa que de otra manera le podría llevar varios años.

La computación es la herramienta de hoy para el futuro, quien la maneje con habilidad, tiene un nuevo medio de comunicación, una manera novedosa y espectacular de expresar sus objetivos e ideas, logra una simplificación, rapidez y calidad en su tarea profesional, ya que cuenta con un medio que no tiene más fronteras que su imaginación.

***Las diversas Ingenierías que se imparten en esta Facultad, requieren una mayor interacción,*** a últimas fechas se ha usado la modalidad de especializar las áreas de la enseñanza, esto ha provocado que se pierda la visión integral y generalista de la ingeniería y todo lo que ella abarca.

Por ver el árbol, no percibe el bosque, y el ingeniero actual adolece de ello; los electrónicos no quieren saber de obras civiles, los eléctricos se desentienden de la electrónica, los de computación de la industria, los mineros de la mecánica, etc.

De nada nos sirve un ingeniero que solo sabe de procesos y manufactura, o de computadoras y programación, o de materiales y herramientas. Un ingeniero que no concibe las cosas de manera integral y holística, no genera ideas, solo puede ejecutarlas. Por el contrario, un ingeniero que conozca de computadoras, que comprenda el argot industrial, que sepa elementos básicos de construcción, hidráulica, química, materiales, ese ingeniero sí hará Ingeniería en su más amplio espectro, será un ingeniero social, no un técnico que le llamen "inge". Tampoco se trata de que cada ingeniero sea un "todólogo", únicamente hay que estar concientes de que cualquier ingeniero sin importar el ramo, debe interactuar con otras ramas de la ingeniería.

Vale la pena abrir este horizonte a todas las ramas del saber, ya que el ingeniero -cualquiera- siempre debe interactuar con otras gentes, ya que antes de ser un ingeniero, es una persona que forma parte de algo llamado sociedad.

Actualmente no existe una conciliación entre oferta y demanda<sup>1</sup> en la formación de ingenieros industriales, ya que por parte del sector educativo público, prevalece el enfoque técnico, y el sector empresarial demanda un ingeniero con mayores conocimientos en áreas administrativas, con mayor énfasis en cuestiones de ingeniería aplicada a mejorar los servicios, campo de trabajo que día a día se hace más amplio.

Esta carrera es una de las más demandadas por los estudiantes de ingeniería debido a su enfoque empresarial, lo que hace que la oferta de ingenieros industriales sobrepase en al

---

<sup>1</sup> Fuente: "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales", COSNET, SEP

---

rededor del 80% a su demanda (tomando en cuenta todas las escuelas donde se imparte). Esta disparidad va a continuar hasta finales del presente siglo al menos.

En efecto, se espera que haya 50 mil egresados en ingeniería industrial entre 1990 y el año 2000; de los cuales solo 6,000 podrán contratarse de acuerdo a las tendencias del mercado laboral. Estas cantidades dependerán de que los pronósticos derivados de este modelo realmente se comprueben, y seguramente tendrán variaciones conforme evolucionen favorablemente las circunstancias del país.

Del total de egresados de esta carrera, de continuar las condiciones actuales, el 70% será de los institutos tecnológicos.

CUALQUIER LÍDER (DE UNA EMPRESA, UN GRUPO, UN EQUIPO O UNA FAMILIA), SABE QUE SU COMPETITIVIDAD EMANA DE SUS COMPAÑEROS, SE SABE TAN VALIOSO COMO VALIOSOS SON ELLOS, POR ESO, CUALQUIER ELEMENTO QUE SE INCORPORA TIENE MUCHO QUE APRENDER Y MUCHO MÁS QUE APORTAR. ELLOS PIDEN MUCHO, PERO NOSOTROS SABREMOS DAR MÁS; MÁS COLABORACIÓN, MÁS COMUNICACIÓN, MÁS HONESTIDAD, MÁS AMOR AL TRABAJO, MÁS IDEALES.

# **BIBLIOGRAFIA**

---

**FALTA PAGINA**

**No 153 la 156**

## Bibliografía

### Libros

Black, Uyles

*"Redes de Computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces"*

Macrobit Editores S.A. de C.V.

Coombs, Philip H.

*"Estrategia para mejorar la calidad de la educación superior en México"*

Informe para el Secretario de Educación Pública  
realizado por el Consejo Internacional para el  
Desarrollo de la Educación

Secretaría de Educación Pública

Fondo de Cultura Económica

México, 1991

Facultad de Ingeniería, UNAM

*"Facultad de Ingeniería 1992-1993"*

Unidad de Planeación, Facultad de Ingeniería, UNAM

Hawkes, B.

