



# PUBLICACIONES ICESI

INSTITUTO COLOMBIANO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE INCOLDA

- **Inteligencia artificial y sistemas expertos**  
LUIS EDUARDO MUNERA
- **Estado actual y tendencias de los departamentos de sistemas de las empresas grandes de Cali**  
GUILLERMO LONDOÑO ACOSTA
- **Control de calidad en el software**  
JOSE HERNANDO BAHAMON L.
- **Sistemas de información gerenciales: ¿Hechos reales o simplemente un juego de palabras?**  
HENRY ARANGO D.
- **Fenómenos eléctricos imprevistos y cómo protegerse contra ellos.**  
JAIME GRU UCHITEL
- **La última lección**  
ALFONSO OCAMPO LONDOÑO  
LUIS FERNANDO JARAMILLO CORREA
- **Reseñas bibliográficas**

Publicaciones ICESI	Cali, Colombia	Nº 38	P.P. 96	Enero-Marzo 1991	ISSN 0120 - 6648
------------------------	-------------------	-------	------------	---------------------	---------------------

## CONSEJO SUPERIOR

**Germán Holguín Zamorano**  
PRESIDENTE

**Adolfo Carvajal Quelquejau**  
VICEPRESIDENTE

Francisco Barberi Ospina  
Jorge Enrique Botero Uribe  
Francisco Castro Zawadski  
Henry Eder Caicedo  
Rodrigo Escobar Navia

Isaac Gilinski Sragovicz  
Luis Fernando Gutiérrez Marulanda  
Hugo Lora Camacho  
Juan María Rendón Gutiérrez  
Oscar Varela Villegas

## JUNTA DIRECTIVA

**Francisco Barberi Ospina**  
PRESIDENTE

**Jaime Orozco**  
**William Murray**

**Luis Fernando Gutiérrez Marulanda**  
VICEPRESIDENTE

**Jacobo Tovar Delgado**  
**Oscar Varela Villegas**

**Esther Ventura de Rendón**

## DIRECTIVOS DEL ICESI

**Alfonso Ocampo Londoño**  
Rector

**Mario de la Calle Lombana**  
Secretario General y Director  
de Admisiones y Registro

**Héctor Ochoa Díaz**  
Decano de Postgrado

**Mario Tamayo y Tamayo**  
Director de Investigación

**Rodrigo Varela V.**  
Director del Centro de Desarrollo  
Espíritu Empresarial

**Luz María Ayala de Ayala**  
Directora Promoción Institucional

**Florencia Lince de Gómez**  
Directora de Postgrados

**Martha Cecilia Lora Garcés**  
Directora Biblioteca

**Pedro Rafael Muñoz**  
Contador

**Hipólito González Zamora**  
Vicerrector

**Lucrecia C. de Arango**  
Directora Administrativa

**Alejandra Díaz Peláez**  
Directora de Planeación

**Henry Arango Dueñas**  
Decano de Ingeniería de Sistemas

**Francisco Velásquez Vásquez**  
Decano de Administración  
de Empresas

**Carlos Fernando Cuevas Villegas**  
Director Administración  
de Empresas Nocturno

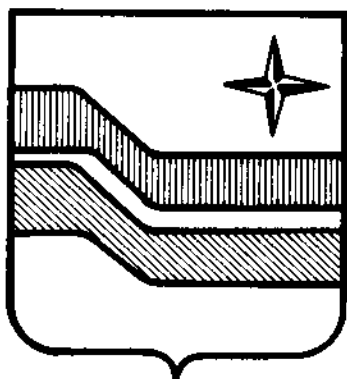
**Olga Ríos Restrepo**  
Directora de Centro de Cómputo

**María Isabel Velasco de Lloreda**  
Oficinas de relaciones  
Empresa-Universidad

**María Cristina Navía Klemperer**  
Directora Relaciones Universitarias

**Isabela Vallejo de Suárez**  
Directora Promoción Académica

**ICESI**



## CONTENIDO

- **Inteligencia artificial y sistemas expertos**
- **Estado actual y tendencias de los departamentos de sistemas de las empresas grandes de Cali**
- **Control de calidad en el software**
- **Sistemas de información gerenciales:  
¿Hechos reales o simplemente un juego de palabras?**
- **Fenómenos eléctricos imprevistos y cómo protegerse contra ellos**
- **La última lección**
- **Reseñas bibliográficas**

## CONSEJO EDITORIAL

**Alfonso Ocampo Londoño**  
RECTOR

**Hipólito González Zamora**  
VICERRECTOR

**Mario Tamayo y Tamayo**  
DIRECTOR INVESTIGACIONES

**Héctor Ochoa Díaz**  
DIRECTOR POSTGRADOS

**Henry Arango Dueñas**  
DECANO INGENIERIA DE SISTEMAS

**Mario De La Calle Lombana**  
SECRETARIO GENERAL

### **Administración, Venta y Canje** **Oficina de Investigaciones Icesi**

Avenida 10 de Mayo cruce con Avenida Cañasgordas - Pance.  
Apartado Aéreo 25608, Unicentro  
Teléfono: 552334  
CALI - COLOMBIA - SUD AMERICA

- Los autores de los artículos de esta publicación son responsables de los mismos.
- El material de esta publicación puede ser reproducido sin autorización, mencionando su autor, su título y, como fuente, "Publicaciones ICESI".

**MARIO TAMAYO y TAMAYO**  
EDITOR  
Oficina de Investigaciones

## **PRESENTACION**

La primera entrega de 1991 la hemos dedicado a la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática y en ella nos han colaborado su Decano y un grupo de prestantes profesores. Gracias a ellos por haber preparado el material científico y académico del presente número.

**MARIO TAMAYO Y TAMAYO**  
Editor

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS

LUIS EDUARDO MUNERA

Matemático de la Universidad del Valle, máster y doctor en Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, Ex-profesor de la Facultad de Informática de la U.P.M. Profesor del ICESI.

## 1 ANTECEDENTES

La historia de la Inteligencia Artificial es tan antigua como la historia de la humanidad. Desde que apareció sobre la faz de la Tierra esa criatura egoísta, soberbia, pero absolutamente fascinante que se autodenomina el *Homo Sapiens*, desde ese momento arranca también la historia de la Inteligencia Artificial, desde los pueblos primitivos, desde sus relaciones mágicas con los objetos, con los poderes, desde el intento de extender las facultades físicas, pero especialmente las facultades intelectuales.

La historia de la I.A. tiene en Grecia uno de sus momentos interesantes, con la aparición de algunos geniales matemáticos. El caso de Arquímedes, con sus inventos que mantuvieron en jaque a la flota romana, son muy conocidos por todos nosotros. También podemos recordar a Herón de Alejandría. Es decir,

es en Grecia con la aparición de los primeros automatismos y de los primeros inventos, cuando surgen los elementos ya concretos de lo que podríamos llamar hoy en día la Inteligencia Artificial (I.A.). También es en Grecia donde aparece la primera referencia en la literatura de la Inteligencia Artificial, en un libro maravilloso que es *La Iliada*. En una de sus rapsodias se narra la escena de la madre de Aquiles en el taller o fragua de Efestos, que es en sí mismo un laboratorio de aquella época, lleno de automatismos y se cuenta que el Dios que tenía los pies deformes, para poder caminar era ayudado por dos robots femeninos de oro macizo y que tenían inteligencia. Es realmente entonces, en ese libro, donde se hace la primera referencia por escrito en la literatura de lo que es la I.A.

La I.A. estuvo presente en esas épocas en la literatura más que en la ciencia.

En la Edad Media aparecen los primeros autómatas, muñecos que jugaban ajedrez, muñecos o autómatas que ejecutaban una serie de funciones. También en esa época aparece el famoso mito del Golem de Praga, la historia de un rabino judío que para proteger a su comunidad hace una especie de exorcismo y con arena del río Moldava construye un ser que sería el que protegería posteriormente a la comunidad judía.

Posteriormente es famosa la historia de Frankenstein realizada por Mary Shelley, la esposa del gran poeta inglés Percy Shelley, compañero de Lord Byron. Sobre este tema de Frankenstein se han hecho varias películas muy famosas, pero también se han realizado películas acerca de cómo fue que se originó, de cómo fue que Mary Shelley pudo concebir esta criatura fantástica. Entre las últimas que recuerdo estarían, por ejemplo, *Gotic* de Ken Russell y posteriormente una más reciente que se llama *Remando al Viento*, de un realizador español, donde trata de recrear esas relaciones entre Lord Byron, Percy Shelley y Mary Shelley, de su reunión en Suiza y alrededor de estas reuniones cómo nace la idea, el mito de Frankenstein.

En el cine tenemos presentes muchas referencias de lo que sería la I.A. Hay una película muy famosa, *Metrópolis*, de Fritz Lang. En fin, hay una serie de referencias históricas que podríamos mencionar en la literatura y en general en el arte sobre esta ciencia.

Pero realmente como ciencia, la Inteligencia Artificial podríamos decir que tiene como precursor, por allá en los años 40, a un grupo muy importante que se formó en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) alrededor de Norbert Wiener. Se congregaron una serie de científicos de diferentes disciplinas, fisiólogos, médicos, físicos, matemáticos, ingenieros; entonces se conformó un grupo que daría origen a la ciencia conocida con el nombre de CIBERNÉTICA.

La cibernética es, en cierta forma, la precursora de lo que es la I.A. En esa época (1942-1943) aparecen los traba-

jos de McCulloch y Pitts. Uno era médico de la Universidad de Illinois y el otro un matemático. Se unieron para hacer un modelo del cerebro. Hicieron un estudio desde el punto de vista booleano de las neuronas y construyeron un primer modelo formal del procesamiento de información a nivel del cerebro. El cerebro, que sigue siendo el gran desconocido para todos nosotros.

Los trabajos de McCulloch y Pitts, los de Norbert Wiener y otros conforman el origen de esa ciencia que es la cibernética. En el Dartmouth College, en el verano de 1956, se reúne un grupo de investigadores, aproximadamente diez, y dan origen a lo que oficialmente ya se conoce con el nombre de Inteligencia Artificial (I.A.). Muchos de ellos venían del grupo del MIT, el grupo de Norbert Wiener.

Entre los más destacados elementos de la reunión del Dartmouth College estaba John McCarthy, matemático, padre del famoso lenguaje LISP, el más utilizado en I.A. y quien dio el nombre de I.A. a esta ciencia. Nombre que para muchos es considerado desafortunado porque puede inducir a muchos errores. A la reunión también asistieron dos investigadores muy famosos, actualmente en Carnegie Mellon University; son Allen Newell y el profesor Herbert Simon que es premio Nobel de Economía. En esa reunión de 1956, Allen Newell y Herbert Simon presentaron un programa capaz de demostrar teoremas de cálculo de proposiciones. A esa misma reunión asistió el profesor Samuels, quien presentó un juego capaz de aprender; era un juego de damas bastante inteligente, lo que pasa es que indujo a error en ese entonces porque se le atribuía al juego esa habilidad de aprender cuando en realidad se estaba desconociendo los elementos que el profesor Samuels le había dado. En esa reunión estuvo presente Marvin Minsky, quien posteriormente sería uno de los que daría origen a una técnica de representación del conocimiento muy importante que es la de los frames (marcos), y actualmente es el director del laboratorio



de I.A. del MIT junto con Winston. A esa reunión asistió el profesor Shaw, del MIT, un colaborador de Wiener que estuvo trabajando en la teoría de la información.

Estas personas conformarían después grupos; por ejemplo, Shaw y Minsky se irían para el MIT y Allen Newell y Simon se irían para Carnegie Mellon. También se conformaron dos grupos en cuanto a la forma de enfocar esta nueva ciencia que ellos llamaron I.A.

En el primer grupo, sus representantes pretenden emular con el cerebro, incluida, si ello fuera posible, su estructura. En el segundo, sus integrantes buscan crear sistemas cuyo comportamiento sea tal que si lo llevase a cabo una persona sería considerada como inteligente.

Se conformaron así dos tendencias, dos líneas de investigación, que posteriormente se conocerían con los nombres de conexionismo e ingeniería del conocimiento, respectivamente.

## 2. ETAPAS DE LA EVOLUCION DE LA I.A.

A partir de esa época se establecen lo que podríamos llamar las tres etapas que ha sufrido esta ciencia.

En la primera etapa, la etapa primaria, que va de 1956 a 1970, se desarrollan las técnicas fundamentales, las técnicas básicas de la I.A.; por ejemplo, los de la línea cognitiva estuvieron trabajando en algoritmos y en estrategias de búsqueda en solución de problemas. Allí los aportes fundamentales vinieron precisamente de Allen Newell y de Herbert Simon. Ellos lo que hicieron fue tomar los trabajos de 1943 de un lógico muy importante, Emil Post, quien había creado un sistema que se conoce con el nombre de Sistemas de Post o Sistemas de Producción, basados en reglas de reescritura que eran equivalentes a una máquina de Turing. Es decir, eran sistemas tipo reglas de gramática que los profesores Newell y Simon adaptaron

para que no se hiciera un manejo, digamos, tan estricto, tan simbólico y que aquello pudiera ser utilizado como un modelo de representación del conocimiento humano. Y es allí donde surge la técnica más importante de representación que se denomina reglas de producción y que vamos a ver más adelante.

Al mismo tiempo que Newell y Simon estaban preocupados por la parte cognitiva, también crearon un modelo semejante al cerebro desde el punto de vista general, un modelo de memoria y de procesamiento de información. Crearon lo que se denominó los sistemas de producción, tomando como base las reglas que les acabo de mencionar.

En esa etapa primaria se desarrollan las estrategias de búsqueda, las estrategias de solución de problemas.

Esos sistemas de producción los utilizan Newell y Simon para resolver problemas. Pero en esa época eran demasiado ambiciosos, creían que el problema era muy sencillo y que se podría construir un solucionador general de problemas. La idea que tenían era que se podía construir un sistema capaz de resolver cualquier problema, que se conoce con el nombre de General Problem Solver, Solucionador General de Problemas. Pero precisamente a raíz de este tipo de enfoques que le dieron a las cosas fueron demasiado optimistas. Por ejemplo, Simon llegó a decir viendo el programa de juego de damas de Samuels, que en menos de diez años la I.A. podría crear un programa para jugar al ajedrez que le ganaría al campeón mundial. Todavía no se ha conseguido, aunque se ha mejorado mucho en ese aspecto.

A partir de los juegos se desarrollaron las técnicas básicas. Técnicas que en realidad son útiles en algunos casos en problemas reales, pero que muchas veces no sirven para atacar problemas más complejos como los que ellos pretendían resolver. Los juegos y problemas combinatorios proporcionan unas reglas muy definidas, con lo que la so-

lución automática de estos problemas es más fácil de realizar.

Una de las cosas que se trabajó en esta etapa fue el lenguaje natural y se sigue trabajando, pero entonces lo veían como un problema muy simple. Creían que podíamos lograr una gran base de datos donde tendríamos almacenada la información de los idiomas, una especie de diccionario enorme, y que con algunas reglas gramaticales se podría hacer una traducción automática de manera muy simple. Sin embargo ese proyecto, que no tuvo en cuenta para nada muchos de los aspectos complicados del lenguaje, el aspecto cultural, el aspecto biológico y en fin todo el mundo complejo que tiene que ver con el lenguaje, fue el fracaso más estruendoso que tuvo la I.A. en esa época de los 60; tanto que se cuenta un chiste sobre una traducción que hicieron del inglés al ruso. Había que traducir una sentencia de la Biblia, algo así como: "El espíritu es fuerte y la carne es débil". El sistema la había traducido al ruso así: "El vodka está muy bueno, pero la carne está podrida".

Esto por el lado de la parte cognitiva, ¿qué pasó con la gente de la parte neuronal? Esta gente llegó a plantear una máquina que se conoce con el nombre de Perceptron, un ingenio capaz de aprender. La máquina funcionó muy bien hasta cierto momento. Aprendía ciertas cosas, pero cuando tuvo que manejar algunas situaciones de lógica compleja, también se le encontraron limitaciones. Entonces se escribió un libro donde prácticamente se ponía fin a esa línea de la investigación.

En esa época los que trabajaban en I.A. eran muy pocos, unos cuantos investigadores, y la I.A. no estaba reconocida internacionalmente. Es más, los artículos que se sacaron no están publicados en ninguna de las prestigiosas revistas del mundo sino en revistas secundarias.

Sin embargo en esa etapa, la etapa primaria (todavía estamos del 56 al 70) aparte de las técnicas básicas, de las estrategias de solución de problemas,

estrategias de búsqueda y aparte de los intentos con el lenguaje natural, hubo un trabajo muy importante que quiero resaltar: el del profesor Robinson. Atacó el problema de la demostración automática de teoremas, basado en lo que denominamos el razonamiento por contradicción, negando lo que queremos demostrar hasta obtener una contradicción, un absurdo. Lo que hizo el profesor Robinson fue encontrar un método, una técnica de automatizar ese proceso de razonamiento que se denomina el proceso de resolución.

Este es el mérito fundamental de Robinson y es quizá para mí uno de los aportes más importantes que se ha hecho en la historia de la I.A. El poder conseguir que un computador mediante un procedimiento automático pueda efectuar un razonamiento por contradicción. En resumen, en esa etapa primaria se desarrollaron las técnicas básicas, que se quedaron un poco en el olvido, conocidas sólo por unos pocos investigadores que no tenían status de ninguna clase dentro de la comunidad científica.

