

## Los fenómenos condicionantes de la Ingeniería: La informática y las nuevas formas de organizar el trabajo

### RESUMEN

En este trabajo se describe la relación de la informática en la ingeniería y su efecto en la organización del trabajo del ingeniero, para tal efecto, se esboza un marco histórico de la ingeniería, se presentan algunas definiciones de ingeniería, se describen funciones y habilidades del ingeniero, la informática y sus aportes a la ingeniería, así como en la formación informática universitaria del ingeniero. Para la elaboración del trabajo se realizó una revisión bibliográfica, exploración de los pensum de estudio de las carreras de ingeniería impartidas en algunas de las universidades locales, y revisión de algunas aplicaciones de software usadas en las funciones del ingeniero.

**Palabras claves:** condicionantes, informática, ingeniería, organización del trabajo.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, se ha apreciado la necesidad de calcular y para tal fin se han diseñado diversas herramientas que permite manejar dicha información. Pasando por el uso del ábaco, la regla de cálculo, hasta los computadores, se ha presenciado una extraordinaria evolución tecnológica de estas herramientas que ayudan al cálculo. La informática

La informática tiene ahora una gran influencia en la ingeniería, reduciendo a un mínimo el trabajo rutinario, repetitivo y tedioso [4]. La necesidad de gestionar la información con rapidez y precisión, mejorar la comunicación, y disponer de facilidades y capacidades para el cálculo y procesamiento de la información derivada de los proyectos de ingeniería, ha ocasionado que paulatinamente se hayan integrado la informática y la ingeniería para así derivarse una nueva forma en que el ingeniero organiza y ejecuta su trabajo. Este artículo describe a la informática como un factor que influye en la formación, y el trabajo del ingeniero, asistiéndolo, especialmente, con soluciones automatizadas de problemas, simulación, y diseño y manufactura (CAD/CAM).

## II. DESARROLLO

### 1. Breve reseña histórica de la ingeniería

"La historia de la civilización es en cierto modo, la de la ingeniería: largo y arduo esfuerzo para hacer que las fuerzas de la naturaleza trabajen en bien del hombre" [13]. La Ingeniería apareció con el primer ser humano. Se puede hablar de Ingeniería desde el primer momento en que se dio forma a una piedra para convertirla en una herramienta, o cuando los primeros humanos usaron la energía de forma consciente al encender una hoguera. Desde entonces, el desarrollo de la Ingeniería ha ido parejo con el de la Humanidad. Entre algunos de los principales logros que dan testimonio del trabajo de la ingeniería encontramos la gran pirámide de Keos (4.000 años a.c), construcción de canales y acueductos, que hicieron posible la aparición de ciudades y la expansión de la agricultura (3.000 años a.c), la aparición del arado, las catedrales de la edad media, el motor a vapor (1705), la revolución industrial (1750-1850), la combustión interna (mitad siglo XIX), la electricidad, las radiocomunicaciones (1865), el teléfono ( siglo XX), los aviones (siglo XX), la teoría cuántica y de la relatividad, la electrónica, el microprocesador y partir de él, la informática. Toda esta evolución de la ingeniería ha estado ligado al desarrollo de la Humanidad, además de búsqueda de sustitutos de la energía humana por otros tipos de energía.

### 2. La ingeniería

Se inicia la revisión bibliográfica con el significado de Ingeniería, de la cual se encuentran variadas definiciones enunciadas por los autores, sin embargo se aprecian similitudes y coincidencias, a continuación se presentan algunas de ellas.

La ingeniería es una profesión en la cual el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridos por el estudio, la experiencia y la práctica se aplican con criterio a fin de desarrollar medios para utilizar de manera económica los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad [1].

Por otra parte, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, cuentan con una recopilación sobre definiciones de ingeniería [6], entre las cuales destacan las siguientes:

- a) Permite resolver problemas de naturaleza tecnológica, concretos y con frecuencia complejos, ligados a la concepción, realización y fabricación de productos, sistemas o servicios. Resultado de un conjunto de conocimientos técnicos, económicos, sociales y humanos, que se apoya en una sólida cultura científica.
- b) Utiliza las fuerzas y los materiales de la naturaleza para el servicio del hombre y el bien de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales.

Las definiciones presentadas anteriormente coinciden en que el profesional de la ingeniería es un conocedor de las ciencias puras, en cuanto conocer las fuerzas que rigen la naturaleza y leyes que las regulan, y de las ciencias aplicadas por el conocimiento que dispone para su empleo inmediato, con fines de utilidad práctica, bajo ciertas restricciones.