*"CAD-CAM"*

Paraninfos, España

---

Moreno Hernández, Hugo / Vital Díaz J. de Jesús  
*"Desarrollo Estratégico para la Productividad del  
Sistema Administrativo de la DIMEI"*

Facultad de Ingeniería

*"Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales"*  
SEP, Subsecretaría de Educación e Investigación  
Tecnológicas  
Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica,  
COSNET  
México, noviembre 1994

Tarquin, Blank / Blank, Leand T.  
*"Ingeniería Económica"*  
Mc Graw Hill

*"Tratado de Libre Comercio entre México, Canadá y  
Estados Unidos"*  
Sría. de Com. y Fomento Industrial de México, SECOFI  
Cavallari Impresores y Editores S.A. de C.V. Sept. 1992

### Artículos y revistas

*"El perfil de los Ingenieros hacia el siglo XXI"*  
Vidal Valles, Ricardo  
Revista: La Ingeniería en México

*"Ingeniería Industrial"*  
Tríptico informativo de la carrera de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería Mecánica  
e Industrial, DIMEI  
Coordinación de Vinculación Ingeniería-Sociedad, FI

*"Macrotendencias Curriculares de la Ingeniería Industrial"*

Sánchez Mejía V., Carlos  
Revista: La Ingeniería en México

Enciclopedia Práctica de la Informática  
Nueva Lente/Ingelek

PC Magazine en español  
Vol. 3 No 7  
México, 1992

PC Magazine en español  
Vol. 4 No 4  
México, 1992

Personal Computing, México  
Año 4, No 46, 1992  
Sayrols

Personal Computing, México  
Año 5, No 72, mayo 1993  
Sayrols

RED, La revista de redes de computadoras  
"El ABC de las redes locales"  
"Principios básicos del mundo de las redes"  
Edición especial  
Novelco

RED, La revista de redes de computadoras  
Año IV, No 52, enero 1995  
RED

# ANEXO

**FALTA PAGINA**

**No 160 la 162**

## Anexo

En este anexo se incluyen algunos de los documentos que se presentan el estudio "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales", editado por el COSNET, dependencia de la SEP. En el cual, como lo indica el M. en C. José Luis Rodríguez García en la presentación:

*"...se presentan los resultados de un estudio de oferta-demanda de ingenieros industriales en México, realizado bajo la coordinación del Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (CoSNET) durante los meses de agosto de 1993 a marzo de 1994, con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad, eficiencia y pertinencia de la educación superior tecnológica de la Secretaría de Educación Pública (SEP)... se entrega este documento a las Academias de Profesores de la carrera de Ingeniería Industrial de los institutos tecnológicos, esperando provocar en su seno, la reflexión y el análisis, que conduzcan al establecimiento de mecanismos y acciones para continuar este tipo de trabajos con el sector productivo, y ampliar las expectativas ocupacionales y de participación de sus egresados en el desarrollo nacional.."*

### Enseguida hace mención de los resultados obtenidos:

*"...son el producto de una intensa reflexión colectiva con la participación invaluable y desinteresada de numerosas personalidades de los ámbitos académico e industrial, de colegios de profesionistas, de diferentes cámaras industriales, de los institutos tecnológicos y Comités de Viculación entre los Sectores Educativo y Productivo de diversas ciudades del país..."*

Los organismos académicos que participaron en este documento son:

Dirección General de Institutos Tecnológicos  
Instituto Politécnico Nacional  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez  
Instituto Tecnológico de Durango  
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Instituto Tecnológico de Hermosillo  
Instituto Tecnológico de Mérida  
Instituto Tecnológico de Matamoros  
Instituto Tecnológico de Orizava  
Instituto Tecnológico de Pachuca

---

Instituto Tecnológico de Puebla  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Instituto Tecnológico de Tlalnepantla  
Instituto Tecnológico de Tijuana  
Instituto Tecnológico de Toluca  
Instituto Tecnológico de Veracruz  
Universidad Anáhuac  
Universidad Ibero Americana  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Los miembros del sector empresarial que colaboraron  
son:**

Alcomex  
Arancia  
Arbomex  
Bachoco  
Beckett Dickinson  
Berreños S.A. de C.V.  
Bimbo  
Campbell 's de México  
CANACINTRA  
CECI  
Cementos Apasco  
Chicken Express de México S.A. de C.V.  
Condura  
Consultores Internacionales  
C.F.E. Laguna Verde  
Deltrónicos  
Diesel Record  
Edensa  
Embotelladora Guadiana  
E. T. & T.  
Ford  
Gamesa  
Grupo Avícola Industrial San Antonio  
Industria Mexicana de Fotocopiadoras  
Industrial  
Industrias Gobar  
Ingenio San José De Abajo  
Juegos California  
Kemix de México S.A. de C.V.  
Metalúrgica Veracruzana  
Micsa  
Nutritivas S.A.  
Optica Sola de México  
Ornex S.A.  
Pachard Hugues  
PEMEX  
Petroquímica Bañe