Pero la segunda etapa, de prototipos, inicia a partir de los trabajos de los finales de los 60 de Newell y Simon, los sistemas de producción, algunos sistemas de planificación automática y además los trabajos de Robinson. En la etapa de prototipos se comienza ya a recoger un poco la experiencia de los años 60 y se encuentra una cosa muy importante; se analiza por que habían fracasado esas técnicas frente a ciertos problemas. Y es que les faltaba un ingrediente fundamental que no estaban teniendo en cuenta: cuando los seres humanos resolvemos un problema, allí estamos involucrando la experiencia, estamos involucrando el conocimiento, lo que se denomina el conocimiento heurístico. Entonces retoman estos trabajos de los 60 y los analizan desde esta óptica, y en las universidades se empiezan a desarrollar los primeros prototipos de sistemas que ya comienzan a dar resultados. Es en 1974 cuando aparece el primer sistema experto, Mycin, desarrollado en la Universidad de California,

un sistema para diagnóstico de enfermedades infecciosas.

El término Sistema Experto se debe a Feigenbaum, en 1977, aunque el primer sistema experto reconocido es el Mycin del año 1974. Otros investigadores recogen los trabajos de Robinson y con base en ellos crean un lenguaje de programación lógica; así nace en 1975 la primera versión de PROLOG. Como ven, la etapa de prototipos es la más fructífera y va desde 1971 al 81, porque ya es donde se construyen los primeros sistemas que funcionan o resuelven problemas, sistemas expertos para diagnóstico, como el caso de Puff que es un sistema para enfermedades pulmonares, el sistema Prospector para la prospección geológica, un sistema para la detección de yacimientos y el sistema Dendral que fue desarrollado por Feigenbaum precisamente para el análisis de química orgánica.

A raíz de los éxitos de esa época del 70 al 81, comienza lo que se denomina la etapa de difusión industrial, es decir, ya esos prototipos que funcionaron en las universidades, en los laboratorios, salen del mundo de la investigación y entran en el mundo de la industria. Las empresas comienzan a interesarse en el desarrollo comercial de estos sistemas y en la aplicación a diferentes áreas de las actividades humanas. Esta etapa de difusión industrial comienza en 1981 y estamos en plena expansión de ella. De las dos áreas, la que se viene a desarrollar más en los 70 es el área de la parte cognitiva y toma un nombre: se llama Ingeniería del Conocimiento.

Sin embargo, en la etapa de difusión industrial se descuida la investigación básica y todo el mundo ya quiere meterse en el negocio.

En este momento estamos asistiendo a una especie de crisis de esa rama. Por el contrario la otra rama, la de redes neuronales, pasó sin pena ni gloria por esa década y sin embargo en este momento es en la que más se está trabajando.

Entre los dominios de aplicación de la I.A. tenemos los sistemas expertos, la demostración automática, juegos y teoría combinatoria, aprendizaje automático, robótica, procesamiento del lenguaje natural, redes neurales, base de datos inteligentes, reconocimiento de patrones. Como ven, los dominios de aplicación de la I.A. son muy amplios, cubren muchos aspectos.

Esos dominios están muy relacionados; por ejemplo, los trabajos en demostración automática como el caso de PROLOG y todos los trabajos en lógica se pueden usar para sistemas expertos y a su vez, por ejemplo, todos los trabajos en juegos son las estrategias básicas que usan los sistemas expertos. La parte de robótica se nutre mucho de la parte de reconocimiento de patrones, o sea el reconocimiento de imágenes o sonidos, es decir de todo lo que son estímulos sensoriales, el manejo de la parte auditiva o de la parte luminosa. Para los robots esto es fundamental y para ellos también se pueden utilizar los sistemas expertos, sistemas de aprendizaje automático, etc.

La parte de lenguaje natural se ha venido trabajando bastante y es muy complicada. Realmente no se ha obtenido un éxito bastante rotundo en este aspecto, es decir ha funcionado bien en algunos casos. Las redes neurales son las que en este momento han tomado mayor auge y con ellas se están realizando una serie de aplicaciones, sobre todo hacia reconocimiento de patrones, como por ejemplo cuando se necesita el manejo de imágenes o de sonidos. También se está usando como una técnica fundamental para los problemas de lenguaje natural.

Fundamentalmente todas las técnicas que se desarrollaron en esa etapa primaria que les mencioné son técnicas basadas en juegos y en la actualidad esta área sigue siendo vigente. Hay problemas de carácter combinatorio que siguen tratándose mediante técnicas similares a éstas.

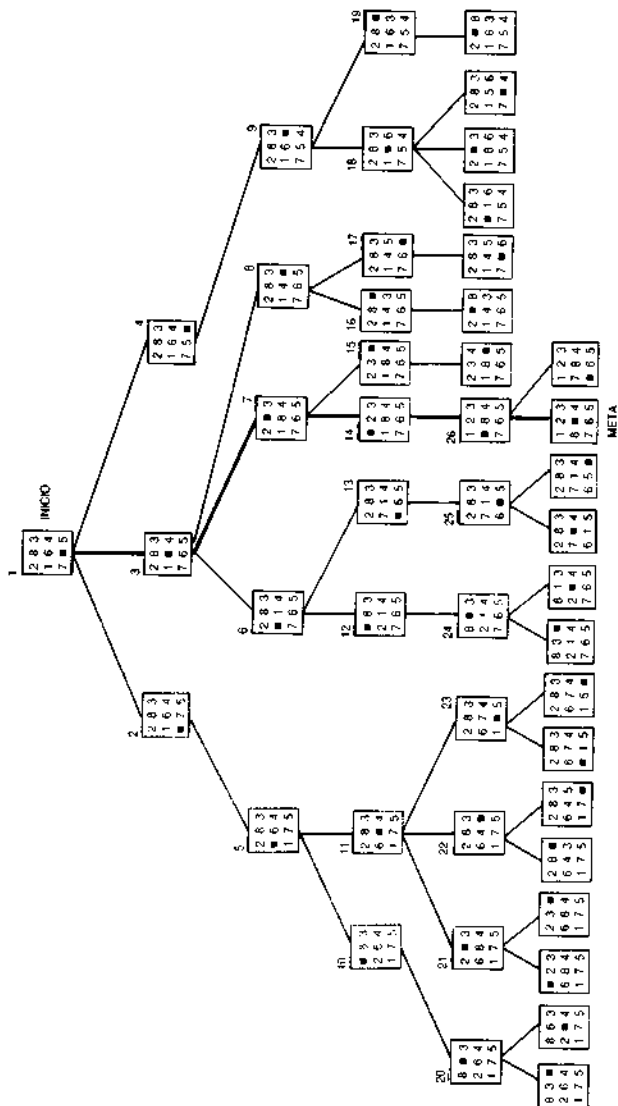
El objetivo fundamental en I.A. es resolver un problema. El problema lo podemos mirar como constando de un estado inicial y queremos llegar a un estado objetivo o estado de meta, y para ello vamos a generar un espacio de estados, es decir partimos de un estado inicial y aplicando unos operadores vamos a ir generando nuevos estados hasta alcanzar un estado objetivo o estado meta.

En la figura 1 tenemos un árbol de búsqueda para el juego del 8-puzzle. Tanto

el estado inicial como el estado objetivo están señalados y con el trazo grueso se indica un camino que va desde el estado inicial a la meta, es decir, una solución al problema.

En este caso los operadores que podemos utilizar serían básicamente cuatro: podemos mover el espacio en negro hacia la izquierda, hacia la derecha, hacia arriba o hacia abajo.

Figura 1  
Un árbol de búsqueda para el 8-puzzle



Existen varias estrategias de búsqueda que es lo que suele enseñarse a los estudiantes en un primer curso de I.A. Es decir, cómo encontrar esa meta y para eso se desarrollan árboles de búsqueda. Existen diferentes estrategias. Una es, por ejemplo, desarrollar el árbol en profundidad o irse por una rama hasta un determinado nivel; otra es ir desarrollando nivel por nivel, que se denominaría una búsqueda en amplitud. Estos dos casos se denominan búsquedas ciegas, búsquedas sin información; lo único que se hace es una búsqueda exhaustiva hasta encontrar la meta.

Sin embargo existen técnicas más evolucionadas para tratar el tema y es asignándole a cada estado un peso, haciendo una evaluación de cada estado, mediante una función heurística o función de evaluación. Entonces, dependiendo de esa función de evaluación, nosotros haríamos el recorrido para encontrar la meta.

Existen diferentes técnicas que son las que trata la Inteligencia Artificial para efectuar ese proceso de búsqueda.

Bien. Vamos a mirar ahora un poco los sistemas expertos que es la rama más interesante, o que es para nosotros la que podemos desarrollar mejor.

### 3.

## SISTEMAS EXPERTOS

Un sistema experto es un sistema informático que incorpora en forma operativa el conocimiento de una persona experimentada de tal manera que es capaz tanto de responder como de explicar y justificar sus respuestas. Esta, como todas las definiciones, es incompleta; sin embargo, nos da una idea. Fundamentalmente con los sistemas expertos lo que se ha ganado es la incorporación del conocimiento del ser humano. La idea es que precisamente, para resolver un problema intoligentemente lo que vamos a hacer es imitar cómo un ser humano resuelve ese problema.

Esa experiencia del ser humano para resolver un problema la incorporamos

nosotros al sistema, y ese conocimiento se denomina conocimiento heurístico.

Así que un sistema experto puede resolver un problema en un determinado dominio del conocimiento como lo resolvería un experto en ese campo.

Los primeros sistemas que se hicieron eran fundamentalmente sistemas de diagnóstico en medicina, capaces de efectuar un diagnóstico como lo haría un médico experto en esa rama de la medicina. Fundamentalmente en eso consisten los sistemas expertos, pero además tienen una cualidad importante: el sistema es capaz de explicar los razonamientos. Si el usuario le requiere por qué llegó a determinada conclusión, el sistema debe justificar y explicar su respuesta.

Las áreas de aplicación de los sistemas expertos están agrupadas por tipos de problemas que serían básicamente: interpretación, predicción, diagnosis, planificación y control.

Los primeros sistemas, como les he contado, son los sistemas de diagnóstico médico, pero aquí sistemas expertos de diagnóstico en un sentido amplio, no necesariamente diagnóstico médico. Pueden ser sistemas de diagnóstico de fallas mecánicas o de parte eléctrica. Se utilizan mucho, por ejemplo, en centrales nucleares para el diagnóstico de fallas en la central, o en locomotoras, etc. Aplicaciones de éstas hay muchísimas desarrolladas en el mundo entero. También están los sistemas de interpretación, más que todo para la parte de interpretación de imágenes, por ejemplo una imagen en el radar. El sistema es capaz de interpretar si la imagen corresponde a un avión de combate enemigo y qué tipo de avión es. Se han desarrollado muchas aplicaciones militares en la parte de interpretación.

Hay sistemas de predicción que son capaces de prever el futuro estado de un sistema partiendo de unas condiciones dadas. Se están usando, por ejemplo, en la parte de predicción en meteorología que es tan compleja. También tene-

mos sistemas expertos en la aplicación en problemas de diseño, en problemas de planificación y de control, también en la parte de administración en el mundo de los negocios y para sistemas que ayudan a la toma de decisiones.

#### 4.

### ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Vamos a mirar un poco la arquitectura de un sistema experto, al menos de una forma global.

La figura 2 nos muestra la arquitectura de un sistema experto. Básicamente tiene tres módulos: de una parte la base de conocimientos, de otra parte el motor de inferencias y de otra parte el subsistema de adquisición del conocimiento.

El problema fundamental en este campo de los sistemas expertos es la adquisición del conocimiento. El ingeniero del conocimiento es la persona encargada de la construcción del sistema, o sea hay una nueva profesión que es la de ingenieros del conocimiento; esta profesión surge a raíz de esta ciencia. El ingeniero del conocimiento interactúa con un experto humano y trata de adquirir, de sacarle de alguna manera (una espe-

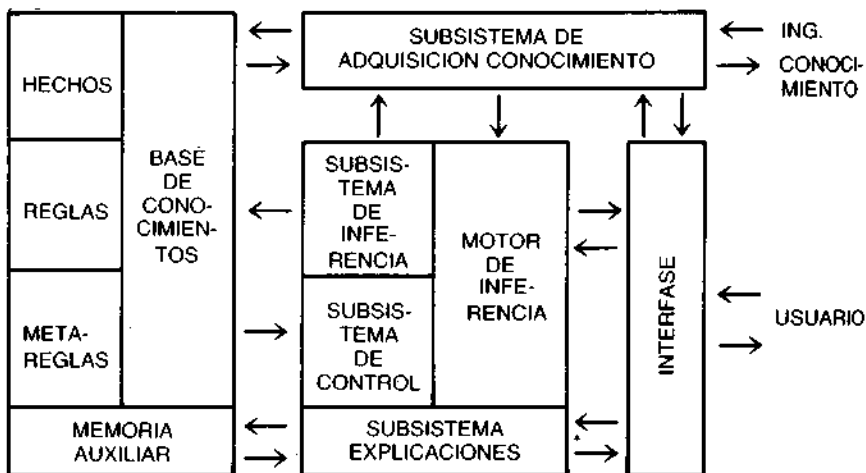
cie de psicoanálisis) el conocimiento de ese experto sobre el tema, porque muchas veces el experto razona frente a determinadas situaciones, emite unos juicios pero muchas veces ni él mismo sabe por qué ha llegado a determinadas conclusiones.

Es decir, el ingeniero del conocimiento intenta hacer explícitos esos mecanismos de razonamiento que efectúa el experto humano mediante técnicas que no están muy desarrolladas. Desafortunadamente esa es la parte más crítica que tienen los sistemas expertos.

Pero, muy bien; supongamos que un ingeniero del conocimiento ha adquirido los conocimientos de un experto en algún campo, luego la labor del ingeniero del conocimiento es formalizar ese conocimiento, es decir, llevarlo a una representación que sea reconocida por los seres humanos. Y esa representación también debe ser tomada por el sistema. Ahí tenemos al subsistema de adquisición del conocimiento. Ese subsistema consta de un conjunto de herramientas que ayudan a representar el conocimiento en el sistema experto, es decir, nos debe proporcionar unas herramientas de ayuda y un lenguaje de representación del conocimiento.

Figura 2

Arquitectura de un sistema experto



Aquí viene una parte importante que son las diferentes técnicas que hay de representar el conocimiento.

Dependiendo del sistema, se podrán incorporar una o varias técnicas de representación. Entre más técnicas tenga, más flexible y más útil es el sistema. El ingeniero del conocimiento, con la ayuda del subsistema de adquisición de conocimiento, hará una representación y esa representación irá a la base del conocimiento. En la base del conocimiento podemos distinguir dos niveles que serían: primero, el nivel de hechos o aserciones; y segundo, el nivel procedimental que consta de reglas y meta-reglas.

El conocimiento asercional que es la base de hechos, es decir, una base de datos, son conocimientos acerca del dominio del que estamos hablando. Las reglas representan el conocimiento heurístico o conocimiento procedimental. Estas reglas son los elementos fundamentales pues allí es donde está presente la experiencia. El conocimiento de ese experto humano. El subsistema que se llama motor de inferencia, que viene siendo como el cerebro del sistema experto, es el que ejecuta los procesos del razonamiento. Ese subsistema es el que tiene que interactuar con la base del conocimiento para que, partiendo de unos hechos, de unos datos y teniendo en cuenta esa base de reglas, ese conocimiento heurístico sea capaz de generar nuevos hechos, de generar nuevo conocimiento.

El motor de inferencias o máquina deductiva es la parte clave del sistema. Ese motor de inferencias consta de dos módulos, digámoslo así, de dos subsistemas, uno de inferencia y otro de control.

El subsistema de inferencia hace alusión al mecanismo de inferencia que el motor va a aplicar en las técnicas de inferencia, a la forma como va a efectuar el razonamiento.

La parte de control es la que tiene que ver ya un poco con la estrategia de búsqueda, como la que mencionaba ahora

en los juegos; es la parte que indica la estrategia que se va a usar para obtener la respuesta.

El usuario final interactúa con el sistema a través de una interfase, y por ejemplo, si él hace una consulta, esa interfase se comunica con el motor de inferencia y el motor de inferencia va a la base de conocimiento y ejecuta lo que se denomina un ciclo de trabajo. Los motores de inferencia tienen un ciclo de trabajo mediante el cual ellos efectúan el razonamiento.

Una cosa importante es el subsistema de explicaciones. El usuario le puede preguntar al sistema experto por qué ha llegado a una determinada conclusión o cómo ha llegado a una determinada conclusión. En la memoria auxiliar que tiene, se guarda una traza o rastro de todo el proceso deductivo que ha efectuado el sistema. Con base en esa traza es que el sistema le explica al usuario cómo fue que llegó a unas determinadas conclusiones.

Las meta-reglas son útiles para el motor de inferencia a la hora de efectuar los ciclos. Eso lo voy a explicar más adelante cuando veamos las diferentes etapas y fases que tiene un motor de inferencia en un ciclo de trabajo. Las meta-reglas ayudan a la parte de resolución de conflictos. Ahora lo veremos.

Esta sería, *grosso modo*, la arquitectura de un sistema experto, pero una cosa fundamental es el conocimiento, es decir cómo representamos el conocimiento.