### 3. La labor y habilidades del Ingeniero Las labores del ingeniero están enmarcadas en las siguientes funciones:

- Investigación,
- Desarrollo e innovación,
- Diseño,
- Proyecto,
- Construcción,
- Pruebas,
- Optimización,
- Evaluación,
- Producción y
- Operación y Gerencia

Entre las funciones mencionadas anteriormente, destaca el diseño donde la informática ha hecho importantes aportes. El diseño en la ingeniería consiste en la generación y evaluación sistemática e inteligente de especificaciones para artefactos cuya forma y función alcanzan los objetivos establecidos y satisfacen las restricciones especificadas [2].

Entre las habilidades [4] esperadas en el ingeniero se tienen las siguientes, donde se aprecia, por demás, que la informática tiene una participación importante:

- Habilidad en diseño
- Capacidad Inventiva
- Buen Criterio
- Aptitud matemática
- Habilidad en la simulación de fenómenos
- Destreza de experimentación y medición
- Aptitud para llegar a conclusiones inteligentes
- Habilidad en la computación
- Destreza en optimización
- Aptitud para utilizar fuentes de información item Habilidad de pensamiento
- Aptitud de comunicación item Aptitud para trabajar con la gente.

Tanto las funciones del ingeniero, como las habilidades, especialmente las asociadas con la informática, forman parte del engranaje de conocimientos y prácticas que adquiere durante su formación universitaria y su ejercicio profesional, es por ello, que se tratará más adelante lo correspondiente a la informática y su incorporación en los pensum de estudio.

### 4. La informática.

Se presentan a continuación dos aspectos fundamentales de la informática: en primer lugar su definición y alcance, y en segundo lugar, la cultura informática, ya que la primera no tendría utilidad si las personas no están ganadas a usarla.

La informática [16] es un conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadores, esto es, la conjunción de hardware y software para ejecutar procesos automáticos y gestionar información. El software es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora. La evolución del software ha traído consigo importantes beneficios a las organizaciones, las cuales se aprecian en la Tabla 1.

TABLA 1  
EVOLUCIÓN DEL SOFTWARE EN LAS ORGANIZACIONES [14]

ETAPA	IMPACTO	BENEFICIOS	EJEMPLOS
Automatización del Trabajo	-Cumplimiento del Trabajo -Realizaciones de las Mismas Tareas en Forma más Eficientes	Eficiencia Operativa	Sistema de Nominas, cuentas por pagar, Facturación
Gerencia de la información	-Reestructuración del trabajo -Realización de la tareas en forma diferentes	Efectividad táctica y operativa	Sistemas de información de clientes Sistemas de información
transformación del negocio	-Redefiniendo el negocio -relisando tareas diferentes -Cambiando las reglas del negocio/industria	Efectividad estrategicas y posicionamiento	Sistema de inventario JIT Comercio Electronico

El otro aspecto fundamenta de la informática, es la cultura. La cultura informática [11] es poseer habilidades básicas en la utilización de la informática como apoyo a la actividad del individuo, lo cual es de utilidad en cualquier área de aplicación, utilizando como apoyo la búsqueda, procesamiento y presentación eficiente de la información mediante las herramientas técnicas y servicios que la informática y los servicios de información ofrecen, y el conocimiento del estado actual de desarrollo de la computación y sus posibilidades de aplicación en las áreas de interés correspondientes.

Como puede apreciarse, no es suficiente el hardware para atender las necesidades del ingeniero, sino también es fundamental disponer del software adecuado, además de contar con conocimientos y habilidades informáticas mínimas en las personas para hacer de la informática una herramienta de apoyo en las diversas labores del quehacer profesional.

##### 5. La informática y la ingeniería.

"Una nueva forma de trabajo emergente relacionada con el manejo de la información" [12]. Se trata de un cambio de paradigma de una "sociedad industrial." a una "sociedad del conocimiento", término que ha servido como punto de referencia hasta nuestros días. Lo que llamamos la revolución de la información es de hecho una revolución del conocimiento, y lo que la ha hecho posible es la rutinización de los procesos, no a través de la computadora, sino del software. El software es la reorganización del trabajo tradicional basado en siglos de experiencia, mediante la aplicación del conocimiento, especialmente del análisis sistemático y lógico. [12] Esta reorganización del trabajo, condicionado por la informática, tiene ahora una especial importancia en la ingeniería. Con el desarrollo de la tecnología informática y el rápido crecimiento de Internet, se dispone ahora de abundante información a través de un gran número de accesos, los cuales son fuentes a los cuales los ingenieros pueden recurrir para obtener información. Con la información disponible en tal abundancia, el problema de los ingenieros modernos no es sólo localizar la información, sino también aprender a como filtrarla, evaluarla, procesarla y usarla [1]. Se tiene entonces que la informática ha impulsado drásticos cambios en las prácticas de los ingenieros, no solo en la gestión de la información, sino en el uso de software que asisten al trabajo del ingeniero. El uso de la informática [1] en la ingeniería tiene los siguientes beneficios:

- Almacenamiento, búsquedas y recuperación de información.
- Capacidad de cálculo y procesamiento.
- Multiprocesamiento.
- Mejorar la calidad de la información.
- Capacidad de distribución de la información.
- Precisión y rapidez

Por otra parte, la informática es parte fundamental en muchas de labores de la ingeniería [5], donde se ha logrado estructurar procesos y reducir el trabajo humano, esto es Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE). Entre los aportes destacan:

- Solución automatizada de problemas. "Innovación de procesos.
- Simulación.
- Comunicación.
- Gestión de información: a través del uso de base de datos compartida, y mecanismos automatizados para la captura, almacenamiento, búsquedas y distribución de la información.
- Ingeniería, diseño y manufactura asistida (CAE/CAD/CAM) [15].

La Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE) es un conjunto de aplicaciones informáticas que permite analizar cómo se comporta la pieza diseñada por el sistema CAD ante cambios de temperatura, esfuerzos de comprensión, tracción, vibraciones, etc. Entre los beneficios de los CAE en la ingeniería:

- Permite realizar simulaciones antes de la existencia real de la pieza.
- Reducción notable del tiempo necesario para la construcción y modificación de prototipos.
- Reduce drásticamente el número de pruebas a realizar con prototipos.

- Ayuda para identificar en una fase temprana la fiabilidad, el rendimiento, determinados problemas de coste, etc.
- La Ingeniería Asistida por Ordenador también es conocida como Elaboración Virtual de Prototipos, debido a que permite simular el comportamiento de la pieza de forma virtual.

Hoy en día, la realización de proyectos de ingeniería o arquitectura no pueden entenderse sin el apoyo de una herramienta de diseño asistido por ordenador (CAD), por lo que se cuentan con numerosas aplicaciones de software especializadas en las diversas ramas de la ingeniería que facilitan la labor de diseño. La Figura 1 muestra una interfaz de una aplicación de tipo CAD. En cuanto a la Fabricación Asistida por Ordenador (CAM) permite crear a partir del diseño CAD, los dispositivos de control numérico, que controlarán el trabajo de las diferentes máquinas, de forma que el resultado coincida exactamente con el diseño realizado en el menor tiempo posible. Simula el recorrido físico de cada herramienta, con el fin de **prevenir posibles interferencias** entre herramientas y materiales, y por último, acorta de forma considerable el tiempo de mercado, evitando tener que efectuar correcciones a posteriori en las características básicas del diseño. Como ejemplo de una aplicación de software CAD se muestra la interfaz presentada en la Figura 1.[17]

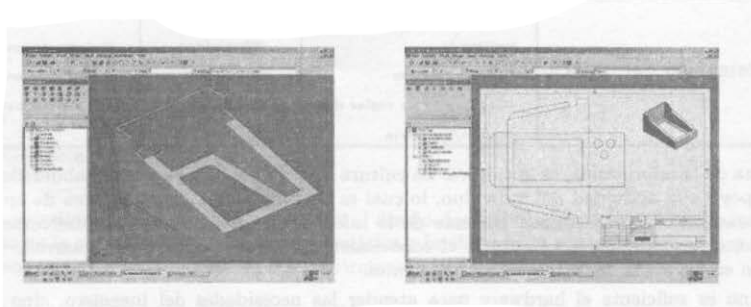


Figura 1: Interfaces de un Software CAD SPI SheetMetal para el diseño asistido por computadora de chapas metálicas.

#### 6. El pensum de estudio y la formación informática del Ingeniero.

La capacidad del ingeniero en la utilización de la informática como parte de sus labores profesionales debe ser resultado, en otros, de sus estudios universitarios. Tomando como base una revisión de los planes de estudios de las carreras de ingeniería de algunas universidades regionales [7]-[10], entre las cuales se encuentran: Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO), Universidad de Carabobo (UC) y Universidad Fermín Toro (UFT); se identificaron las asignaturas de informática que contemplan dichos planes de estudio. Ver Tabla 2. Puede apreciarse las diferencias en la densidad de asignaturas de informática por universidad y entre carreras de la misma naturaleza.

Universidad	Carrera	Cantidad de asignaturas de formación en informática
UCLA	Ingeniería Agro Industrial	2
	Ingeniería Civil	2
	Ingeniería Agronómica	0
UNEXPO	Ingeniería Electrónica	1
	Ingeniería Mecánica	1
	Ingeniería Industrial	1
	Ingeniería Química	1
	Ingeniería Metalúrgica	1
	Ingeniería Eléctrica	1
UC	Ingeniería Mecánica	2
	Ingeniería Industrial	3
	Ingeniería Química	2
	Ingeniería Civil	2
UFT	Ingeniería Eléctrica	3
	Ingeniería Mantenimiento Mecánico	2
	Ingeniería en Telecomunicaciones	3