Pevac  
Planex  
Procter & Gamble  
Productos Alimenticios Donde S.A. de C.V.  
Productos Mexicanos Eléctricos del Sureste  
Puertos Mexicanos  
Reynosa  
Secretaría de Desarrollo Económico del Edo. de Guanajuato  
Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercio  
SMK Electrónica  
TAMSA  
Talleres Hersan  
Tricos  
Triplay y Maderas  
Turbo Tecnología de Reparaciones  
Ultra I  
Velcon  
Vistar S.A. de C.V.  
Vitro Estufas  
W.V.  
York Internacional

Lo que nos deja ver la valía con que cuenta este documento, del cual se anexa primeramente el capítulo tres, donde se delinearán las características que rigieron el estudio. Enseguida se plasman dos de las reuniones de trabajo, una con miembros meramente académicos y la otra con miembros del ámbito académico e industrial. Esto con el fin de dejar bien claro, que todos están concientes de la dirección que se debe tomar en la formación del ingeniero industrial.

---

# ANEXO A

## Capítulo tres del documento "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales"

### 3. CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO DE OFERTA-DEMANDA

Para avanzar en los cambios producidos por la reforma en la enseñanza de la ingeniería industrial de los tecnológicos de la SEP, el CoSNET realizó el presente estudio que busca confrontar la oferta de Ingenieros Industriales con su demanda de parte del sector productivo. Algunas de las características más importantes del estudio son las siguientes:

#### 3.1. Objetivo.

Ofrecer elementos para la planeación del desarrollo de la carrera de reforma de ingeniería industrial, basados en la opinión del sector productivo sobre las acciones que se requieren para ajustar la oferta de ingenieros en esta área con su demanda.

#### 3.2. Metodología y estrategia.

. Entrevistas: El tipo de la entrevista fue grupal y la temática que siguió fue: Perspectivas de las manufacturas en el marco de la economía global, el papel del ingeniero industrial en el desarrollo actual y futuro, los perfiles de formación deseables, necesidades de recursos humanos y distintos niveles de clasificación e instrucción en áreas relacionadas con la ingeniería industrial, proyección cuantificada y mecanismos para la vinculación escuela-industria.

El manejo que se dio a los temas fue a través de preguntas abiertas, estableciendo un diálogo entre el entrevistado y el entrevistador, la información se grabó con el fin de obtener mayor confiabilidad.

. Trabajo de campo: Reuniones de trabajo, cuya dinámica se orientó con preguntas clave, cuyas respuestas permitieron bosquejar la estructura del presente documento. Los representantes de las instituciones participantes presentaron un alto grado de cooperación, brindando información tanto cuantitativa como cualitativa y en algunas ocasiones con aportaciones escritas.

. Cuestionario, elaborado para obtener información cuantificada de la demanda a corto y mediano plazo y aplicado a los representantes del sector empresarial en cada una de las reuniones de trabajo. Su objetivo fue recabar información para definir las necesidades actuales y futuras de profesionales formados en el Sistema Nacional de Educación Tecnológica, que el sector productivo de bienes y servicios requiera.

. El contenido del cuestionario se estructuró en tres apartados: 1. Datos de la empresa que corresponde a sus características generales, 2. Características del personal, corresponde al tipo de recursos humanos con que se cuenta y requiere la empresa, 3. Oferta-demanda de ingenieros industriales, se refiere a las necesidades del sector productivo, en cuanto a estos profesionales.

### 3.3. Acciones

. Doce entrevistas individuales con expertos en ingeniería Industrial.

. Doce reuniones de trabajo, con un promedio de 25 personas por reunión entre los que se contó con expertos académicos de diversas instituciones públicas y privadas, representantes del sector empresarial y representantes del Cosnet.

Estas reuniones se llevaron a cabo en las ciudades de: México D.F., Tijuana, Matamoros, Orizaba, Juárez, Durango, Celaya, Hermosillo, Mérida, Veracruz y el municipio de Tlalnepantla.

. Seis colaboraciones recibidas por expertos del área industrial.

. Más de 500 encuestas aplicadas en ciudades donde se celebran las reuniones de trabajo.

. Un estudio analítico cuantitativo de la oferta nacional de ingenieros industriales, en los institutos tecnológicos pertenecientes al Sistema Nacional de Educación Tecnológica (SENT), y de algunas de las principales instrucciones del Distrito Federal.

. Un estudio proyectivo de la demanda de ingenieros industriales por parte del sector productivo, adaptado de un modelo de planeación educativa, diseñado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCED), con base en cinco estimaciones que corresponden a: El producto Interno Bruto (PBI), a la productividad de trabajo, a la fuerza interna laboral que será demandada, a la proporción de la fuerza laboral por ocupación principal de cada sector de actividad económica y a la estimación de la estructura educativa de esta fuerza laboral.