## 5.

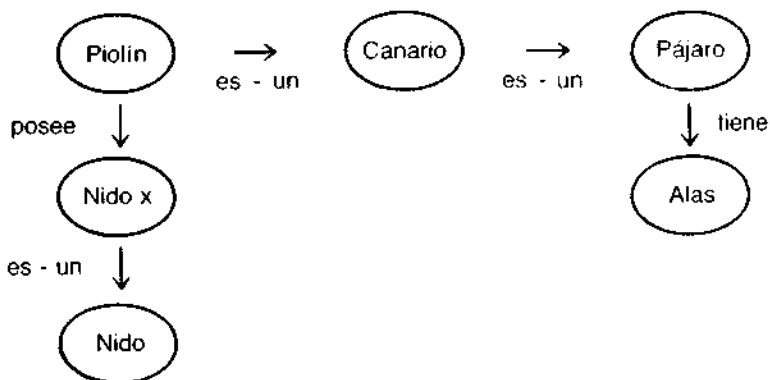
### TECNICAS DE REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO

Existen diferentes técnicas de representación. Solamente voy a mencionar dos.

Por una parte tenemos aquí, por ejemplo, en la figura 3, las redes semánticas. Esta es una técnica de representación del conocimiento. Una red semántica es simplemente un grafo en cuyos nodos ponemos unos objetos, o nombres de objetos, o clases de objetos, y las rela-

Figura 3

Redes Semánticas



ciones que existen entre ellos las situamos en los arcos. Digo, por ejemplo, que Piolin es un canario. Estoy dando a entender que Piolin es un objeto, un elemento de un conjunto que es el de los canarios. Así pues, yo digo que canario es un pájaro, estoy diciendo entonces que el conjunto de los canarios es un subconjunto de los pájaros.

Si digo que los pájaros tienen alas, estoy dando una propiedad de los pájaros. Si digo que Piolin posee un nido, ese nido es un elemento cualquiera que pertenece a la clase de los nidos. La importancia de esto, de esta técnica de representación del conocimiento, es por una parte la sencillez y por otra que permite efectuar razonamientos basados en la noción de herencia, es decir, puedo a partir de esta red inferir varias cosas, sin necesidad de hacer explícitas esas propiedades. Por ejemplo puedo deducir que Piolin es un pájaro, a pesar de que no lo he dado explícitamente, porque se hereda esa propiedad, y también puedo decir que Piolin tiene alas: como los pájaros tienen alas y los canarios son un subconjunto de los pájaros, entonces se puede deducir que los canarios tienen alas, y como Piolin es un canario entonces Piolin tiene alas.

Esa es, digamos, un poco la intención del manejo de esas redes semánticas. Las redes semánticas tienen su importancia y fueron de las técnicas más an-

figuas de representación del trabajo de Quillian de los años 60.

Existen redes más evolucionadas. Las redes particionadas de Hendrix permiten hacer el manejo de cuantificadores, los cuantificadores de la lógica.

Bien. Ahora entramos a mirar un poco la representación más importante que hay en sistemas expertos. Es la representación basada en reglas.

Como observan en la figura 4, fundamentalmente una regla la pueden ver ustedes como una sentencia *if... then... else...*

La regla tiene un lado izquierdo o premisa y un lado derecho que sería la conclusión o la acción. Es decir, la idea es que si se cumple la premisa en una conjunción de condiciones, si se cumplen determinadas condiciones, entonces podemos concluir determinada cosa o podemos ejecutar determinada acción.

Una forma de representar las condiciones son las ternas: atributo, objeto, valor. Sin embargo la representación de reglas es mucho más general. En este caso, es una representación típica sobre todo en los sistemas expertos de primera generación usando ternas objeto-atributo-valor. Empero, ahí podríamos utilizar la lógica del cálculo de predicados, por ejemplo.

Tenemos un ejemplo de Mycin, el sistema experto más antiguo que hay, siste-



## Representación basada en reglas

<REGLA> :: = IF <PREMISA> THEN <ACCION>

<PREMISA> :: = (AND {<CONDICION>})

## Ejemplo de Mycin

SI:

- La infección del paciente es bacteriemia primaria, y
- La toma del material cultivado es una toma estéril, y
- Se cree que la puerta de entrada del organismo al paciente es el tracto gastrointestinal,

ENTONCES:

- Hay bastante evidencia (0.7) de que la identidad del organismo sea bacteroides.

ma de primera generación. Una regla diría algo así como: si la infección del paciente es bacteriana primaria, y la toma del material cultivado es una toma estéril, y se cree que la puerta de entrada al organismo del paciente es el tracto gastro intestinal, es decir, si se cumplen esas condiciones (observen por ejemplo la condición uno: el atributo o la propiedad de la que estamos hablando es la infección, el objeto es el paciente), entonces el valor del atributo o sea el valor de la infección es bacteriemia primaria. Así es que se efectúan las representaciones: se hace una conjunción de condiciones, cada condición es entonces de la forma objeto-atributo-valor. Luego si se cumplen esas tres condiciones se puede concluir, hay bastante evidencia de que la identidad del organismo sea bacteroides.

Lo importante de señalar ahí es que las reglas no necesariamente son implicaciones en el sentido de la lógica, sino más bien apreciaciones del experto.

Una de las cosas fundamentales es el manejo del razonamiento aproximado. Como verán aquí, a partir de esas condiciones el experto dice: yo no estoy completamente seguro de esto. En una

escala de 0 a 1 él le da un valor de 0,7 a la posibilidad de esa conclusión. Esto es importante. Las reglas no son necesariamente implicaciones lógicas. Si se cumplen determinadas condiciones entonces él establece un factor de certeza de que se dé determinada conclusión.

Esta es la técnica de representación más importante que hay. Vamos a mirar cómo funcionaría un motor de inferencias trabajando con reglas.

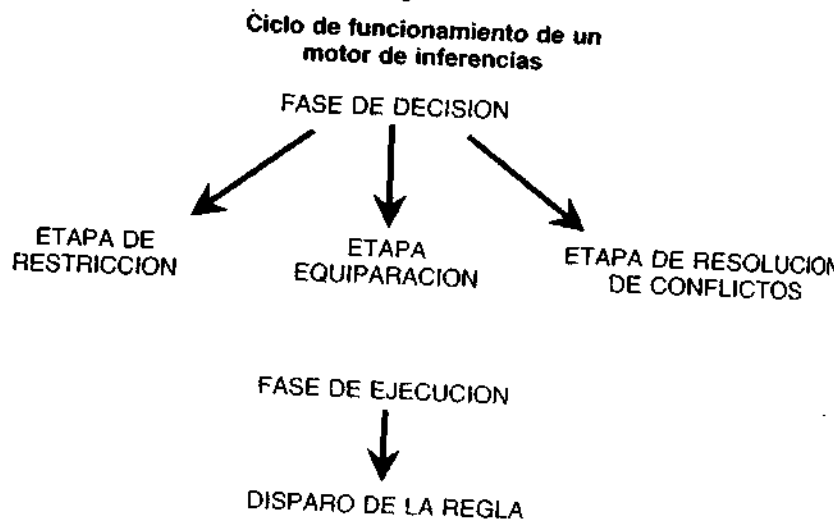
En la figura 5 tenemos lo siguiente: el ciclo de funcionamiento de un motor de inferencia. El motor de inferencia tiene dos fases claramente diferenciadas. Una fase de decisión y una fase de ejecución.

La fase de decisión consta de una etapa de restricción, una etapa de equiparación y también de una etapa de resolución de conflictos.

Vamos a ver en qué consiste esto.

En la fase de decisión, el motor de inferencia lo que hace es esto: teniendo en cuenta los datos que hay, analiza qué conocimiento es relevante, qué conocimiento está asociado a esa información. Entonces de toda la base de reglas, él selecciona un subconjunto de reglas

Figura 5



que tengan que ver con eso. Es la etapa de restricción. Luego que ha seleccionado esas reglas ejecuta la parte más importante que es la equiparación. Hace una equiparación entre esos datos y los lados izquierdos de las reglas, dependiendo del modo de razonamiento. Efectúa una cotejación entre los datos y las reglas, para ver qué datos o que reglas se pueden ejecutar, y si son varias se presenta lo que se denomina un conjunto conflicto, y el sistema tiene que resolverlo. Es decir, si él puede aplicar varias reglas, con cuál de ellas se queda. Tiene que utilizar una estrategia de resolución de conflictos.

Una vez que ha resuelto el conflicto selecciona solamente una regla y entra en la fase de ejecución que es el disparo de la regla. El disparo de la regla consiste simplemente en la parte derecha de la regla, es decir la conclusión o la acción la incorpora a la base de datos. Recuerden que en la base de conocimientos tenemos hechos y reglas. Al aplicar una regla se puede generar un nuevo hecho y este nuevo hecho se actualiza o se da de alta en la base de hechos y el sistema pregunta si ha logrado la meta.

Si es así, termina; si no, encadena con otro ciclo. O sea estos ciclos se encadenan con otros hasta que encuentra la meta, o si no la encuentra entonces termina señalando el fracaso.

Veamos, por ejemplo, un caso sencillo. En la figura 6 tenemos una base de conocimiento que consta de una base de reglas donde tenemos esas nueve reglas.

Figura 6  
**Base de conocimiento**

- R<sub>1</sub>: Si B y D y E ENTONCES F
  - R<sub>2</sub>: Si D y G ENTONCES A
  - R<sub>3</sub>: Si C y F ENTONCES A
  - R<sub>4</sub>: Si B ENTONCES X
  - R<sub>5</sub>: Si D ENTONCES E
  - R<sub>6</sub>: Si A y X ENTONCES H
  - R<sub>7</sub>: Si C ENTONCES D
  - R<sub>8</sub>: Si X y C ENTONCES A
  - R<sub>9</sub>: Si X y B ENTONCES D
- HECHOS: B,C  
META: H

Supongamos que aparte de esas nueve reglas tenemos los siguientes hechos (estos son aserciones, son hechos conocidos, están tomados como verdaderos): sabemos que es verdad "B" y es verdad "C", y queremos establecer la meta "H"; queremos saber si "H" es verdad o no.

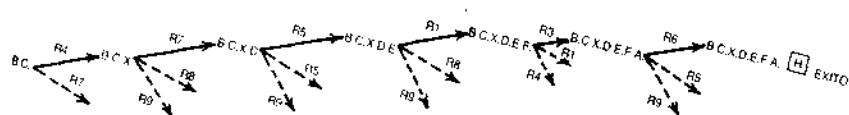
El motor de inferencia ejecuta su ciclo. Les hablaba que él tenía un subsistema de inferencia que tiene varios niveles. Uno de los niveles es el modo de razonamiento.

Existen dos modos básicos de razonamiento. Un modo hacia adelante, es decir, dirigido por los datos. El parte desde los datos y va efectuando un encadenamiento de sus razonamientos hacia adelante hasta obtener la meta. Pero existe otro modo de razonamiento que es hacia atrás. El dice: bueno, para establecer la meta H ¿qué tengo que conocer? Para obtener H necesito tal, para obtener esta necesito tal otra, hasta lle-

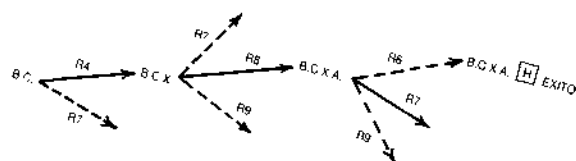
gar a las condiciones iniciales de los estados terminales que son, digamos así, las condiciones mínimas que se deben cumplir, y la compara con su base de hechos y dice: esto que yo necesito para establecer H lo tengo, entonces es verdad que he conseguido la meta.

Veámoslo en la figura 7. Vamos a mirar un poco cómo razonaría hacia adelante. Por ejemplo observemos la parte de arriba, la parte de los hechos conocidos. Aquí está haciendo un razonamiento dirigido por los datos, un razonamiento hacia adelante: parte de los hechos conocidos que son B y C, luego mira qué reglas puede aplicar, observa que si se conoce B y C las reglas que se pueden aplicar son las reglas 4 y 7. Observen la regla 4: si B da X. Por ejemplo, la regla 1 no la puede activar, porque para activarla necesita B, D y E, en cambio para activar la regla 4 solamente necesita B. Para la regla 7 solamente necesita C. En ese caso ve que puede activar esas dos reglas, por lo tanto se presenta un conflicto.

Figura 7



(a)



(b)

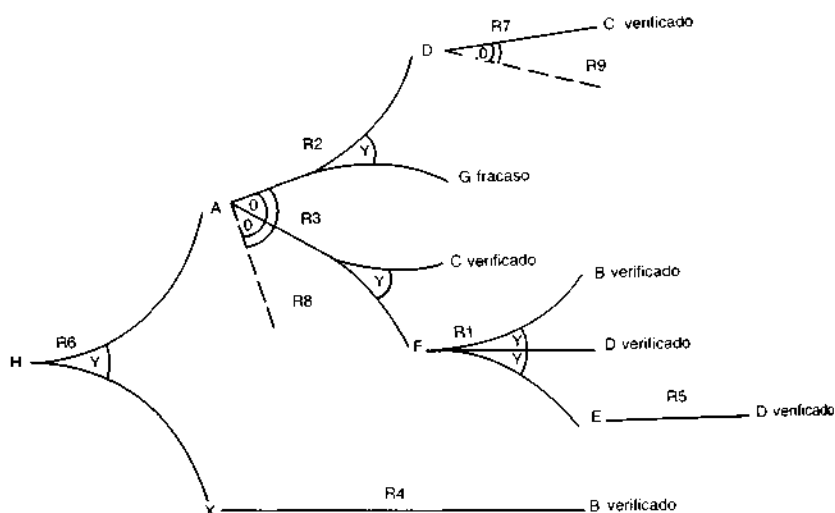
Partiendo de B y C dice: se pueden activar las reglas 4 y 7. Ahí tenemos un árbol que nos está expresando esa situación. En la resolución de conflictos elige una, la regla 4, luego al aplicarla establece un nuevo hecho que es X, con lo cual se amplía la base de datos, la base de hechos y luego vuelve y encadena con otro ciclo. Ve ya, teniendo la X, qué reglas se pueden aplicar: la regla 7, la regla 8 y la 9 y así continúa el proceso. Si quieren mirémoslo aquí de esta manera: ahí lo que estamos haciendo es una estrategia en profundidad, se va generando un árbol de búsqueda donde partiendo de B y C se genera B, C, X y él siempre está siguiendo la rama de la derecha y haciendo una búsqueda en profundidad hasta alcanzar la meta que es H.

Ahora bien, en esa estrategia nosotros podemos fijar el nivel hasta el cual se puede llegar. Si él no llega en un determinado nivel a la meta, puede efectuar lo que se denomina un *backtracking* o sea un retroceso: como él dejó reglas que se hubieran podido disparar y no se hizo, esas reglas quedan como reglas pendientes, y el sistema se puede devolver por esa rama y comienza a

mirar hasta encontrar la meta. En caso de haber disparado todas las reglas posibles y no lograr la meta dice que no se puede establecer, es decir, ésta es falsa.

Observen ahora que en esa estrategia, en la segunda, la B, hubiera alcanzado la meta más rápido aplicando primero la regla 4, luego la regla 8. Ahí el sistema está razonando hacia adelante y está utilizando una estrategia en profundidad, o sea esto lo podemos interpretar como un sistema de diagnóstico médico: yo doy los síntomas que tiene un paciente, doy una sintomatología del paciente y le pregunto al sistema si el paciente tiene determinada enfermedad, y el sistema razonando hacia adelante parte de esos síntomas y trata de alcanzar esa meta, trata de ver si esa enfermedad se establece con esos síntomas. Pero lo que vamos a hacer ahora es razonar al revés: se le pregunta si tiene el paciente una determinada enfermedad; para obtener esa conclusión necesitamos tener cierta información, y para establecerla que otra necesitamos. Ese sería un razonamiento hacia atrás o dirigido por la meta. En la figura 8 vemos nuestra meta H. Por ejemplo es-

Figura 8



tamos utilizando un árbol, y/o entonces para establecer H yo necesito conocer a A y a X, para establecer a X yo necesito conocer a B, la regla 4, pero B es un hecho conocido que está en la base de hechos, por lo tanto esa rama está verificada. Lo que haría falta es saber si se establece la condición A. Hace una confrontación sobre el lado derecho y se realiza el proceso contrario. Entonces ve que para obtener A se puede hacer mediante la aplicación de la regla 2, o la regla 3 o la regla 8. Primero explora la posibilidad de la regla 2. Para obtener A mediante la regla 2 necesita a D y a G, para obtener D por la regla 7 necesita a C, pero C es un hecho conocido, por lo tanto la condición de D es verificada. Haría falta conocer a G, pero sin embargo, como está en la base, observen que G no hay manera de obtenerlo y en vista de que no aparece G en los lados derechos de la regla, el sistema establece una condición de fracaso, como fracasa por el lado de la G y así fracasaría por los lados de la regla 2 y va a la regla 3. Sin embargo toda la experiencia se va incorporando. En la regla 3 ve que necesita la C y la F; la C es un hecho que está en la base; para establecer la F necesita mediante la regla 1, a B, D y E; B es un hecho verificado; D también, ya lo había establecido mediante la regla 2, y finalmente lo que le queda establecer es la E, pero por la regla 5 necesita D que ya se ha verificado, por lo tanto así establece que se puede alcanzar la meta H y respondería sí a la pregunta.

Bien. Con esto doy una idea de lo que son más o menos los sistemas expertos. Ahora voy a hablar de la integración entre los sistemas expertos y bases de datos, lo que se denomina bases de datos expertas.

## 5.

### BASES DE DATOS EXPERTAS

Las dos tecnologías, la I.A. y Bases de Datos, son tecnologías que han crecido paralelamente. Hasta hace algunos años no se habían comunicado y ahora se está haciendo un esfuerzo de inves-

tigación y desarrollo muy importante en ese campo.