### III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como resultado de la revisión de los pensum de estudio de algunas carreras de ingeniería en algunas universidades locales, se observa que no existe un estándar en cuanto a la formación informática del ingeniero, apreciándose diferentes densidades en el

número de asignaturas, propósito y semestre donde son impartidas. Por otra parte, se pudo apreciar que en las carreras de reciente creación sí se cuenta con una adecuada estructuración de asignaturas dedicadas a la enseñanza de informática en la ingeniería. Una reflexión de la investigadora Gonzalez Pelegrino acerca de la formación informática del ingeniero, específicamente el ingeniero agrónomo, resalta lo siguiente:

En la actualidad todos los estudiantes manejan la computadora y diferentes tipos de software, sin embargo no siempre son capaces de aplicar las diferentes habilidades informáticas en la solución de problemas profesionales, y es que nosotros los docentes no hemos encaminado la solución de las tareas docentes hacia la aplicación de las habilidades informáticas, en un trabajo coordinado entre las diferentes asignaturas que componen el currículo del agrónomo". [3]

La reflexión anteriormente citada muestra un posible vacío, que puede estar presentándose en el diseño curricular de las carreras de ingeniería.

#### IV. CONCLUSIONES

- a) Las nuevas tecnologías de la información y comunicación han impactado significativamente la formación académica y en la labor profesional del ingeniero.
- b) Actualmente es fundamental el conocimiento y desarrollo de habilidades informáticas en el ingeniero para su aplicación en las actividades profesionales, ya que sólo disponer de hardware y software no es suficiente para el aprovechamiento de la informática en las labores del ingeniero.
- c) Es necesario evaluar y actualizar los pensum de Ingeniería en nuestras universidades, con respecto a la informática.
- d) En las funciones de diseño en la ingeniería es donde se observa las mayores contribuciones de la informática. Se dispone ahora de software muy especializado para las labores de diseño y manufactura.
- e) En los últimos años, la evolución de la informática acompaña de manera significativa los avances y logros de la ingeniería.
- f) La Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE), resume la gama de soluciones de software que apoyan las actividades de ingeniería, las cuales facilitan de forma considerable las operaciones de diseño, aumentan la productividad y apoya el ciclo de vida de los proyectos de ingeniería.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 
- [1] Wright Paul. "Introducción a la ingeniería". Editorial Limusa, 2004.
  - [2] Dym Clive y Patrick Little. "El proceso de diseño en la ingeniería"
  - [3] Gonzalez Pelegrino, Teresa. "La formación informática en el ingeniero agrónomo". Centro universitario de la isla de la juventud, 2006. Disponible en <http://www.Monografias.Com/trabajos37/formacion-informatica/formacion-informatica2.Shtml>
  - [4] Krick, Edward.(2005). "Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería". Editorial Limusa, 2005.
  - [5] Romero y Muñoz.."Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial". Thomson, 2006. p.252.
  - [6] CONFEDI. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. "Estudio sobre el vocablo Ingeniería". República Argentina. Disponible en [http://www.unalmed.edu.co/fisica/paginas/autoevaluacion/documentos/ingenieria\\_argentina/definicion\\_ingenieria.doc](http://www.unalmed.edu.co/fisica/paginas/autoevaluacion/documentos/ingenieria_argentina/definicion_ingenieria.doc). Descargado en Octubre 2006.
  - [7] UNEXPO. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Disponible en <http://www.bqto.unexpo.edu.ve>.
  - [8] UFT.Universidad Fermín Toro. Disponible en <http://www.uft.edu.ve>
  - [9] UCLA. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Disponible en [www.ucla.edu.ve](http://www.ucla.edu.ve).
  - [10] UC. Universidad de Carabobo. Disponible en [www.uc.edu.ve](http://www.uc.edu.ve).
  - [11] Del Prado Arza, n. y Garcia Gonzalez, Edelia. La formación de la cultura informática: una necesidad apremiante. Folletos gerenciales. Centro coordinador de estudios de dirección.1998.
  - [12] Drucker, Peter. Beyond the Information Revolution, The Atlantic Monthly, Oct., 1999. p.9
  - [13] Escuela Superior de Ingeniería. El origen de la Ingeniería. Bilbao. Disponible en <http://www.ingenierosbilbao.com/upv/welcome.html>
  - [14] Laudon&Laudon. Sistemas de información gerencial. PrenticeHall. 2002.
  - [15] UTECNoticias. Incorporación de nuevos sistemas CAD/CAM/CAE. Disponible en <http://www.frbb.utn.edu.ar/utec/16/n04.html> . 2004
  - [16] RAE. Diccionario de la real academia española. Disponible en [www.rae.es](http://www.rae.es)
  - [17] PuntoCad.com. Diseño de Chapa Metálica, software SPI SheetMetal. Disponible en <http://www.puntocad.com/descripcion/spi.htm>