---

## **ANEXO B**

### **Reunión de Trabajo con el sector académico en la Cd. de México D.F. incluido en los anexos del documento "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales".**

En esta reunión de trabajo participaron las siguientes personas:

#### **Sector Educativo:**

Ing. Abel Muñoz	Instituto Politécnico Nacional
Ing. Angel Hernández R.	Universidad Autónoma Metropolitana
Ing. Julián López P.	Universidad Autónoma Metropolitana
Ing. Jorge Hanel D.	Universidad Autónoma Metropolitana
Ing. Carlos Sánchez Mejía	Universidad Nacional Autónoma de México
Ing. Eloisa Dávalos P.	Universidad Nacional Autónoma de México
Ing. Angel Fernández G.	Universidad Ibero Americana
Ing. Jorge Mario Elías M.	Instituto Tecnológico de Querétaro
Ing. Raúl García R.	Instituto Tecnológico de Pachuca
Ing. Arturo Gallardo M.	Instituto Tecnológico de Celaya

#### **COSNET:**

Dr. Jorge Toro González	Moderador de la reunión
Ing. Enrique Rodríguez Jacob	
Lic. Camila Wallberg García	
Lic. José Luis Prieto Hernández	

---

#### **A) En relación con el tema:**

##### **I. Perspectivas de la manufacturas en el marco de la economía Global y la formación del ingeniero industrial**

Se destacan, a continuación, los puntos más importantes de la discusión.

##### **1.1 Perfil y formación profesional del estudiante de la carrera de ingeniería industrial en las diversas instituciones educativas.**

. En la Universidad Ibero Americana, debido a la importancia que este profesionista representa para el país, se ha creado un comité que busca definir el significado de la carrera de ingeniería industrial y, hacia donde se dirige.

En esta institución se observa que el perfil del ingeniero industrial egresado de universidades privadas, varía en relación al de las públicas en cuanto a actitudes principalmente, por lo que concibe al ingeniero industrial como un administrador directo que no se ve involucrado en los aspectos de ingeniería como tal, ya que su campo laboral lo convierte en gerente, directivo o empresario y opina que la auténtica carrera de administración no se da en este departamento, se da en ingeniería industrial.

La currícula de ingeniería industrial en la Ibero va a incluir materias como mercadotecnia y planeación estratégica entre otras, porque el perfil del alumno que se intenta formar eso requiere; por otro lado, se tiene mucha inquietud sobre lo que es manufactura y se está trabajando en un subsistema para incluir este tipo de materias en los planes de la carrera.

En cuanto al concepto de sistemas hay que tener mucho cuidado, ya que aunque es muy útil, no es de fácil implementación, sobre todo porque no siempre se cuenta con los recursos para hacerlo, como por ejemplo, las materias de computación son muy importantes, pero a veces no es sencillo poner más de una al implicar una inversión física, muy grande que a veces no es obtenible y la operación puede ser muy compleja.

Esta universidad fue una de las primeras en separarse de la UNAM y dividir a las ramas de la ingeniería en donde, la carrera de ingeniería industrial, es claramente una derivación de la ingeniería mecánica y su currícula es paralela pues, un 65% de las materias son comunes en ambas.

. En la Universidad Nacional Autónoma de México, el estudiante de esta carrera, tiene una situación socioeconómica muy distinta al de otras, es decir, lleva consigo una cierta formación o predisposición originada en la estructura familiar que determina su forma de vestir, de actuar y de pensar.

El profesionista de esta institución, se orienta hacia los aspectos técnicos sobre todo, aunque en su formación también contempla el aspecto administrativo y humanista, para que se proyecte dentro de tres aspectos: el saber, el saber hacer y el saber ser.

Al egresado de la UNAM, hay que reforzarle el aspecto actitudinal, ya que no está del todo preparado para enfrentarse laboralmente, con los de universidades privadas, por su miedo a la competencia directa.

Los representantes de esta institución opinan que en México, la educación superior debe perfeccionarse día con día para ser comparable con el extranjero, sobre todo, en las instituciones privadas, pues, aunque éstas preparan a futuros ingenieros industriales con un nivel actitudinal aceptable, no cuentan con buenos equipos de laboratorio y talleres para una formación técnica competitiva tanto a nivel nacional como internacional. Caso contrario le sucede a las grandes universidades públicas, que al contar con la ayuda del Estado, poseen laboratorios y talleres bien equipados para la formación técnica necesaria que requiere la demanda en la actualidad.

---

El ingeniero industrial es un profesionalista con conocimientos generales, pues conoce los problemas y las relaciones entre el hombre y su medio ambiente, la ecología y la energía, por lo que puede actuar como integrador y coordinador y estar conciente sobre la productividad y la calidad; elemento binario al que se le puede denominar excelencia.