De una parte tenemos que la I.A. puede hacer aportes fundamentales a las bases de datos. Entre los aportes tenemos las interfases en lenguaje natural para consultas, la optimización semántica de consultas, la representación semántica de restricciones de integridad y el diseño inteligente de bases de datos.

El problema del lenguaje natural no está resuelto, pero cuando nosotros tenemos un universo del discurso cerrado, muy acotado, nosotros sabemos, por ejemplo, sobre una base de datos, qué tipo de preguntas vamos a hacer. En ese caso podemos hacer preguntas en castellano, preguntas en lenguaje natural y esas preguntas pueden ser transformadas en expresiones del SQL, un lenguaje típico de consulta de base de datos.

En este campo sí ha habido éxito y se ha utilizado bastante.

Una cosa importante con las consultas, sobre todo en sistemas relacionales, es que los tiempos de respuesta son críticos, por lo que existen unas técnicas para optimizar. Cuando uno hace una consulta a un sistema de base de datos relacional, en el fondo lo que está ejecutando es una secuencia de operadores relacionales. El problema es que la aplicación de determinados operadores antes que otros puede afectar, computacionalmente hablando, el resultado de la consulta. Por cualquier forma se obtiene la misma respuesta pero la una puede ser más eficiente que la otra y existen unas técnicas, unos mecanismos de optimización de esas consultas; sin embargo esos algoritmos tienen sus limitaciones. Lo que se hace es utilizar heurística, técnicas de inteligencia artificial para optimizar las consultas.

También tenemos la representación semántica de restricciones de integridad. Las restricciones de integridad que normalmente uno maneja en bases de datos relacionales, son las dependencias funcionales, pero existen muchas otras

restricciones de integridad que se expresan como reglas, reglas como las que les acabo de mencionar. El manejo de las restricciones de integridad se hace como se haría el manejo en un sistema inferencial basado en reglas. Así también podemos construir sistemas expertos de diseño inteligente de bases de datos. Es decir, ya saben que uno de los dominios de aplicación de los sistemas expertos es el diseño, luego se pueden usar heurísticas que nos ayuden a diseñar bien las bases de datos.

Ahora veamos en la figura 9 qué aporte hacen las bases de datos a la inteligencia artificial.

Figura 9

### Aportes de las bases de datos a la inteligencia artificial

- \* Almacenamiento de grandes volúmenes de datos.
- \* Recuperación eficiente.
- \* Control y concurrencia.
- \* Seguridad y Protección.
- \* Modelos semánticos de datos y representación del conocimiento.

Fundamentalmente el primero es el más interesante. ¿Por qué? Porque los sistemas expertos de primera generación tipo Mycin lo que hacían era lo siguiente: cuando el sistema iba a entrar en funcionamiento a nivel de sesión cargaba en memoria principal toda la base de reglas y la base de datos, y todos los procesos se ejecutaban en memoria principal; entonces el sistema se convierte en cierta forma en un manejador de datos. Pero un manejador de datos muy elemental; allí existe una memoria de trabajo en la cual el sistema va agregando y quitando... Por tanto hace un manejo de datos muy trivial y todo el proceso lo realiza en memoria principal; no puede estar almacenando en memoria secundaria e ir trayendo. Aquí es donde intervienen fundamentalmente las bases de datos: el poder hacer que los sistemas exper-

tos, todo lo que es su parte de manipulación de datos, descansen sobre un sistema de bases de datos; que podamos almacenar las reglas en memoria secundaria, en disco y sobre todo el almacenamiento de grandes cantidades de datos cuando se tienen ya bastantes hechos, y que el sistema pueda ir trayendo y almacenando en memoria externa.

Las bases de datos aportan mucho en lo que les es propio, en la recuperación eficiente, en el control y concurrencia. Estos elementos no los tienen los sistemas expertos de primera generación, no tienen control y concurrencia, tampoco seguridad y protección. Pero hay un aspecto también muy importante que es el de los modelos semánticos de datos. A raíz de las limitaciones semánticas que tienen los modelos clásicos de datos (el relacional, el red y el jerárquico), surgieron a mediados de los 70 una serie de modelos que incorporaban más semántica. El más famoso de esos es el modelo entidad-relación de Chen. Pero no solamente es el modelo de Chen; surgen una serie de modelos funcionales y otras series de modelos de datos. Modelos que incorporan semántica. Las técnicas de representación del conocimiento tradicionales se han visto afectadas positivamente por esos modelos. Todo lo que es el modelo de datos y el modelo de reglas, es decir el modelo del conocimiento asercional y procedural, se está trabajando de forma uniforme, bajo un solo modelo de representación, que incorpora muchas cosas de los modelos semánticos de datos, como las restricciones de integridad.

Fruto de la interacción entre sistemas expertos y bases de datos ha aparecido lo que se denomina bases de datos inteligentes, que pueden surgir de diferentes formas y diferentes vías. Una es como una extensión de los sistemas expertos, o como una extensión de los sistemas de bases de datos, y la otra vía es como una integración de ambos. Uno tiene un sistema experto concreto y lo que hace es extenderlo, o un sistema de base de datos y lo que hace es extenderlo, es decir, trata de manejar conjun-

tamente las funciones de manipulación de datos y las funciones deductivas, agregándole al sistema del que uno parla aquello que le haga falta, o alternativamente tomando dos sistemas diferentes y acoplándolos, comunicándolos, integrándolos.

Sin embargo existe otra vía que es diseñar bases de datos inteligentes, independientemente de un sistema experto o un sistema de base de datos, que incorpore los elementos fundamentales de ambos, las características óptimas de cada uno de ellos: de las bases de datos todo lo que va a ser la manipulación de la base de hechos, y de los sistemas expertos todo lo que son las funciones deductivas. Y haciendo una abstracción de las bases de datos y de los sistemas expertos también se pueden configurar bases de datos inteligentes.

Voy a mirar rápidamente algunas de estas estrategias. Observemos la figura 10:

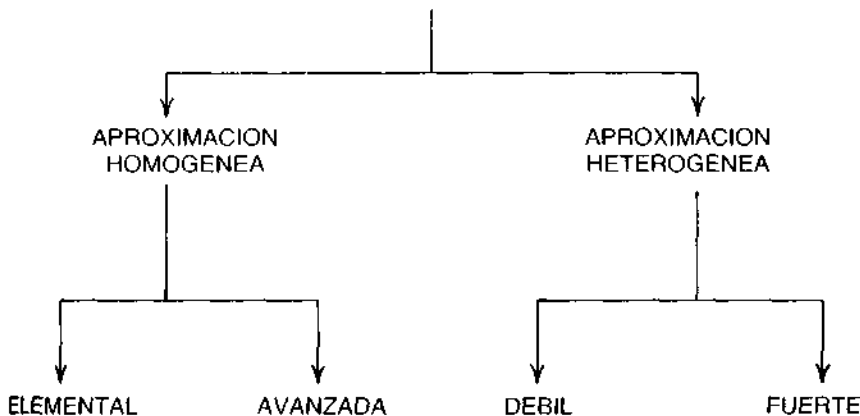
Aquí tenemos unas estrategias de integración. Básicamente lo que se denomina una aproximación homogénea y una aproximación heterogénea.

En la aproximación homogénea tenemos la situación típica de los sistemas expertos de primera generación y el caso también de Prolog, donde el sistema hace un manejo de datos, pero muy elemental. En la aproximación homogénea lo que hallamos es que dentro de un mismo sistema tenemos incorporadas las funciones de manipulación de datos y las funciones deductivas. Pero, por ejemplo, en el caso de Prolog maneja reglas y hechos; lo que pasa es que no hace distinción entre ambos, hace un manejo uniforme para el todo. Son cláusulas tanto el conocimiento asercional como el procedural. Pero ¿qué sucede? Que el manejo de los datos es muy elemental, y no solamente en Prolog sino en los sistemas expertos tradicionales.

En la aproximación homogénea vamos a distinguir entre la elemental y la avanzada. La elemental es la que les acabo de mencionar

Existe una aproximación homogénea avanzada que consiste en tomar un sistema experto y hacer que se convierta en un eficiente manejador de datos. En otras palabras, hacer que él sea casi lo

Figura 10  
Estrategias de integración  
ORIENTADAS A LOS SISTEMAS EXPERTOS



mismo que un sistema gestión de bases de datos, o sea incorporar las mismas funciones y la misma eficiencia. Esto es típico con Prolog; se le han incorporado funciones de manipulación de datos. Sin embargo, esto tiene una dificultad y es que hay que efectuar un gran esfuerzo de implantación, hay que generar mucho código para hacer que un sistema como Prolog sea un buen manejador de datos.

Existe también otra estrategia, que no es tomar un sistema experto y extenderlo de alguna manera, sino decir: bueno, ¿por qué no cogemos dos sistemas distintos y los comunicamos? No tenemos que ponernos a construir todas esas propiedades. Entonces esa es la aproximación heterogénea. ¿Por qué? Porque allí tenemos perfectamente diferenciados un sistema experto y un sistema de base de datos y cada uno cumple una función. El sistema experto se va a dedicar a la parte deductiva y el sistema de bases de datos al manejo de datos. Lo que vamos a hacer es un acoplamiento entre los dos, una interfase entre los dos. Pero existen dos estrategias: una interfase débil y una interfase fuerte. En la interfase débil, fundamentalmente lo que se hace es distinguir dos fases diferenciadas: una, el sistema experto, le hace unos requerimientos, unas consultas al sistema de base de datos, carga esa información en su memoria (hay una memoria auxiliar), efectúa los procesos de razonamiento y una vez ha concluido vuelve y la envía al sistema de base de datos para que la almacene.

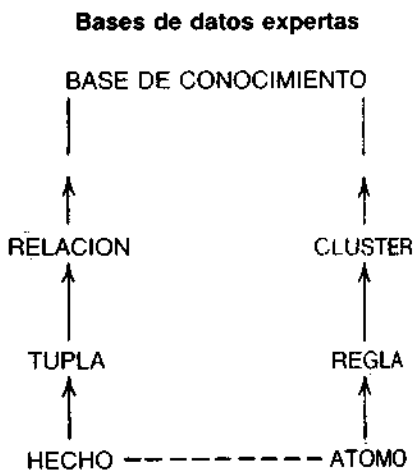
Sin embargo esto tiene el inconveniente de que son dos fases perfectamente diferenciadas y en el ciclo completo hay que esperar a que cada fase termine y se inicie la otra, y además cada vez que el usuario haga una pregunta diferente vuelve y juega, es decir vuelve a iniciar el ciclo.

En cambio en la aproximación heterogénea fuerte, esa comunicación entre el sistema experto y la base de datos es dinámica, en la medida en que va nece-

sitando cosas las va solicitando a la base de datos y también si está metido en un ciclo de razonamiento puede interrumpirlo y hacer solicitud de nueva información, o sea el manejo es mucho más dinámico y eficiente.

Ahora veamos un poco la idea de las bases de datos expertas en la figura 11. Básicamente lo que se hace es crear una base de conocimiento donde tenemos dos niveles: un nivel orientado a los datos, a los hechos y otro a las reglas. Lo que se hace es establecer unos niveles de abstracción, de organización de la información. En el caso de las bases de datos relacionales la unidad mínima es el hecho, el dato y la agregación de esos datos nos forma un registro que en el modelo relacional recibe el nombre de tupla: la organización de esas tuplas nos conforma una tabla, y un conjunto de tablas es la base de datos.

Figura 11



Pues bien. Lo interesante de esto es que se ha tratado un poco de imitar o hacer lo mismo para lo que es la base de reglas. Tenemos una unidad fundamental que es el átomo, que puede ser, por ejemplo, una de esas ternas de que hablábamos: objeto - atributo - valor; eso puede ser el átomo. La agregación de esos átomos conforma una regla y de las reglas se traslada directamente



a la base de reglas. La base de reglas era un conjunto de reglas. Sin embargo aparece la noción del "cluster". El "cluster" trata de hacer una agregación del mismo nivel de la relación; ello es importante porque este es uno de los problemas en el manejo de la base de reglas: que de pronto, con la información que tenemos y necesitamos hacer un razonamiento no es necesario cargar toda la base de reglas, sino solamente aquellas reglas que tengan que ver con nuestra información. Es decir, se pueden distinguir desde el punto de vista estructural o funcional. Se puede establecer una especie de dominios o contextos; por ejemplo, si nosotros vamos a tratar sobre enfermedades de determinado tipo no es necesario traernos toda la base de reglas, sino aquellas que tengan que ver con esa información. O también estructuralmente; eso lo han hecho matemáticamente manejando una noción matemática muy importante y elemental, la de la conectividad. Tratar de establecer unos árboles o grupos de reglas que estén conectadas entre ellas; entonces no es necesario traer aquellas reglas que estén desconectadas. Esa es una parte importante: tratar de definir estos contextos. Eso ayuda mucho en el proceso de razonamiento. Con esto quedaría terminada la parte de las bases expertas. Voy a hacer una mención de la parte más crítica que hay en sistemas expertos.

## 7.

### APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Hay una rama que es la del aprendizaje automático, el "machine learning". Dentro de él existen varios paradigmas; uno es, por ejemplo, el razonamiento por analogía. Puedo definir formalmente un problema como una cuaterna que tiene un estado inicial, un conjunto de operadores, un conjunto de estados y un estado meta, y puedo trabajar matemáticamente y definir cuándo dos problemas son isomorfos. Lo interesante en el razonamiento por analogía es que muchas veces el sistema puede resolver el problema razonando análoga-

mente a como había resuelto otro problema. Esta rama ha sido trabajada mucho por Jaime Carbonell de la Universidad Carnegie Mellon, y es muy importante. Existen otras ramas dentro del aprendizaje automático pero una de las más utilizadas es la de inducción.

Se han trabajado sistemas que inducen las reglas. Partimos de situaciones particulares, inducimos, vamos de lo particular a lo general, es decir a partir de una serie de datos o de hechos tratamos de generar unos patrones, una información de más alto nivel, conceptualmente más rica. Lo que se hace es que, por ejemplo, en medicina necesitamos establecer cómo un médico determina qué reglas usa para ciertas enfermedades. Eso es muy difícil. Pero a lo mejor debemos coger un historial clínico, una base de datos, un archivo donde se tenga información de cómo ese médico frente a determinados casos en particular efectuó el diagnóstico, y partiendo de esos casos particulares se puede hacer una inducción y nosotros generar las reglas.

Eso se puede hacer partiendo de unos archivos, o también en nuestro proceso de interacción con el experto podemos plantearle de una manera más general cuáles son los parámetros fundamentales a tener en cuenta y partiendo de unos ejemplos generar las reglas. Una técnica es la de la rejilla. En estas técnicas se establecen primero unos parámetros; por ejemplo, el de la Figura 12 es un sistema para selección de personal. Qué sería lo importante a tener en cuenta de la persona que se va a seleccionar: sería su inteligencia, sus ideas; en fin, se establecen unas características y sus opuestas, por ejemplo: para inteligente sería tonto o algo así, y se hace un trabajo bipolar, es decir se le dice al experto que maneje un rango de 1 a 5, donde el 1 estaría más próximo a esta característica, el 1 sería inteligente y el 5 todo lo contrario, un 3 sería más o menos en la mitad. En la figura tenemos 10 candidatos, y la evaluación dada por el experto: candidato 1 inteli-

Figura 12  
B.R. Gaines, M.L.G. Shaw

Table 1. Repertory grid from a manager on staff appraisal

Title: ICI-P130

Elements 10, constructs 14, range 1-5

Purpose: staff appraisal

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	intelligent	1	1	1	4	5	3	3	5	2	3	5	1 diez
	willing	2	1	2	4	5	1	1	4	3	1	2	2 unwilling
	new boy	3	1	2	3	5	4	4	4	1	4	3	3 old sweats
little supervision reqd	4	3	1	4	5	2	1	5	2	2	2	3	4 need supervision
	motivated	5	1	1	4	5	2	2	5	3	3	2	5 less motivated
	reliable	6	3	2	2	5	1	1	5	1	2	3	6 not so reliable
	mild	7	3	4	5	2	2	3	1	5	4	5	7 abrasive
	ideas men	8	1	1	5	4	2	3	1	3	4	4	8 staid
	self starters	9	2	1	5	5	1	3	5	3	4	5	9 need a push
	creative	10	1	1	5	5	2	3	4	3	4	5	10 non-creative
	helpful:	11	4	3	4	2	3	5	1	4	5	5	11 unhelpful
	professional	12	1	2	3	3	2	1	5	2	4	4	12 les professional
overall rating high	13	2	1	3	4	1	2	5	2	3	4	4	13 overall rating low
	messers	14	2	2	5	4	3	5	1	5	3	1	14 tidy
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	

gente, el candidato 2 también, pero el candidato 4 sería tonto. Y así partiendo de estos ejemplos y mediante unas técnicas matemáticas que involucran la lógica difusa (hay algo de probabilidad allí y hasta de lógica modal), podemos inferir unas reglas. Partiendo de esos ejemplos tratamos de establecer cuáles son los patrones generales que el experto está usando en la evaluación.

Hemos visto, pues, algo de sistemas expertos, algo de juegos, algo de integración de bases de datos y sistemas expertos, algo de aprendizaje automático. Quedan otras áreas de la inteligencia artificial como la robótica, el lenguaje natural, etc., que son también muy importantes. Por ejemplo, las redes neuronales se están usando mucho para esta labor de aprendizaje automático. ¿Por qué? Porque las redes neuronales están apropiadas para el manejo de grandes volúmenes de datos. El hace un

filtrado de las características esenciales y con base en ello conforma patrones más generales.

En conclusión, podemos decir que la Inteligencia Artificial es una ciencia joven con multitud de dominios o áreas de aplicación.

En la actualidad existe un gran interés por la Inteligencia Artificial, tanto de profesionales de diferentes ramas del saber que ven en ella la posibilidad de resolver problemas propios de su dominio, como del público en general. Desafortunadamente también comienza a haber muchos desilusionados, debido a que se crearon falsas expectativas en torno a la I.A. y también a un estancamiento ocasionado por la falta de investigación básica y la excesiva orientación hacia las aplicaciones inmediatas. A pesar de ello, la perspectiva futura de esta ciencia es muy prometedora.

# **ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LOS DEPARTAMENTOS DE SISTEMAS DE LAS EMPRESAS GRANDES DE CALI**

**(Nivel de utilización de técnicas estructuradas  
para el desarrollo de software).**

**GUILLERMO LONDOÑO ACOSTA**

Físico, Universidad del Valle. Magister en Física, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela. Profesional Asociado a Investigación, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela. Asistente de Investigación, Universidad de Wisconsin, Milwaukee, U.S.A. Magister en Ingeniería de Sistemas, Universidad del Valle. Profesor Universitario ICESI en el área de ciencias físicas y tecnológicas y en el área de ingeniería de software.

## **I.**

### **INTRODUCCION**

Este tema ha sido poco explorado y reconocido y sobre él es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad. Para satisfacer esta necesidad de conocimiento es indispensable llevar a cabo una investigación aplicada, exploratoria y descriptiva que nos dé una visión general y varias características fundamentales del medio, en cuanto al desarrollo de software.

Los resultados de la presente investigación podrán servir como retroalimentación a las entidades de educación superior, para el diseño de cursos, como tam-

bién a las propias empresas como punto de referencia.

## **II.**

### **OBJETIVO GENERAL**

Conocimiento del estado actual y principales tendencias de los departamentos de sistemas de las empresas grandes de Cali. Se hace énfasis en investigar si se utilizan o no técnicas estructuradas para el desarrollo de software.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Puesto que el problema consiste en una deficiencia de conocimiento, todos los

objetivos específicos están orientados a satisfacer estas necesidades.

Determinar:

- 1) Cuál es la estructura de los departamentos de sistemas.
- 2) Cuál es la estructura y función de los comités directivos de sistemas.
- 3) Cuál es el perfil profesional de las personas que trabajan en estos departamentos.
- 4) Cuál es el hardware y el software que poseen.
- 5) Cuál es el modelo de ciclo de vida que usan para el desarrollo de proyectos de sistemas.
- 6) Qué técnicas estructuradas usan.
- 7) Cuál es el factor de costo de sistemas, el cual definimos como la inversión hecha en hardware y software comprado, dividida entre los activos brutos de la empresa.
- 8) Cuál es la tendencia en el uso de lenguajes.
- 9) Si existe organización y métodos para sistemas.
- 10) Cuáles son las principales necesidades.

### III. MARCO TEORICO

Puesto que entre los principales objetivos está el determinar cuál es el modelo de ciclo de vida utilizado en el desarrollo de un proyecto de sistemas y cuáles son las principales metodologías estructuradas utilizadas en las diferentes fases del desarrollo, tomaré como marco teórico una recopilación bibliográfica sobre estos temas.

#### 1. Modelos del ciclo de vida de un proyecto en la ingeniería del software

El ciclo de vida del software describe las etapas a las cuales éste es sometido desde su nacimiento hasta su muerte.

Este conjunto de etapas recibe el nombre de modelo o paradigma del ciclo de vida del software.

#### El ciclo de vida sin planificación

Este modelo de ciclo de vida es el resultado de la falta de deseo de planificar y detallar lo que se hará antes de realmente hacerlo. En este modelo se empieza a codificar casi tan pronto como se inicia el proyecto. La filosofía básica es que es más fácil escribir los programas, depurarlos y lograr aproximadamente lo que el usuario quiere hacer en lugar de gastar mucho tiempo aplicando todo un análisis y diseño del sistema.

Los siguientes tres factores fomentan estas creencias:

- *Sicológicos*: Codificar satisface la necesidad de lograr que los programas funcionen. Podemos ver los frutos de nuestra labor en términos de líneas de código. Gastar la misma cantidad de tiempo detallando los requerimientos, definiendo la arquitectura del sistema completo, refinando algunas definiciones necesarias, o planeando nuestras actividades, no ofrece un ejemplo tan obvio de logro; en consecuencia, la tendencia es a evitar tales actividades.
- *Educación*: La educación que la mayoría de la gente recibe está relacionada con resolver problemas determinísticos. Los problemas a resolver están bien establecidos; ellos no requieren investigación o juicios. Ellos tienen una y solamente una respuesta y criterios completamente claros. Una persona que venga de esta clase de ambiente tiene poca motivación para tratar con cosas desconocidas como el análisis y diseño de sistemas.
- *Naturaleza del software*: La mayoría de las tareas lucen relativamente fáciles hasta que empezamos a trabajar sobre ellas. Una razón para explicar esto es la naturaleza lógica del software. Nadie realmente ve un programa de computador. Lo que vemos

son imágenes estáticas del programa. Vemos cintas magnéticas, disquetes y listados, pero los programas mismos nunca se ven. Esto tiene mucho que ver con la tarea de desarrollar software. Cuando examinamos una actividad física tal como la construcción de una casa, podemos, a priori, identificar muchas etapas de la construcción. Además podemos ver que si se hacen cambios en alguna etapa, probablemente las etapas subsecuentes se verán afectadas y el proyecto completo tendrá que cambiarse. La construcción de software, sin embargo, está realmente fuera de nuestra experiencia cotidiana. Por lo tanto, parece relativamente simple ajustarse a las necesidades del usuario sin análisis ni diseño, a causa de que no podemos identificar con sólo lo que está involucrado en las entrevistas, aquellos requerimientos.

El ciclo de vida sin planificación, está basado sobre la idea de que habrá muchos errores de código y por lo tanto, no se puede perder tiempo precioso en fases tan científicas como análisis y diseño.

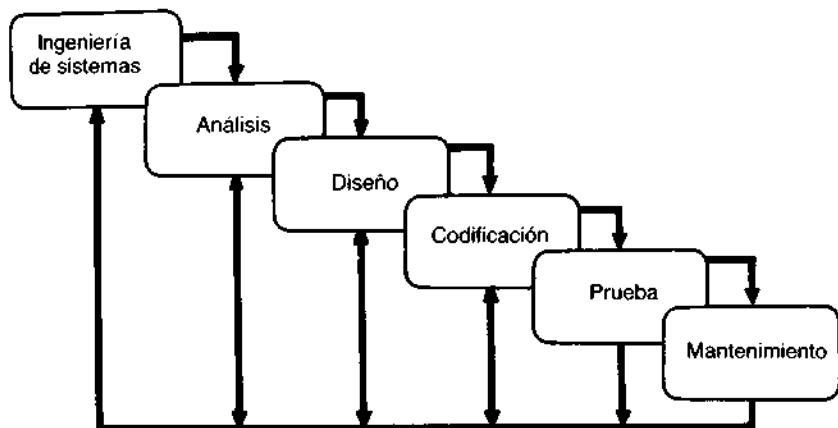
Los siguientes tres modelos son planteados por Presmman <sup>(1)</sup>:

### Ciclo de vida clásico

La figura 1 ilustra el modelo de ciclo de vida clásico llamado también el modelo en cascada. Este modelo exige un enfoque sistemático, secuencial, del desarrollo del software que comienza en el nivel del sistema y progresa a través del análisis, diseño, codificación, prueba y mantenimiento. Este modelo abarca las siguientes actividades:

- *Ingeniería y análisis del sistema:* Define el papel de cada elemento de un sistema informático, asignando finalmente el papel que jugará el software. Esta visión del sistema es esencial cuando el software debe interrelacionarse con otros elementos tales como hardware, personas y bases de datos. Una vez que está asignado el ámbito del software, se asignan los recursos, se estiman los costos y se definen las tareas y planificación del trabajo.
- *Análisis de los requerimientos del software:* El proceso de recogida de los requerimientos se centra e intensifica especialmente en el software. Para comprender la naturaleza de los programas que hay que construir, el analista debe comprender la función,

Figura 1.  
Ciclo de vida clásico



rendimiento e interfases requeridos. Los requerimientos tanto del sistema como del software se documentan y revisan con el usuario.

- **Diseño:** El diseño del software es realmente un proceso multipaso que se enfoca sobre tres aspectos: estructura de datos, arquitectura del software y detalle procedimental. El proceso de diseño traduce los requerimientos en una representación del software que pueda ser establecida de forma que se obtenga la calidad requerida antes de que comience la codificación. Como los requerimientos, el diseño se documenta y forma parte de la configuración del software.
- **Codificación:** El diseño debe traducirse en una forma legible para la máquina. El paso de la codificación ejecuta esta tarea. Si el diseño se ejecuta de una manera detallada, la codificación puede realizarse mecánicamente.
- **Prueba:** Una vez que se ha generado el código, comienza la prueba del programa. La prueba se enfoca sobre la lógica interna del software, asegurando que todas las sentencias se han probado, y sobre las funciones exter-

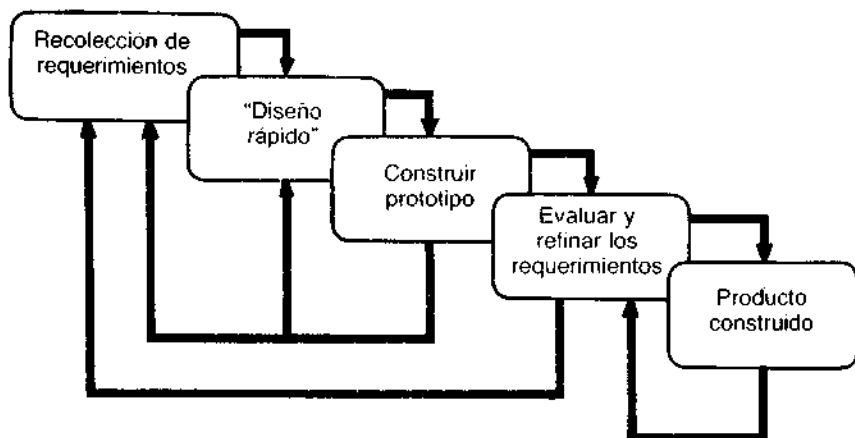
nas, esto es, realizando pruebas para asegurar que la entrada definida producirá los resultados que realmente se requieren

- **Mantenimiento:** El software sufrirá indudablemente cambios después de que se entregue al usuario. Los cambios ocurrirán debido a que se han encontrado errores, debido a que el software debe adaptarse por cambios del entorno externo (por ejemplo, un cambio solicitado debido a que se tiene un nuevo sistema operativo o dispositivo periférico), o debido a que el usuario requiere aumentos funcionales o de rendimiento.

### Construcción de prototipos

La secuencia de sucesos para el modelo de construcción de prototipos se muestra en la figura 2. Como en todos los modelos de desarrollo de software, la construcción de prototipos empieza con la recolección de los requerimientos. El analista y el usuario se reúnen y definen los objetivos globales para el software, identifican todos los requerimientos conocidos y perfilan las áreas en donde será necesario una mayor definición.

Figura 2.  
Construcción de prototipos.



Luego se produce un diseño rápido. El diseño rápido se enfoca sobre la representación de los aspectos del software, visibles al usuario (por ejemplo, métodos de entrada y formatos de salida). El diseño rápido conduce a la construcción de un prototipo. El prototipo es evaluado por el usuario y se utiliza para refinar los requerimientos del software a desarrollar. Se produce un proceso interactivo en el que el prototipo es afinado para que satisfaga las necesidades del usuario, al mismo tiempo que facilita al que lo desarrolla una mejor comprensión de lo que hay que hacer. Idealmente, el prototipo sirve como un mecanismo para identificar los requerimientos del software. Si se construye un prototipo que funciona, el realizador intenta hacer uso de fragmentos de programas existentes o aplica herramientas (por ejemplo, generadores de informes, gestores de ventanas, etc.) que faciliten la rápida generación de programas que funcionen.

### Técnicas de cuarta generación

Este modelo abarca un amplio espectro de herramientas del software que tienen una cosa en común: todas facilitan al que desarrolla el software la especificación de algunas características a alto nivel. Luego, la herramienta genera au-

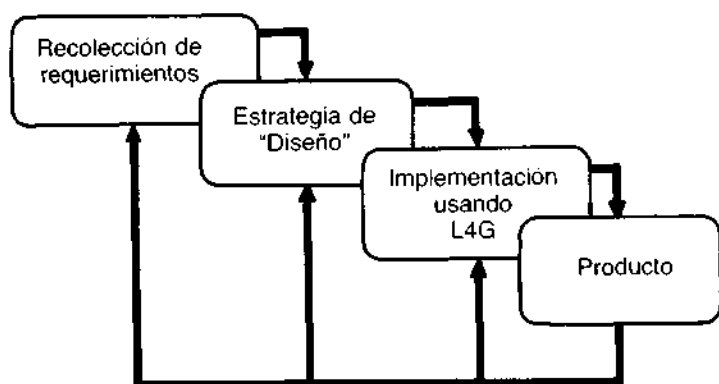
tomáticamente el código fuente basándose en la especificación del técnico. El modelo T4G para la ingeniería del software se orienta hacia la habilidad de especificar software a un nivel que sea más próximo al lenguaje natural o en una notación que proporcione funciones significativas.

Actualmente, un entorno para el desarrollo del software que soporte el modelo T4G incluye algunas o todas las siguientes herramientas: lenguajes no procedimentales para consulta a base de datos, generador de informes, manipulador de datos, interacción y definición de pantallas y generación de código; capacidades gráficas de alto nivel; y capacidad de hoja de cálculo.

El modelo T4G para la ingeniería del software se describe en la figura 3. Como en otros modelos, T4G empieza con el paso de recolección de requerimientos. Idealmente, el usuario debe describir los requerimientos y estos deben traducirse directamente en un prototipo operacional.

La implementación usando L4G facilita al que desarrolla el software, la descripción de los resultados deseados, los cuales se traducen automáticamente en

Figura 3.  
Técnicas de cuarta generación



código fuente para producir dichos resultados. Obviamente, debe existir una estructura de datos con información relevante y debe estar rápidamente accesible al L4G.

Existen otros modelos como el incremental, el modelo en V y el modelo en espiral, los cuales no son utilizados en nuestro medio.

### Metodologías estructuradas

Todas las aplicaciones del software pueden colectivamente llamarse procesamiento de datos. El software se construye para procesar datos; para transformar datos de una forma a otra; esto es, para aceptar entrada, manipularla de alguna forma y producir una salida. En este procesamiento de la información los aspectos que más nos interesan acerca de ella son: cómo fluye, cuál es su contenido y cuál es su estructura. Estos tres aspectos son conocidos como el dominio de la información. Para comprender completamente el dominio de la información, deben considerarse cada una de estas tres partes.

Dependiendo del aspecto del dominio de la información al cual se le dé más énfasis, nacen dos escuelas de metodologías de análisis y diseño estructurado a finales de la década de los 70: metodologías orientadas al flujo de la información y metodologías orientadas a la estructura de la información. Estas metodologías obviamente son fuertes en el aspecto de la información hacia el cual están enfocadas.

Las metodologías estructuradas se crearon para lograr que el desarrollo de software dejara de ser una habilidad personal y se convirtiera en una disciplina tipo ingeniería. Estas técnicas evolucionaron desde una metodología de programación a técnicas que incluyen metodologías de análisis, diseño y prueba como también conceptos sobre el manejo de proyectos y herramientas de documentación.

Hay dos versiones similares de análisis estructurado orientado al flujo de datos:

De Marco - Yourdon<sup>(2)</sup> y Gane-Sarson.<sup>(3)</sup> Ambas representan una disciplina estructurada basada sobre los siguientes conceptos:

- Organización jerárquica descendente.
- Descomposición funcional.
- Herramientas gráficas de comunicación y documentación.

Existen dos metodologías (Jackson y Warnier-Orr) de análisis orientadas a la estructura de la información que tienen varias características en común:

- Todas asisten al analista en la identificación de los objetos de información clave (también llamados entidades o ítems) y operaciones (también llamadas acciones o procesos).
- Todas suponen que la estructura de la información es jerárquica.
- Todas requieren que la estructura de la información se represente usando secuencia, selección y repetición.
- Todas dan un conjunto de pasos para transformar una estructura de datos jerárquica en una estructura de programa.

Las metodologías de diseño estructurado emplean la descomposición funcional como su mecanismo básico de diseño. Las metodologías de diseño usadas más ampliamente son: el diseño estructurado de Yourdon - Constantine, la metodología de diseño de Jackson y la metodología de diseño de Warnier-Orr.

Todas estas metodologías se basan en el diseño, más informal, top-down o descendente. Este diseño usa un proceso paso a paso que empieza con la visión funcional más general de lo que se va a realizar, descompone este panorama general en subfunciones y luego repite el proceso hasta que todas las subfunciones son lo suficientemente pequeñas como para ser implementadas en lenguaje de computación.

El diseño estructurado de Yourdon está compuesto de estrategias de diseño,



ayudas para evaluación y técnicas de documentación. Esta técnica estructurada es el método de diseño top-down más varias guías tanto para sistematizar el proceso de diseño como para medir la calidad.