Lo que se busca en la formación de ingenieros industriales es que sean competitivos, por lo tanto, la currícula de esta carrera debe basarse en normas y estándares internacionales y modificar el enfoque que dentro de ella se tiene en relación a la productividad de la empresa y, hacia el servicio al cliente, conceptualizando todos los procesos para ser muy claros de lo que es el precio y la calidad.

La currícula de la UNAM está compuesta por ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, ciencias sociales y humanidades. Hay un tronco común para todas las carreras de cuatro semestres, en él se encuentra la física, la química la matemática y las matemáticas aplicadas.

En la parte de ciencias y humanidades dentro de la facultad de ingeniería de la UNAM, se han incrementado estas materias para dar habilidades en cuanto a expresión oral y escrita, enmarcando un comportamiento más humano en el uso de materias optativas para que el alumno posea más ambiciones.

En las ciencias de la ingeniería se tienen seis líneas curriculares:

- .Uso de materiales
- .Resistencia de materiales
- .Control de Materiales
- .Electrónica
- .Máquinas
- .Instalaciones

El alumno debe ponerse de acuerdo con su profesor para tomar las asignaturas de su preferencia, dado por un lado, una formación general y, por otro, cada quien escoge lo que le gusta.

En la UNAM, cuando una persona desea ingresar a la carrera de ingeniería industrial, se le aplica un examen diagnóstico que, si no se aprueba, pasa a los propedéuticos, en donde se imparten matemáticas, una orientación vocacional y se les enseña a estudiar.

Con la preocupación que actualmente se tiene en relación a la ecología, sería adecuado incluir en el programa curricular la materia de sistema de ahorro de energía así como conceptos de ingeniería de operación, técnicas de aproximación y economía, desde la planeación hasta los aspectos financieros y directivos de los estudios, ya que la parte de productividad y de calidad es muy necesaria en la carrera de ingeniería industrial.

La ingeniería de sistemas y planeación se orienta, sobre todo, hacia empresas prestadoras de servicios y hacia las finanzas.

Los representantes de la UNAM opinaron que, este profesional de la ingeniería industrial de cualquier institución, tiene grandes perspectivas a mediano y a largo plazo en México.

. En la Universidad Autónoma Metropolitana, el ingeniero industrial debe ser un conocedor de precisión, que haga y conozca de todo, ya que en México, es quien dirige y coordina medianas y pequeñas industrias.

En esta institución, existen topes en las carreras, sobre todo para definirse como eléctrico, industrial y mecánico, lo que hace que algunas de ellas, estén más demandadas. Los alumnos hacen su examen de admisión eligiendo una carrera poco demandada y posteriormente, piden su cambio a industrial, con el requisito de tener ocho mínimo de promedio.

La formación del plan de estudios de la Universidad Autónoma Metropolitana se hace en tres grandes grupos, el tronco común con un 25%, el profesional un 50% y el otro 25% es para áreas especiales y se maneja un tipo de educación que se le denomina continua, con el fin de actualizar los conocimientos de los estudiantes.

. En el Instituto Tecnológico de Pachuca, el ingeniero industrial debe ser generador de su propio trabajo, con la suficiente energía para ascender en el campo laboral.

En el aspecto regional, el ingeniero industrial tiene la posibilidad de ser un integrador y optimizador de un método creativo; formarlo no sólo en el aspecto agroindustrial, sino también en el de servicios de transportes y hotelería.

El tecnológico de Pachuca opinó que, lo debe determinar la currícula en una carrera es el mercado de trabajo, el problema radica en saber cuáles son sus características, por lo que sería recomendable que se hiciera una investigación por medio de encuestas para conocer lo que la demanda requiere.

Por su parte, se ha precisado que los tecnológicos, operan con un modelo normativo un poco rígido por lo que debe haber flexibilidad en todos los procesos y en los contenidos en el aspecto centralizado.

. En el Instituto Politécnico Nacional, el ingeniero industrial debe ser un verdadero agente de cambio y quien debe llevar la dirección en las industrias, no un director administrativo o gerente porque en ello no hay ingeniería.

## **1.2. Funciones del ingeniero industrial y su impacto en el desarrollo y competitividad de la industria manufacturera.**

Todos los participantes estuvieron de acuerdo en que, el ingeniero industrial:

. Debe actuar con base a todos los hechos sociales, históricos, económicos, y ecológicos de la nación, ya que éstos le servirán como herramientas indispensables para intervenir en el desarrollo del país.

---

. Debe manejar todas las áreas que conforman una empresa, tanto los recursos técnicos como humanos y administrativos para ser un integrador y un coordinador de acción capaz de detectar problemas, buscar su solución, demostrar la productividad de una empresa y saber utilizarla.