La metodología de diseño de Jackson también es un refinamiento de la metodología de diseño top-down. La principal diferencia con la metodología de diseño top-down o el diseño estructurado de Yourdon está en que la metodología de Jackson se guía por los datos, mientras que las otras se guían por los procesos. La metodología de Jackson empieza con el diseño de las estructuras de datos y la estructura del programa se deriva de la estructura de los datos.

La metodología de diseño de Warnier-Orr también se guía por los datos pero está enfocada hacia la salida del sistema y esto la hace diferente de los otros métodos de diseño estructurado. La filosofía de Warnier-Orr dice que la salida del sistema determina completamente la estructura de los datos y estos a su vez determinan la estructura del programa. El proceso de diseño de Warnier-Orr empieza con una descripción jerárquica de la salida del sistema. La estructura de entrada y la estructura del programa se derivan de la estructura de la salida.

El cuadro N° 1 reúne las principales metodologías estructuradas. Los cuadros 2 y 3 muestran un resumen de las principales metodologías de análisis y diseño.

Estas metodologías nacieron a finales de la década de los 70 y en esa época no existían lenguajes de programación de cuarta generación, ni estaban disponibles herramientas para construir prototipos que ayudaran en el desarrollo de sistemas. Los computadores personales no se habían popularizado y no existían herramientas que automatizaran estas metodologías. El desarrollo en estas áreas ha tenido impacto sobre la aceptación del análisis estructurado.

En la actualidad los desarrolladores de software tienen que tratar con sistemas de bases de datos y sistemas en tiempo real. Esto hace que el análisis estructurado moderno<sup>(4)</sup> emplee el diagrama entidad-relación,<sup>(5)</sup> para modelar los datos, y el diagrama de transición de estados para modelar los eventos. La integración de estos dos modelos con el modelo de procesos (diagrama de flujo de datos) conforma el análisis estructurado moderno.

#### IV METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION REALIZADA

Estamos interesados en empresas que tengan departamentos de sistemas bien conformados y con cierta experiencia. Estos departamentos son más o menos numerosos, con personas que conocen muy bien la organización, no son solamente técnicos sino también personas que administrativa y organizacionalmente apoyan a la empresa. Los departamentos de sistemas de este tipo son los que realmente llevan a cabo desarrollos de software.

Las empresas pequeñas y medianas, normalmente sistematizadas usando microcomputadores, con presupuestos bajos para la adquisición de los equipos y todo lo que tiene que ver con la sistematización, no desarrollan software sino que compran paquetes disponibles en el mercado que se adecúen más o menos bien a sus necesidades. El costo del paquete es mucho más bajo que los costos de desarrollo.

Para seleccionar la población de empresas a encuestar nos apoyamos en la guía para la investigación de mercados de Publicar S.A. Esta guía trae todas las empresas de Colombia que figuran en las cámaras de comercio, clasificadas de acuerdo con su actividad económica según el CIIU (Código Internacional Industrial Uniforme), clasificadas luego por ciudades y finalmente en orden alfabético.

Cuadro 1  
Resumen de las metodologías estructuradas:

Metodología	Orientada a	Etapas del ciclo de vida cubiertas	Herramientas utilizadas
De Marco-Yourdon	Flujo de la información	Análisis	Diagramas de flujo de datos Diccionario de datos Lenguaje estructurado Tablas y árboles de decisión
Gane - Sarson	Flujo de la información	Análisis	Diagramas de flujo de datos Diccionario de datos Lenguaje estructurado Tablas y árboles de decisión
Yourdon - Constantine	Flujo de la información	Diseño Arquitectónico	Diagramas de flujo de datos Cartas de estructura
Jackson	Estructura de la información	Análisis Diseño Arquitectónico Diseño de programas	Diagrama de especificación Diagramas de Jackson Lenguaje estructurado
Warnier - Orr	Estructura de la información	Análisis Diseño Arquitectónico Diseño de programas	Diagrama de entidades Diagrama de ensamblamiento de líneas. Diagramas de Warnier - Orr

**Cuadro 2**  
**Comparación de Metodologías de Análisis Estructurado**

De Marco - Yourdon	Gane - Sarson	Jackson	Warnier - Orr
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construir un modelo físico del sistema actual.</li> <li>2. Construir un modelo lógico del sistema actual.</li> <li>3. Construir un modelo lógico del sistema propuesto.</li> <li>4. Crear una familia de nuevos modelos físicos.</li> <li>5. Estimar costos y programación para cada modelo.</li> <li>6. Seleccionar uno de los modelos.</li> <li>7. Empaquetar la especificación en subsistemas.</li> </ol> <p>Nota: Todos los modelos se construyen usando diagramas de flujo de datos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construir un modelo lógico del sistema actual.</li> <li>2. Construir un modelo lógico del sistema propuesto.</li> <li>3. Diseñar una base de datos física.</li> <li>4. Construir un modelo físico del sistema propuesto.</li> <li>5. Empaquetar la especificación en subsistemas.</li> </ol> <p>Nota: Todos los modelos se construyen usando diagramas de flujo de datos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar las entidades y acciones del sistema.</li> <li>2. Construir un modelo del mundo real ordenando las acciones en el tiempo y representándolas mediante diagramas de Jackson.</li> <li>3. Seleccionar y relacionar las entidades y acciones mediante los datos.</li> </ol> <p>Especificar los detalles de los procesos usando lenguaje estructurado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Examinar como se mueven los datos entre productores y consumidores de la información usando diagramas de entidades.</li> <li>2. Establecer las funciones de aplicación usando diagramas de Warnier.</li> <li>3. Modelar la estructura de la salida del sistema usando diagramas de Warnier-Orr.</li> </ol>

**Cuadro 3**  
**Comparación de Metodologías de Diseño Estructurado**

Yourdon - Constantine	Jackson	Warnier - Orr
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refinar diagramas de flujo de datos.</li> <li>2. Establecer categoría del flujo de la información o de transacción.</li> <li>3. Construir la carta de estructura del programa haciendo análisis de transformación y/o transacción.</li> <li>4. Factorizar la estructura</li> <li>5. Refinar la estructura usando heurísticas de diseño.</li> <li>6. Desarrollar las descripciones de las interfases y la estructura global de datos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expandir el diagrama de especificación del sistema, mediante la conexión de procesos de funciones.</li> <li>2. Especificar las ligaduras de tiempo impuestas en el sistema.</li> <li>3. Desarrollo de programas:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Hacer un diagrama de estructura jerárquico para los flujos de datos de entrada y salida.</li> <li>b) Formar con los diagramas anteriores una estructura del programa.</li> <li>c) Hacer una lista de las operaciones y asignar cada operación a un componente de la estructura del programa.</li> <li>d) Transcribir la estructura del programa en texto estructurado.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Representar cada salida del programa como una estructura jerárquica.</li> <li>2. Definir todos los elementos de datos necesarios para producir la salida.</li> <li>3. Definir todos los eventos que puedan afectar los elementos de datos.</li> <li>4. Definir los archivos físicos para los datos de entrada.</li> <li>5. Diseñar la lógica de procesos necesaria para producir la salida a partir de la entrada.</li> <li>6. Añadir lógica de control y procedimiento para manipulación de archivos.</li> </ol>

El código CIIU clasifica las empresas en nueve grupos de acuerdo con su actividad económica:

- Agricultura, caza, silvicultura y pesca.
- Explotación de minas y canteras.
- Industria manufacturera.
- Electricidad, gas y vapor.
- Construcción.
- Comercio, restaurantes y hoteles.
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones.
- Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios a compañías.
- Servicios comunales, sociales y personales.

Esta guía también trae la información clasificada de acuerdo con los activos brutos de la empresa, lo cual permite segmentar según el tamaño de éstas. El rango más alto de clasificación corresponde a activos brutos superiores a mil millones de pesos. Las empresas que aparecen en este rango son las que hemos definido como empresas grandes y son éstas las que constituyen nuestra población de estudio.

Esta guía no trae el valor exacto de los activos brutos de las empresas sino que las clasifica en diferentes rangos. Para poder calcular el factor de costos de sistemas, fue entonces necesario acudir a la Cámara de Comercio de Cali para obtener información sobre el valor exacto de los activos brutos de cada empresa.

Para capturar los datos utilizamos la entrevista como instrumento de recolección. Al diseñar la encuesta se debe tener en cuenta que las preguntas logren satisfacer todos los objetivos específicos.

## V. RESULTADOS

Se presentan los resultados sobre una muestra de catorce empresas encues-

tadas. En esta muestra tenemos nueve empresas manufactureras, cuatro de servicio y una de investigación agropecuaria.

La investigación continuará con el fin de cubrir varias empresas en cada actividad económica y lograr así resultados más precisos, como también correlaciones entre las variables estudiadas y la actividad económica, por ejemplo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos hasta el momento:

- En el 86% de los casos existen comités de sistemas.  
Composición: Vicepresidentes, gerentes, directores y el jefe o gerente de sistemas.

Funciones: Establecer prioridades y pautas de desarrollo, controlar el desarrollo de los proyectos, sugerir compra de hardware y software.

Estos comités, en promedio, se reúnen cada mes.

En el 25% de las empresas ya existe o se está conformando Organización y Métodos para sistemas.

- En el organigrama de la empresa, el departamento de sistemas depende de:

Administración y finanzas	65% de los casos.
Subgerencia general	21% de los casos.
Contraloría	14% de los casos.

- Fecha promedio de iniciación en sistemas: 1978  $\pm$  3 años.
- Costo promedio de sistemas para empresas de manufactura: 3.1%  $\pm$  2%.
- Costo promedio de sistemas para empresas de servicio: 35%  $\pm$  15%.
- Perfil profesional del jefe de sistemas:

Con posgrado en sistemas	20%
Ingeniero de sistemas	36%
Otras profesiones	44%

- Origen de los ingenieros de sistemas de estos departamentos:

Universidad de Los Andes	26%
Universidad Industrial de Santander	26%
ICESI	26%
Universidad Javeriana	13%
Universidad INCA	7%
EAFIT	2%
Universidad Autónoma	2%
Universidad Distrital	2%

cer explícitamente al principio todos los requerimientos.

Se usan generalmente prototipos en papel o utilizando un procesador de palabras. Otros construyen programas típicos, para determinadas áreas de la empresa, denominados programas esqueleto.

Ocho de las catorce empresas ya están usando herramientas de cuarta generación y por lo tanto, están empezando a usar el ciclo de vida asociado a estas herramientas.

- Equipo utilizado:

IBM/34	6%
IBM/36	13%
IBM/38	3%
IBM/4361	6%
IBM/AS400	10%
Digital Vax	6%
Data General	3%
HP-3000	13%
HP-9000	6%
HP-RS	17%
Unisys	3%
Texas 1500	3%
Texas 990	3%
Compac	6%

- Aplicaciones desarrolladas por las empresas: 62% ± 20%

- En el 50% de las empresas el departamento de sistemas procesa, en promedio, el 24% de la información.

- Porcentaje de aplicaciones escritas en:

Cobol	33%
RPG	25%
DBase	4%
Basic	3%
Oracle	13%
Speedware	7%
Linc	7%
Accel	6%
Informex	2%

- Número promedio de terminales:

35 ± 15.

Número promedio de micros:

17 ± 12.

- El ciclo de vida con prototipos es el más utilizado y las razones que se dan para su uso son: 1) La presión a la cual se encuentra sometido el departamento de sistemas, por parte de los usuarios y 2) Dificultad en estable-

- El siguiente cuadro presenta los resultados en cuanto al uso de metodologías:

Metodología	No la conoce	No la usa	Poco uso	Uso frecuente	Uso extensivo
De-Marco	64%	29%	7%	-	-
Gane-Sarson	64%	-	14%	22%	-
Jackson	93%	7%	-	-	-
Warnier-Orr	93%	7%	-	-	-
Yourd-Const	93%	7%	-	-	-

- Razones dadas para el no uso de metodologías. Se da el porcentaje de empresas que dio esa razón:

- 1) Desconocimiento de las metodologías . . . . . 24%
- 2) Al usar una metodología completa el costo en tiempo es muy alto y esto no es permitido por las directivas . . . . . 18%
- 3) Poco entrenamiento en el uso de metodologías . . . . . 15%
- 4) Se cree poco en los beneficios obtenidos por el uso de metodologías . . . . . 12%
- 5) Son muy engorrosas . . . . . 10%
- 6) Se tiene éxito sin el uso de metodologías . . . . . 7%
- 7) No existe la infraestructura adecuada para usarlas . . . . . 7%
- 8) Hace falta vender la idea . . . . . 7%.

- Principales necesidades manifestadas:

- 1) Establecer una metodología para todo el ciclo de vida del proyecto.
- 2) Pasar a cuarta generación.
- 3) Aumentar y mejorar el uso de prototipos.
- 4) Se necesitan técnicas para recoger la información.

## VI. CONCLUSIONES

Estos departamentos de sistemas tienen una década de experiencia en cuanto al desarrollo de software y podríamos decir que están en su etapa de adolescencia. Esta es la causa de algunos de los resultados obtenidos, como por ejemplo:

- Muchos departamentos de sistemas nacieron como parte de administración y finanzas y continúan allí.
- Un alto porcentaje de los jefes de departamento no tienen formación académica en sistemas.

- Las personas que desarrollan software han tenido muy poco entrenamiento formal en las metodologías estructuradas. Cada individuo enfoca su tarea con la experiencia obtenida en trabajos anteriores. Algunas personas aplican un método ordenado y eficiente de desarrollo mediante prueba y error, pero muchos otros desarrollan malos hábitos que dan como resultado una calidad pobre.

Es interesante observar los resultados de Carma McClure<sup>(6)</sup> sobre las metodologías más utilizadas en los Estados Unidos:

Gane - Sarson	13.8%
De Marco	12.3%
Yourdon - Constantine	29.1%
Warnier - Orr	7.2%
Jackson	2.4%

- Las razones dadas para el no uso de metodologías y las principales necesidades manifestadas también apoyan la conclusión acerca de la juventud de estos departamentos de sistemas.

- Todavía quedan algunos departamentos que usan el modelo de ciclo de vida sin planificación.

Se usa más el modelo con prototipos que el modelo de ciclo de vida clásico, debido a que este último exige al usuario establecer explícitamente al principio todos los requerimientos y luego tener paciencia; puesto que no se dispone de una versión funcionando del programa hasta las etapas finales del desarrollo del proyecto. Un error importante no detectado, al comienzo, puede ser fatal.

La construcción de prototipos es un método eficiente, ya que exige una mayor comunicación usuario-analista, pero presenta el inconveniente de compromiso de implementación para obtener un prototipo que funcione rápidamente. Pueden utilizarse partes inapropiadas en la construcción y después de un cierto tiempo de familiarización con estas partes, se olvidan las razones por las que eran ina-

propiadas. La elección menos correcta forma entonces parte integral del sistema y esto puede aumentar mucho la fase de mantenimiento. Esto sucede en muchas empresas.

- El hecho de que el 35% de las aplicaciones se han desarrollado con herramientas de cuarta generación se debe a que cerca del 40% de las empresas encuestadas ya han dado el paso a cuarta generación y sus nuevas aplicaciones las están desarrollando con estas herramientas.

Sería muy interesante poder medir el costo promedio de sistemas en varias actividades económicas. Este factor puede convertirse en un punto de referencia para las empresas. Muchas veces se escucha decir a un jefe de sistemas, que no tiene un punto de referencia para medirse o para justificar la compra de hardware o software.

Por último, podemos concluir que este tipo de investigaciones también dan un marco referencial a las facultades de sistemas de las universidades de nuestra región.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Pressman R.S., *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*, McGraw-Hill, Madrid, 1988.
2. DeMarco T., *Structured analysis and system specification*, Prentice Hall, 1979.
3. Gane T. and Sarson C., *Análisis estructurado de sistemas*, El Ateneo, Buenos Aires, 1990.
4. Yourdon E., *Modern structured analysis*, Prentice Hall, New York, 1989.
5. Chen P., *The entity-relationship model, Toward a unifying view of data*, ACM Trans. on Data Base Systems, Vol. 1, Nº 1, March 1976, pp. 9- 36.
6. McClure C., *Software news case 1987 survey*.
7. Jackson M., *System development*, Prentice-Hall, 1983.
8. Orr K., *Structured requirements definition*, Ken Orr & Associates, Inc., Topeka, KS, 1981.
9. Yourdon E. and Constantine L., *Structured design*, Yourdon Press, 1978.
10. Martín J. and McClure C., *Structured techniques: The basis for CASE*, Prentice-Hall, 1988.



# CONTROL DE CALIDAD EN EL SOFTWARE

JOSE HERNANDO BAHAMON L.

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Profesor Investigador en el área de microprocesadores en la facultad de Electrónica de la Universidad del Cauca. Gerente Nacional de Soporte a Clientes en la División de Computadores de Carvajal S.A. Participante en numerosos cursos de actualización y profundización en computadores, sistemas operativos, herramientas de programación de cuarta generación, ingeniería de software, etc. Jefe del Departamento de Sistemas del ICESI. Profesor universitario. Conferencista. Investigador y Asesor de Empresas en Sistemas y Computación.

El concepto de calidad total aplicado por los japoneses como estrategia de desarrollo a partir de la Segunda Guerra Mundial, con el fin de recuperar su economía y tener una presencia a nivel internacional, ha empezado a popularizarse a nivel mundial y es el tema obligado de las naciones, organizaciones, entidades e individuos que buscan consolidación y presencia en los mercados del mundo.

El concepto de calidad total propende por la búsqueda de la excelencia en todo lo que el hombre, la sociedad y las organizaciones realizan.

Este concepto puede entonces aplicarse al desarrollo de sistemas de información basados en equipos de procesamiento de datos y en programas diseña-

dos por el hombre. Hoy en día las investigaciones en el área de la ingeniería de software se centran en el desarrollo de metodologías que garanticen y controlen la calidad en el software construido.

El presente documento busca ilustrar, además del concepto de calidad en el software, las actividades necesarias para controlar y garantizar la calidad de los sistemas de información que se implementen. El problema principal para garantizar la calidad en el software está en la concepción de la gran mayoría de las personas cuando suponen que la garantía de calidad es algo que se impone bajo una medida que se obtiene al finalizar un proyecto de software. El control de calidad en el software se funda-

menta en el principio de que la calidad se construye a través de un proceso continuo de desarrollo, verificación (revisión) y optimización en diferentes etapas.

El control de calidad en el software, denominado SQA ("Software Quality Assurance"), se basa en las siguientes actividades:

- 1) Uso de métodos y herramientas de análisis, diseño, codificación y prueba.
- 2) Revisiones técnicas formales, que se aplican durante cada paso de la Ingeniería de software.
- 3) Estrategia de prueba multiescalada.
- 4) Control de la documentación del software y de los cambios realizados.
- 5) Procedimientos que aseguren un ajuste a los estándares de desarrollo.
- 6) Mecanismos de medida de la calidad ("métricas").

### **DEFINICION DE CALIDAD EN EL SOFTWARE**

Se han formulado muchas definiciones sobre el concepto de calidad en el software. Para no transcribir estas definiciones en el presente documento tratemos de responder la pregunta ¿qué es calidad en el software? Seguramente la primera respuesta en que pensaría la mayoría de las personas es:

La calidad en el software está en relación directa con el cumplimiento de los requerimientos formulados por el usuario, de tal forma que si un programa no cumple con alguno de estos requerimientos es un software de baja calidad.

Aunque el criterio de cumplimiento de los requerimientos es un factor importante, no es el único factor, ya que existen condiciones implícitas que el software debe cumplir como son eficiencia, seguridad, integridad, consistencia, etc.; por lo tanto no podemos afirmar

que un software es de alta calidad cuando cumple con los requerimientos del usuario, pero:

- No es eficiente al utilizar los recursos de la máquina (programas muy lentos).
- O no es confiable; los resultados que entrega varían, no son siempre iguales al procesar los mismos datos.
- O no es fácil de utilizar.
- O no es seguro.
- O no es fácil hacerle mantenimiento.

La calidad en el software es una mezcla compleja de ciertos factores que varían de acuerdo con el usuario y con los tipos de aplicación.

Podemos resumir el concepto de la calidad en el software en los siguientes puntos:

- 1) Los requerimientos del usuario sobre un programa son los fundamentos desde los que se mide la calidad. La falta de concordancia con estos requerimientos es una falta de calidad.
- 2) Los estándares especificados definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma como se aplica la ingeniería de software; si no se siguen estos estándares, probablemente se obtendrá software de baja calidad.
- 3) Existe un conjunto de requerimientos implícitos que a menudo no se mencionan (eficiencia, facilidad de uso, facilidad de mantenimiento). Si el software falla en alcanzar los requerimientos implícitos, la calidad en el software queda en entredicho.

### **FACTORES Y CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CALIDAD EN EL SOFTWARE**

Los elementos básicos empleados para medir la calidad en el software se denominan factores; éstos pueden clasificarse en dos grandes categorías:

- a) Factores que pueden ser medidos directamente:  
(Nº de errores/unidad tiempo).
- b) Factores que sólo pueden ser medidos indirectamente; valores subjetivos (Ejemplo: facilidad de uso).

Según los estudios realizados por J.A. McCall y P.K. Richards para la RADAC ("Rome Air Development Center"), los factores de calidad se pueden agrupar de acuerdo con tres aspectos importantes de todo programa, como son sus características operacionales, su capacidad de soportar los cambios y su adaptabilidad a nuevos entornos.

La clasificación sugerida por J.A. McCall en su libro *Factors in Software Quality*, se ilustra en la tabla Nº 1, y la descripción de cada factor se ilustra en la tabla Nº 2.

En la mayoría de los casos los factores son difíciles de medir, para facilitar el proceso de cuantificar la calidad, McCall propone dividir los factores en sus características independientes o criterios medibles. Las razones fundamentales para dividir los factores son:

- 1) Los criterios ofrecen una definición más concreta y completa de los factores.
- 2) Los criterios comunes a dos o más factores ayudan a ilustrar la interrelación entre los factores.

- 3) Los criterios son medibles y verificables a través de métricas (valor numérico de la medida de calidad).

La lista de criterios se ilustra en la gráfica 1, y la relación entre los criterios y los factores se muestra en la gráfica 2.

## NEGOCIACIONES ENTRE LOS FACTORES DE CALIDAD

Si observamos los factores de calidad podemos ver que el incrementar un factor puede causar efectos negativos (decremento) en otros factores. Por ejemplo, si nosotros solicitamos que el factor de facilidad de uso sea muy alto seguramente esto se logrará a expensas de disminuir la eficiencia del programa.

Las relaciones negativas entre factores se ilustran en la gráfica 3.

Es necesario definir, basados en la naturaleza y tipo de software a producir, los factores que el usuario considere de mayor importancia y estimar el impacto negativo que se pueda causar en otros factores, con el fin de establecer una negociación hasta obtener la ponderación deseada en cada factor. Esta actividad de negociación debe establecerse en la etapa de formulación de los requerimientos.

TABLA 1

Aspecto	Factor
Operación del producto	Cumplimiento Exactitud Eficiencia Integridad Facilidad de uso
Revisión del producto	Facilidad de mantenimiento Facilidad de prueba Flexibilidad
Transición del producto	Portabilidad Reusabilidad Interoperatividad

## MÉTRICAS DE CONTROL DE LA CALIDAD EN EL SOFTWARE

Se define como métrica el valor asociado con la respuesta a una pregunta formulada en una revisión para evaluar o establecer un atributo o un requerimiento de un criterio o subcriterio relacionado con un factor. Por ejemplo:

Un criterio del factor de calidad "Eficiencia" es "Ejecución eficiente" y un atributo de este subcriterio sería "datos agrupados para procesamiento eficiente". En una revisión para evaluar este subcriterio se podría formular la siguiente pregunta: "¿Están los datos agrupados para permitir un procesamiento eficiente?"

Si la respuesta a la pregunta es "sí", podemos calificar con 1 en la hoja de chequeos este subcriterio; si la respuesta es "no" lo calificamos con 0.

El valor de la métrica para el factor de calidad que está siendo juzgado será la suma de todos los valores obtenidos por criterios/subcriterios divididos por el número de preguntas aplicadas.

En los estudios realizados por McCall se establece un conjunto de métricas para los diferentes criterios y subcriterios. En la gráfica 4 se ilustran algunas de estas métricas.

TABLA 2

Factor calidad	Definición
Cumplimiento	El grado en que un programa satisface sus especificaciones y consigue los objetivos de la misión encomendada por el cliente.
Fiabilidad	El grado en que se puede esperar que un programa lleve a cabo sus funciones esperadas con la precisión requerida.
Eficiencia	La cantidad de recursos de hardware y de código requerido por un programa para realizar su función.
Integridad	El grado en que puede controlarse el acceso al software o a los datos por personas no autorizadas.
Facilidad de uso	El esfuerzo requerido para aprender, trabajar, preparar la entrada e interpretar la salida de un programa.
Facilidad de mantenimiento	El esfuerzo requerido para localizar y arreglar un error en un programa.
Facilidad de prueba	El esfuerzo requerido para probar un programa de forma que se asegure que realiza la función requerida.
Portabilidad	El esfuerzo requerido para transferir el programa desde una configuración de hardware o sistema operativo a otro.
Reusabilidad	El grado en que un programa (o partes de él) se pueden reutilizar en otras aplicaciones.
Facilidad de interoperación.	El esfuerzo requerido para acoplar un sistema a otro.

GRAFICA 1

Facilidad de auditoría	Facilidad con que se puede comprobar la conformidad con los estándares.
Exactitud	La precisión en los cálculos y el control.
Normalización de las comunicaciones.	El grado en que se usan el ancho de banda, los protocolos y las interfases estándar.
Complejidad	El grado en que se ha conseguido la total implementación de las funciones requeridas.
Concisión	Lo compacto que es el programa en términos de líneas de código.
Consistencia	El uso de un diseño uniforme y de técnicas de documentación.
Estandarización datos	El uso de estructuras de datos y de tipos datos estándar.
Tolerancia de errores	El daño que se produce cuando el programa encuentra un error.
Eficiencia en la ejecución	El rendimiento en tiempo de ejecución de un programa.
Facilidad de expansión	El grado en que se puede ampliar el diseño arquitectónico de datos.
Generalidad	La amplitud de aplicación potencial de los componentes del programa.
Independencia del hardware	El grado en que el software es independiente del hardware que usa.
Instrumentación	El grado en que el programa muestra su propio funcionamiento e identifica errores que aparecen.
Modularidad	Independencia funcional de los componentes del programa.
Facilidad de operación	Grado de facilidad de operación.
Seguridad	La disponibilidad de mecanismos que controlen o protejan los programas o los datos.
Autodocumentación	El grado en que el código fuente proporciona documentación significativa.
Simplicidad	El grado en que un programa puede ser entendido sin dificultad.
Facilidad de trazo	La posibilidad de seguir la pista de la representación del diseño de los componentes reales del programa hacia atrás.
Formación	El grado en que el software ayuda a permitir que nuevos usuarios apliquen el sistema.

GRAFICA 2

Métrica de calidad del software Factor de calidad	Corrección	Fiabilidad	Eficacia	Integridad	Facilidad de mantenimiento	Flexibilidad	Facilidad de prueba	Portabilidad	Reusabilidad	Interoperabilidad	Facilidad de uso
Facilidad de auditoría				X			X				
Exactitud		X									
Normalización de las comunicaciones										X	
Complejidad	X										
Complejidad		X				X	X				
Concisión			X		X	X					
Consistencia	X	X			X	X					
Estandarización en los datos										X	
Tolerancia de errores		X									
Eficiencia en la ejecución			X								
Facilidad de expansión						X					
Generalidad						X		X	X	X	
Indep. del hardware								X	X		
Instrumentación				X	X		X				
Modulandad		X			X	X	X	X	X	X	
Facilidad de operación			X								X
Seguridad				x							
Auto-documentación					X	X	X	X	X		
Simplicidad		X			X	X	X				
Indep. del sistema								X	X		
Facilidad de traza	X										
Formación											X



## GRAFICA 4

### Criterio completitud

- atributos:
- 1) Referencia sin ambigüedad (entrada, salida, función)
  - 2) Definidas todas las referencias externas, calculadas u obtenidas por fuentes externas.
  - 3) Definidas todas las funciones usadas
  - 4) Definidas todas las funciones referenciadas.
  - 5) Definidas todas las condiciones para cada punto de decisión.
  - 6) Definidos todos los parámetros para la secuencia de llamadas a procesos.
  - 7) Todos los problemas reportados están resueltos.
  - 8) Diseño está de acuerdo con los requerimientos.
  - 9) La codificación está de acuerdo con el diseño

$$V. \text{ métrica criterio: } \frac{\sum_{1}^{9} \text{valor c/atributo}}{9}$$

### - Criterio: Consistencia

Subcriterio : Procedimiento consistente

- atributos :
- a) Representación estándar en el diseño\*
  - b) Secuencia de llamada a módulo según lo establecido\*
  - c) Entrada / salida según lo establecido\*
  - d) Manejo de errores según el estándar\*

Valor métrica:

$$\text{Valor métrica: } 1 - \frac{\text{Número módulos que violan la regla}}{\text{Número total de módulos}}$$

(\*) Significa que la fórmula de evaluación se aplica a cada atributo.

$$V^* = (n1 + n2^*) \text{Log}_2 (n1 + n2^*)$$

donde

N1 = N° total de ocurrencias de los operadores

N2 = N° total de ocurrencias de los operandos

n2\* = N° de parámetros de I/O en el procedimiento.

Usando el volumen y el volumen potencial se puede calcular el esfuerzo como:

$$\text{esfuerzo} = \frac{\text{Volumen}^2}{\text{Volumen potencial}} = \frac{V^2}{V^*}$$

Estas métricas propuestas por Halstead permiten al grupo de control de garantía del software obtener valores no subjetivos de la calidad de un programa.

Existen otras métricas como la medida de complejidad ciclomática propuesta por Tom McCabe en su artículo A "Software Complexity Measure", publicado en la revista *IEEE Trans. Software Engineering*, vol. 2, diciembre de 1976; pero el objetivo de este documento no es ilustrar en detalle todas las métricas propuestas.



## ACTIVIDADES DEL CONTROL DE CALIDAD DEL SOFTWARE

Hasta el momento hemos mencionado el concepto de calidad en el software y algunas técnicas empleadas para establecer una medida cuantitativa de la calidad.

La historia de la garantía de la calidad en el desarrollo de programas y sistemas arranca en los años 50 y 60, en donde la calidad era responsabilidad únicamente del programador. Durante los años 70 se introdujeron estándares de garantía de calidad para el software en los contratos militares y se incorporaron las metodologías para el desarrollo de sistemas.

Actualmente la responsabilidad de la garantía de calidad del software no es función de una persona; en esto están comprometidos los ingenieros de análisis y diseño, los gestores y coordinadores del proyecto, los usuarios, los programadores y todas las personas involucradas en el desarrollo del proyecto.

La garantía de calidad en el software no es una certificación impuesta luego de haber desarrollado un programa. Es un proceso que involucra las siguientes actividades:

- 1) Aplicación de metodologías de ingeniería de software para conseguir una especificación y un diseño de alta calidad.
- 2) Realización de revisiones técnicas formales.
- 3) Prueba del software.
- 4) Ajuste a los estándares de la organización.
- 5) Control de cambios y modificaciones (mantenimiento).
- 6) Mediciones.
- 7) Registro e informes.

La garantía de calidad en el software comienza realmente con la aplicación de una metodología formal para enfren-

tar las etapas de análisis y diseño del sistema a construir; luego de creada la especificación del sistema (o prototipo), se debe garantizar su calidad.

La actividad que nos permite garantizar la calidad es la revisión técnica formal realizada por el grupo de control de calidad.

Los objetivos de la revisión técnica formal son:

- 1) Descubrir errores en la función, la lógica o la implementación de cualquier representación del software.
- 2) Verificar que el software bajo revisión alcanza los requerimientos.
- 3) Garantizar que el software ha seguido los estándares predefinidos.
- 4) Conseguir un software que sea desarrollado en forma uniforme.
- 5) Propender por que los proyectos sean manejables.

La revisión técnica formal es un proceso que se aplica a cada una de las fases del desarrollo del sistema en el momento en que el grupo de trabajo considera terminada su labor en esa fase.

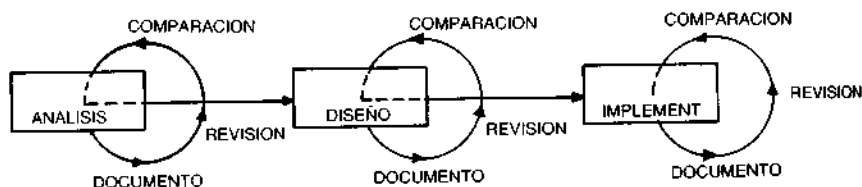
Como resultado de la revisión técnica formal se obtiene una autorización para que el grupo pueda continuar con la fase siguiente, o una recomendación de no continuar hasta realizar las modificaciones y ajustes al proceso en la fase bajo revisión (Gráfico 5).

Una vez que se ha terminado la implementación, se inicia la fase de pruebas del software. Durante esta fase se diseñan casos de prueba que ayudan a la detección de errores producidos en las fases anteriores y no detectados durante la revisión técnica formal.

Para muchos grupos de desarrollo las pruebas del software son consideradas una "red de seguridad" para la garantía de la calidad.

Una de las principales amenazas para mantener la calidad de un software, es el proceso de mantenimiento a través

GRAFICA 5



### Sistema de control de la garantía de software

del cual se originan cambios que pueden introducir errores o crear efectos laterales que propaguen errores.

El proceso de control de cambios contribuye directamente a mantener la calidad de un programa al formalizar las peticiones de mantenimiento, evaluar la naturaleza del cambio y controlar el impacto de éste en el resto del programa.

Finalmente la medición de la calidad se fundamenta en las métricas, las cuales nos permiten cuantificar y tener valores comparativos sobre el comportamiento y la eficiencia, en el desarrollo de programas y sistemas para la organización.

#### CONCLUSION:

En los últimos años se están adelantando esfuerzos por parte de los grupos de investigación en el área de ingeniería de software con el fin de formular estrategias, procedimientos de control y medida de la calidad en el software.

Desafortunadamente algunos de estos procedimientos son bastante complejos de implementar; por esta razón la mayoría de las organizaciones en sus departamentos de sistemas no están utilizando el enfoque de control de calidad en el software.