### **1.3. Habilidades, actitudes, y conocimientos, que deberá tener el ingeniero industrial ante la modernización de las empresas, y el desarrollo tecnológico del país**

- . Las instituciones educativas deben insistir en formar profesionistas con actitud de ingenieros, factor sumamente importante para las industrias mexicanas.
- . Debe desarrollar su ingenio creativo, el concepto de calidad e inculcarles una cultura de rapidez, que es lo que caracteriza a los noventa.
- . Debe tener sentido de ética profesional para actuar objetivamente y apegado a las leyes.
- . Debe desarrollar un espíritu emprendedor, sobre todo si es egresado de instituciones públicas, para que tenga la capacidad de crear proyectos, formar su propia empresa y ser competitivo.
- . Debe manejar una mentalidad de triunfo para subir dentro de una empresa. Se debe inducir un cambio de actitudes enseñando al alumno a hacer ingeniería.
- . Debe cambiar su enfoque hacia una competitividad de carácter internacional y de la productividad dirigida a la empresa y al servicio al cliente.
- . Debe promoverse en el alumno las ganas de trabajar durante la carrera para que su entrada a la industria sea más fluida.
- . Hay que reforzar el perfil actitudinal en los estudiantes de las instituciones públicas para que sean competitivos en relación con los de universidades privadas.
- . Debe tener características de un verdadero profesional comprometido con la sociedad y con él mismo como base de su formación.
- . Debe ser limpio, puntual y un verdadero agente de cambio ante la realidad que enfrenta el país.
- . Debe enmarcarse un comportamiento más humano en el uso de las materias optativas para que el alumno posea más ambiciones.
- . El ingeniero industrial, para desarrollarse en los diversos campos laborales, debe contar con los conocimientos siguientes:

- .Productividad
- .Expresión oral
- .Sistemas de ahorro de energía
- .Computación
- .Relaciones laborales
- .Aspectos de oficina
- .Aspectos de flexibilidad e innovación
- .Electricidad
- .Telefonía
- .Tecnología de materiales
- .Planeación estratégica
- .Manufactura de clase mundial
- .Mercadotecnia
- .Inglés
- .Calidad total
- .Recursos humanos

#### **1.4. Participación del ingeniero industrial en la ampliación de mercados y estrategias mercadológicas**

. Las empresas mexicanas de cualquier tamaño, deben contar con recursos humanos bien preparados que estén a favor de lo bien llevado, de lo bien administrado y de lo bien organizado. En nuestro país, el trabajo es bueno y, tener a un ingeniero industrial con estas características es necesario para lograr el cambio en las industrias haciéndolas competitivas y elevando su productividad.

. El ingeniero industrial es una pieza importante en la participación de mercados y en las estrategias mercadológicas, ya que posee conocimientos de manufactura, logística y métodos que son su mercado principal de trabajo.

. Se observa un incremento en aspectos como flexibilidad e innovación, que aportan un campo muy útil a la ingeniería industrial, ya que su formación y características son de este tipo. Los ingenieros industriales tienen la capacidad de integrar, inducir y pensar en innovación, que es lo que actualmente se necesita en las empresas de todos los tamaños por las condiciones de competencia internacional y globalización.

#### **B) En relación con el tema:**

##### **II. Campo ocupacional de los ingenieros industriales**

Se discutieron los siguientes aspectos:

#### **2.1. Perspectivas ocupacionales de los ingenieros industriales ante la economía**

.Los campos ocupacionales estratégicos son los siguientes:

- 
- \*Casas de bolsa
  - \*Bancos
  - \*Empresas controladoras
  - \*Corporativos
  - \*Empresas multinacionales
  - \*Servicios de obras públicas
  - \*Industria automotriz
  - \*Ingeniería de métodos
  - \*Finanzas
  - \*Control de calidad
  - \*Transportes
  - \*Hotelería
  - \*Logística
  - \*Pequeñas y medianas empresas, en donde en un lapso breve de tiempo, tiene la posibilidad de convertirse en la cabeza de estas organizaciones

## **2.2. El ingeniero industrial y su desarrollo ante la Globalización Económica y la implementación de nuevas tecnologías.**

. En esta reunión se mencionó la necesidad de que los ingenieros industriales conozcan las nuevas tecnologías y los procesos de manufactura por medio de una actualización constante, ya que con la Globalización Económica, México tendrá que competir con países desarrollados que producen con calidad, a menor tiempo y costo.

. Ante todo, el ingeniero industrial debe producir con calidad y dirigirla hacia la productividad y desarrollo de la rentabilidad en las empresas.

. El ingeniero industrial debe tener sólidos conocimientos de los avances tecnológicos y de los nuevos materiales que se utilizan, con el fin de modernizar al país y ser parte de la apertura internacional.

. Por otro lado, no es necesario que el ingeniero industrial sea un experto en todas estas áreas, pero sí que posea de ellas una visión general para que, junto con su creatividad, pueda mejorar la calidad de lo que se produce en nuestra Nación

. Debe tomar en cuenta que el país se está industrializando para analizar la evolución de la economía y ver la participación en el producto interno bruto de las ramas industriales.

. La UNAM está conciente de que la industria manufacturera del país requiere modernizar su desarrollo: En la Facultad de Ingeniería se cuenta actualmente, con el centro de diseño y manufacturas que contribuye de manera efectiva, para solucionar problemas y para especificar el diseño de la producción industrial, de contenidos, prototipos y complementar proyectos en diversas ramas de la industria manufacturera de la concertación metal-mecánica y de servicios. Se divide en tres áreas que trabajan conjuntamente, una de ellas es diseñar y desarrollar proyectos relacionados con sistemas tecnológicos con máquinas, donde entran todo tipo de enfoques mecánicos, eléctricos y electrónicos. En la otra, va la manufactura proyectada a métodos avanzados que traza planes, dirige y reduce los tiempos y costos de fabricación y calidad de la producción. La tercera área es mantener y realizar proyectos enfocados al desarrollo y a la implantación de nuevos métodos y procesos para la industria, con grupos de trabajo permanentes integrados por profesores especialistas y personal técnico calificado.

- . Los tecnológicos, son instituciones educativas que poseen la mayor cantidad de Ingenieros industriales en formación, por lo que hay que actualizar sus planes y programas para que los egresados estén preparados para afrontar los cambios que se suscitan constantemente.
- . La industria automotriz Cada día se fortalece más, por lo que la educación de los ingenieros industriales en todas las instituciones educativas en cuanto a la mejora de la tecnología de materiales, debe reforzarse mucho más para que a futuro, no sucedan pérdidas económicas en estas empresas
- . Por lo menos en cinco años no van a existir cambios económicos dentro de diversos programas de capacitación, por lo que las instituciones deben dar una educación continua para que el ingeniero actualice sus conocimientos tecnológicos.

**C) En relación con el tema:**

**III. Mecanismos de vinculación escuela-sector productivo.**

- . En la UNAM, sí existe un departamento que coordina la vinculación con las empresas, por lo que muchos de los estudiantes tienen la posibilidad de ingresar sin dificultad a las industrias debido a este sistema.
- . La gran empresa, ya sea nacional o trasnacional, es la que realmente tiene los recursos para entrenar y capacitar a los ingenieros que la UNAM les manda sin experiencia; les interesa darles capacitación, introduciéndolos seis meses o un año para, posteriormente, ligarlos a su sector.
- . Todas las instituciones educativas se enfocan a que los alumnos, desde su ingreso a la escuela, estén en contacto con la industria.
- . Las empresas podrían abrir sus puertas para aceptar a los estudiantes, si se concientizaran sobre la importancia de esta vinculación la cual, también debería adquirir carácter obligatorio para todas las carreras tecnológicas.

**CONCLUSIONES GENERALES**

- \* El ingeniero debe ser un integrador de los sistemas que conforman una empresa con conocimientos técnicos y administrativos, así como tener una buena formación humanística y social.
- \* La formación de los ingenieros industriales se debe internacionalizar para alcanzar la competitividad global y lograr una mayor vinculación entre escuela y sector productivo.
- \* En las instituciones públicas hay que fortalecer el perfil de actitudes y tomar en cuenta el de aptitudes y habilidades para lograr la excelencia en la formación.
- \* Lo que determina la currícula de esta carrera es el mercado de trabajo.

---

\* Este profesional de la ingeniería industrial con estos matices y este énfasis que surge en una institución o en otra, es muy dado para la perspectiva a mediano y a largo plazo en nuestra nación.

\* Las grandes universidades públicas, por contar con la participación del Estado, tienen mejores equipos y laboratorios para la formación técnica de sus estudiantes, por lo que son las que realmente enseñan una verdadera actitud de ingenieros.

## ANEXO C

Reunión de trabajo entre los sectores productivo y educativo en Tlalnepantla Edo. de México, incluido en los anexos del documento "Oferta-Demanda de Ingenieros Industriales".

En esta reunión de trabajo participaron las siguientes personas:

### Sector Productivo:

Dr. Jorge A. Morales Camino	Alcomex
Ing. José Zarco Mendoza	Mex. Berños S.A. de C.V.

### Sector Educativo:

Ing. Armando Platas García	Jefe Depto. de Ing. Ind. del Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
Ing. Meriom Sánchez Monroy	Profesor del Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
L.A.E. Victor M. Muñoz Bata	"
Ing. Rogelio Salazar Garduño	"
Ing. Ma. Elena San Vicente	"
Ing. Daniel Miranda López	"
Ing. Luis I. Jona Romero	"
Ing. Guillermo Antonio Cruz V.	"

### COSNET:

M.C. Rosa Amalia Gómez Ortiz	Moderador de la Reunión
Lic. José Luis Prieto Hernández	

### A) En relación con el tema:

**I. Perspectivas de las manufacturas en el marco de la economía global y la formación del ingeniero industrial.**

Se destacan, a continuación, los puntos más importantes de la discusión.

**1.1. Funciones del ingeniero industrial y su impacto en el desarrollo y competitividad de la industria manufacturera.**

#### El ingeniero industrial:

. Debe integrar todos los sistemas de producción, desde el diseño del producto, su manufactura, hasta la comercialización y distribución, con pleno conocimiento de cada uno de ellos, con el fin de que la cadena productiva se desarrolle eficazmente.

- 
- . Debe mantener un óptimo funcionamiento y aplicación de los sistemas que conforman una empresa, ya que por sus conocimientos generales, posee la visión de buscar alternativas para resolver problemas, tomar decisiones y afrontar riesgos.
  - . Debe ser promotor del cambio en las empresas, diseñando nuevas técnicas de producción con materiales nuevos para desarrollar e incrementar la productividad.
  - . Debe ser promotor del cambio en las empresas, diseñando nuevas técnicas de producción con materiales nuevos para desarrollar e incrementar la productividad.
  - . Debe ser quien domine y coordine los aspectos técnicos y administrativos de una industria.
  - . Debe ser promotor de la investigación en todos los sistemas para conocer las necesidades y expectativas de las industrias.
  - . Debe administrar la calidad en la producción para elevar la competitividad nacional e internacional y la productividad industrial.

### **1.2 Habilidades, actitudes y conocimientos, que deberá tener el ingeniero industrial ante la modernización de las empresas, y el desarrollo tecnológico del país.**

#### **El ingeniero industrial:**

- . Debe saber trabajar en equipo, tomando en cuenta la opiniones de quienes laboran con él, para que la empresa evoluciones conjuntamente en todos sus sistemas.
- . Debe ser líder para identificar problemas, con una visión general de la empresa para coordinar, supervisar, proponer soluciones a los conflictos que surjan dentro de las diversas áreas productivas, mejorando la productividad. Para ello, debe tomar en cuenta los aspectos administrativos, técnicos y humanos involucrados en el desarrollo y mejoramiento de la cadena de producción.
- . Debe manejar una mentalidad emprendedora y dinámica para la aplicación de tecnología de punta y dar calidad en la manufactura.
- . Para desarrollarse en los diferentes campos laborales de la región, debe contar con los conocimientos siguientes:

- .Seguridad industrial
- .Diseño
- .Sistemas de producción
- .Manufactura
- .Computación
- .Relaciones sociales y humanas.

### **1.3. Especialidades en la Ingeniería industrial para la región**

- . En esta región, las especialidades más demandadas para los ingenieros industriales son:

- .Ingeniería ambiental
- .Producción
- .Tratamiento de agua
- .Procesos metal-mecánicos
- .Sistemas
- .Diseño
- .Manufactura flexible
- .Robótica

#### **1.4 Participación del ingeniero industrial en la ampliación de mercados y estrategias mercadológicas**

. Ante todos los cambios económicos que se han suscitado a través del tiempo, actualmente, la industria reclama ingenieros industriales con los suficientes conocimientos para administrar la calidad en la producción y con capacidad para investigar todos los sistemas que la conforman con el fin de, elevar la productividad en sus empresas y su capacidad comercializadora a nivel nacional e internacional.

#### **B) En relación con el tema:**

##### **II.- Campo ocupacional de los ingenieros industriales**

Se discutieron los siguientes aspectos:

#### **2.1. Perspectivas ocupacionales de los ingenieros industriales ante la economía**

. Los campos ocupacionales estratégicos en esta región son los siguientes:

- \*La industria metal-mecánica
- \*Alimenticia
- \*Química
- \*Lubricantes

#### **2.2. Características de los ingenieros industriales para áreas de aplicación especializada, robótica o manufactura flexible**

. Se mencionó la necesidad de que los ingenieros industriales conozcan los aspectos humanos y sociales de las empresas pero que se enfoquen en mayor grado, hacia estas áreas técnicas, no a nivel licenciatura, sino de especialización.

#### **C) En relación con el tema:**

##### **III. Mecanismos de vinculación escuela-sector productivo para los ingenieros industriales de la región**

. Es necesario impulsar la vinculación escuela-sector productivo con mecanismos eficaces, como el que representa este tipo de reuniones.

---

## **CONCLUSIONES GENERALES.**

- \* Se concretó que el ingeniero industrial es un administrador de la calidad en producción y un investigador de sistemas.
- \* Se acordó que el tecnológico de Tlalnepantla debe realizar más reuniones de este tipo, para poder llegar a formar un Comité de Vinculación.
- \* Se enfoca al ingeniero industrial como un buen técnico pero le hace falta más relaciones sociales y humanas, para ser más demandado.

---

*La felicidad no es un secreto, es  
idealizar y realizar,  
enseñar y aprender,  
recibir y dar,  
decir y hacer  
lo que uno ama...  
o morir en el intento.*

---