#### BIBLIOGRAFIA

- David N. Card, *Software product assurance: measurement and control*, Inf & Software Technol. (Agosto 1988).
- B. A Kitchenham and S.J. Linkman, *Design metrics in practice*, Inf & Software Technol. (Mayo 1990).
- D. Ince, *Software metrics: introduction*, Inf & Software Technol. (Mayo 1990).
- David N Card, *Software quality engineering*, Inf & Software Technol. (Febrero 1990).
- James Vincent, Albert Waters, John Sinclair, *Software Quality Assurance*, volumen 1, Prentice Hall (1988).

# SISTEMAS DE INFORMACION GERENCIALES: ¿HECHOS REALES O SIMPLEMENTE UN JUEGO DE PALABRAS?

HENRY ARANGO D.

Ingeniero Electromecánico de la Universidad del Valle; M.Sc. en Ingeniería Eléctrica de The Stanford University; Magister (C) en Ingeniería Industrial y Sistemas de la Universidad del Valle. Profesor y directivo académico/administrativo en la Facultad de Ingeniería de UNIVALLE. Gerente de Sistemas del Banco Popular y Vicepresidente de la misma Institución Bancaria. Asesor externo para el Banco Mundial y para Price Waterhouse Office of Government Services en Washington. Gerente y socio principal de ARANGO Y LEON CONSULTORES LTDA., firma dedicada a la asesoría y consultoría en proyectos de Información Gerenciales. Decano de Sistemas del ICESI. Director de la Especialización en Gerencia de Sistemas de Información del ICESI.

Por muchos años la literatura dedicada a orientar acerca del diseño y administración de proyectos de sistemas ha hecho referencia a los Sistemas de Información Gerenciales -SIG- (Management Information Systems -MIS-) y últimamente aparecen ya con otros nombres más sugestivos como Sistemas de Información Ejecutiva (Executive Information Systems -EIO-) y aun otros no tan traducidos como "Chief Executive Office System's" -CEOS-. ¿Si son todos ellos una realidad, al menos en nuestro medio?

Antes de tratar de contestar la pregunta es bueno analizar primero qué son los tales MIS, EIO, CEOS y otros.

La aparición del concepto de los Sistemas de Información Gerenciales no es algo nuevo. Hace más de veinte años se los viene sugiriendo como la aplicación de los sistemas y el uso de los computadores en pro de la mejor gestión de la alta gerencia de las organizaciones. Casi que desde que el computador empezó a incursionar en el procesamiento de datos en las áreas funciona-

les de las organizaciones —y no sólo como apoyo a las labores propias de las ciencias y la ingeniería— los estudiosos y analistas del potencial de esta nueva herramienta visualizaron lo que sería un Sistema de Información Gerencial.

No obstante, han pasado ya bastantes años y, en la práctica, el concepto continúa ventilándose más a nivel académico —apoyado con un gran número de teorías, metodologías y estrategias para lograrlo— que como una realidad que muestre experiencias a partir de las cuales se puedan continuar construyendo sistemas mucho más refinados.

¿Qué es, entonces, un Sistema de Información Gerencial? Muy simple: es un sistema que esté en condiciones de responder en línea —a través de una terminal— a todo aquello que inquieta a la alta gerencia en relación con la marcha normal de la organización y que le permita proyectarla hacia un futuro a mediano y largo plazo como para planificar, con tiempo, las acciones a tomar y más adelante para realizar los ajustes a que hubiere lugar.

Visto así, un Sistema de Información Gerencial debe estar en condiciones de incluir y procesar todos los datos relativos a la organización como un sistema, a sus áreas funcionales como subsistemas de ese gran sistema que es la propia organización y a ella misma como un subsistema del mundo en el cual se desenvuelve.

Un SIG con estas características debe estar en condiciones de atender y responder las preguntas previamente elaboradas que le plantee la alta gerencia pero, más importante que ello, las que se le presenten como preguntas ad-hoc.

Y aquí es donde reside, muy posiblemente, la gran dificultad para pasar de la teoría a la práctica.

¿Cómo hacer lo primero? ¿Cómo atender las consultas previamente elaboradas? Bastante sencillo, y para ello la tecnología es prolífica en procedimientos, lenguajes, metodologías... y, por lo

tanto, en disponibilidad de recursos en hardware y software.

¿Pero para lo segundo? ¿Las consultas ad-hoc?

¡Aquí sí las cosas no han sido nada fáciles! Por varias razones... Menciono algunas que, según mi opinión, son las que más han incidido en ello:

- La alta gerencia: No ha sido fácil conocer qué es lo que la alta gerencia requiere para la buena administración de la organización. Especialmente no es fácil conocer, ni mucho menos mantener actualizadas, aquellas variables externas a la organización que de una manera u otra la estén afectando o lo puedan hacer hacia el futuro.

A esto se suma el desconocimiento que hasta hace pocos años ha mostrado la alta gerencia por el potencial del uso de los computadores y la aplicación de los sistemas. Si la alta gerencia no conoce este potencial no está en condiciones de colaborar en la conceptualización de lo que es o puede ser un Sistema de Información Gerencial.

Sin embargo, esta última circunstancia parece que está cambiando. Ya todas las universidades, e independientemente de los planes de estudio que ofrecen, incluyen cursos y seminarios sobre sistemas y computación. De esta manera los egresados de estas universidades estarán ya en condiciones de comprender a fondo hasta dónde se puede llegar y hasta dónde no, o mejor, el por qué no, con la ayuda de los computadores.

- La tecnología: por más que se ha avanzado en las arquitecturas de los computadores, la realidad es que mucho de ello se ha orientado hacia los equipos (el hardware) como tales: mayores capacidades de almacenamiento, mayores capacidades de procesamiento, mejores comunicaciones, más y más modularidad (crecimiento) de los equipos, etc. Todo ello para beneficio de los funcionarios

adscritos a las áreas de sistemas... pero..., relativamente poco en cuanto a las facilidades para hacer que todo este "alarde" de última tecnología beneficie de una manera rápida a la organización. En otras palabras, el software continúa rezagado con respecto al hardware.

- La apatía de la alta gerencia por conocer sobre el potencial que les pueden ofrecer los sistemas: ¡Esto es un hecho! Si la alta gerencia no se involucra en el potencial de los sistemas y el real uso de los computadores, no estará en condiciones de liderar el desarrollo de proyectos de sistemas con enfoque altamente gerencial.

Esto último parece así, a primera vista, como un absurdo y un contrasentido. Alguien dirá: ¡Pero sí es la alta gerencia la que precisamente autoriza o da su visto bueno para que se adquieran los computadores y se contraten ingenieros de sistemas! Sí, ello es así. Pero allí no acaba el problema. Allí es donde precisamente comienza el problema, en términos de lo que hemos venido analizando.

La alta gerencia considera que por el solo hecho de apoyar la adquisición de equipos y programas ya tiene resuelto su problema. Y lo que es peor, no se involucra de allí en adelante en lo que tiene entre manos. Para ella ¡todo lo que viene será un problema de los ingenieros de sistemas!

Al área de sistemas no se la debe considerar como un apéndice más de la organización. Es parte integrante de la propia organización. La primera sin la otra no tiene mucho sentido. Los proyectos de sistemas, entendidos en su fin último de procesar información —más que procesar datos, como ha sido lo tradicional— deben ser temas de tratamiento diario como seguramente lo es toda la problemática asociada a un ensanche en la capacidad productiva de las organizaciones o la planificación y diseño de estrategias de mercadeo para el lanzamiento de nuevos productos y servicios.

Es claro, por lo demás, que los sistemas no son un fin por sí mismos para las organizaciones, pero sí un medio de alto valor para alcanzar los fines y objetivos que son propios a dichas organizaciones. Por lo tanto, hay que preocuparse por conocer hasta dónde se puede llegar para obtener el mejor provecho de este medio.

Estas circunstancias y muchas otras que se podrían agregar han hecho, a mi juicio, que los tales Sistemas de Información Gerenciales no sean realidades palpables, al menos en nuestro medio.

¿Pero qué hacer al respecto? Bien, parece que las situaciones pueden cambiar y que se puede también pretender pensar que esta nueva década sea la que dé inicio a este tipo de desarrollos.

¿Por qué? A mi modo de ver hay varias circunstancias que así lo permiten predecir.

Una de ellas —tal vez de las más importantes y ya esbozada anteriormente— es la formación que han venido recibiendo en las universidades quienes para esta nueva década ocuparán posiciones de alta gerencia en las organizaciones. Para ellos no será desconocido el potencial del computador y estarán en condiciones de exigir y de colaborar en la conceptualización de lo que sería un Sistema de Información Gerencial para la organización a la cual prestan sus servicios.

Otro aspecto, y éste sí de naturaleza más técnica, es el relacionado con las nuevas herramientas (conocidas como herramientas de programación de alta productividad) que están comenzando a ser utilizadas por los departamentos de sistemas y que están claramente orientadas a permitir el diseño y puesta en marcha de proyectos de sistemas que faciliten la interacción entre diversas estructuras de bases de datos y que le permiten al usuario final una alta participación en la definición de sus propios requerimientos.

Muchas de estas nuevas herramientas facilitan considerablemente la atención

a las preguntas ad-hoc de la alta gerencia —otrora todo un dolor de cabeza para los departamentos de sistemas—. Las estructuras de las bases de datos ya no son tan rígidas como lo eran anteriormente. El programador o diseñador del sistema deja de preocuparse por el cómo organizar los datos para que los accedan los programas para concentrarse más en la naturaleza de los datos que necesita, siendo para él transparente la forma como ellos se organizan en las bases de datos.

A lo anterior hay que agregar la creciente facilidad de la integración entre los "paquetes" de programas propios de los micros con las bases de datos de las estructuras funcionales de las organizaciones.

El "acuñamiento" de una de las nuevas siglas EIS (Executive Information Systems) surge precisamente de esta integración. El ejecutivo desea manejar la información con base en cuadros, diagramas, gráficas, etc. y poder "jugar" con ellos buscando conocer la respuesta a preguntas tales como "¿qué pasaría sí...?" y a todo lo que de allí se deriva. Pero hacerlo desde su propio escritorio y de una manera fácil y amigable.

Ya no está a la espera de grandes listados con tantos "datos" que esconden ellos mismos lo que el ejecutivo desea

como "información". El ejecutivo desea información concisa, tal como tradicionalmente se la ha solicitado a sus inmediatos colaboradores, pero con la diferencia de que ahora la puede obtener a través de una terminal, en el momento en que la necesita y simular situaciones con los datos que son reales para el problema que tiene entre manos.

Así que, contestando la pregunta que plantea el título del presente artículo, sí creo que los SIG y similares no han sido más que un juego de palabras. No obstante, también creo que a corto plazo los podremos ver como realidades en nuestras propias organizaciones.

Y esta circunstancia plantea un verdadero reto para los ingenieros de sistemas. Deberán pasar del procesamiento típico de datos al diseño de sistemas para el procesamiento de información. El ingeniero debe estar en condiciones de conceptualizar a la organización como un sistema y tratar de igual a igual con la alta gerencia las características funcionales que deberán tener los sistemas de información. El primero aportando su visión de sistemas y los segundos, con conocimiento de causa y experiencia empresarial, sugiriendo hasta dónde ir y dónde dejar "ramas" abiertas en el sistema como para continuar construyendo el Sistema de Información Gerencial.

# FENOMENOS ELECTRICOS IMPREVISTOS Y COMO PROTEGERSE CONTRA ELLOS

JAIME GRU UCHITEL

Ingeniero eléctrico, Universidad de California, Berkeley, 1958. Magister en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Columbia, Nueva York, 1964. Ex-Decano Facultad de Ingeniería Eléctrica, Univalle. Consultor en Electrónica Médica. Profesor de Electrónica en la Universidad del Valle y el ICESI. Director del Departamento de Ciencias Físicas y Tecnología, ICESI. Docente - Autor. Miembro de Asociaciones profesionales.

Hace unos quince años, en una ciudad importante de los Estados Unidos, una señora entró en la bañera de su lujosa residencia y desde allí decidió llamar telefónicamente a una de sus amigas. En el momento de marcar el número, sufrió un choque eléctrico que acabó infortunadamente con su existencia.

Por otro lado, se conoce el caso de un criminal condenado para ser ajusticiado en la silla eléctrica, quien soportó la descarga de unos miles de voltios aplicados entre su cabeza y manos y pies. La gente se pregunta entonces: ¿Qué es lo que mata: el voltaje o la corriente?

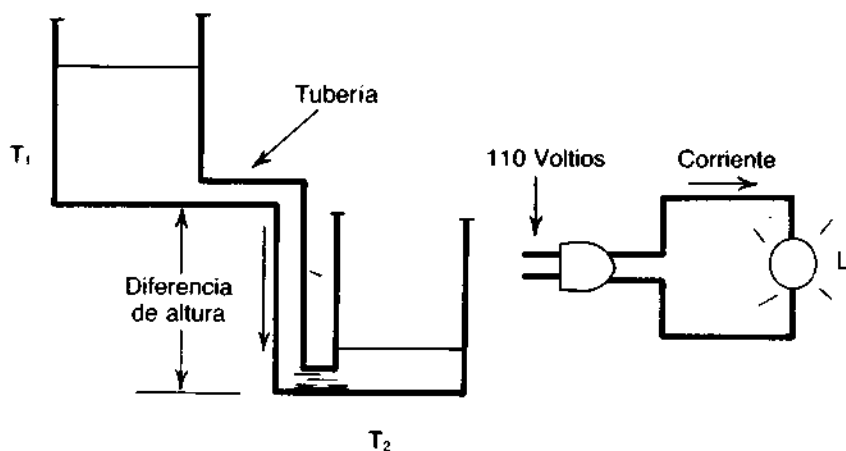
## REPASO DE ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS

Con el objeto de comprender con claridad este escrito, recordemos algunos

hechos fundamentales referentes a la electricidad. El voltaje es similar a la presión en un sistema hidráulico. En la Figura 1 se muestran dos tanques con agua a diferentes alturas. Se entiende que existe una diferencia de presión que hace que el agua circule desde  $T_1$  hacia  $T_2$ . En el caso eléctrico, se habla de diferencia de potencial o de voltaje, lo cual origina un flujo de carga eléctrica (electrones libres en los metales) por la lámpara L del dibujo, al enchufar el tomacorriente.

El voltaje en la mayoría de los "tomas" de Cali es de 110 voltios de corriente alterna, a diferencia de la corriente directa (unidireccional) que produce una pila de linterna de 1,5 voltios, o una batería para carro de 12 voltios. Entonces la denominación de "alterna" se debe a que la corriente cambia de dirección mu-

Figura 1.  
Sistemas hidráulico y eléctrico comparados



chas veces por segundo. La frecuencia de 60 ciclos por segundo (o hercios) se relaciona con estos cambios de dirección.

La cantidad de líquido que baja, por unidad de tiempo, del tanque  $T_1$  hacia el tanque  $T_2$  depende no sólo de la diferencia de presión, sino también de las características de la tubería: su grosor, si es lisa o tiene sinuosidades internas que presenten dificultad al flujo de la corriente; en otras palabras, la cantidad de líquido que baja por segundo depende también de la resistencia del circuito. Algo similar sucede en el caso eléctrico: mientras mayor sea la resistencia conectada en el circuito, menor será la corriente, de acuerdo con la famosa Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

En esta relación,  $I$  representa corriente (en amperios);  $V$  el voltaje (en voltios) y  $R$  la resistencia total del circuito (en ohmios).

Otra unidad importante en el trabajo eléctrico es el vatio. La corriente debe

efectuar un trabajo para vencer la resistencia del circuito. La fuente de voltaje provee la energía necesaria para ello y esta energía es igual al producto del voltaje por la corriente por el número de segundos en que esté circulando la misma. El vatio no es más que la cantidad de energía que entrega la fuente en cada segundo a un circuito con resistencias eléctricas o elementos de consumo.

$$P = V \times I \quad (2)$$

donde  $P$  es la potencia en vatios.

Combinando las ecuaciones (1) y (2), se obtiene:

$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R} \quad (3)$$

Esta última expresión se conoce con el nombre de "Ley de Joule". La energía eléctrica que entrega la fuente se convierte en energía luminosa, calor, trabajo mecánico, etc., según la naturaleza del dispositivo que se conecte en el circuito.

Válga la pena anotar que en corriente alterna, cuando la carga no es única-



mente de resistencias, la expresión (2) se modifica un poco. También debe aclararse que el consumo de energía que cancelamos a las Empresas Municipales se mide en una unidad híbrida denominada kilovatio-hora. Por ejemplo, una bombilla de 100 vatios que se use durante un total de 150 horas en el mes, consume:

$$\text{kilovatios-hora} = (0,100 \text{ kilovatios}) \times (150 \text{ horas}) = 15 \text{ kilovatios-hora en un mes}$$

Observe que 1 kilovatio es igual a 1000 vatios

Por la bombilla de 100 vatios circula una corriente igual a:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{100}{110} = 0,9 \text{ amperios (aprox.)}$$

y presenta una resistencia al paso de la corriente dada por (1):

$$R = \frac{V}{I} = \frac{110}{0,9} = 122 \text{ ohmios}$$

### EL CUERPO HUMANO Y SU RESISTENCIA ELECTRICA

Luego de este repaso, podremos tratar lo referente a los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano. La resistencia de este al paso de la corriente no se mantiene constante, a diferencia de las bombillas. Observemos que el cuerpo contiene líquidos con iones, moléculas simples y complejas que permiten el flujo de la corriente con menor o mayor dificultad, dependiendo de muchos factores difíciles de determinar y cuantificar con exactitud. Los principales son: 1) Área y naturaleza del contacto entre conductores externos y el cuerpo. 2) Distancia y recorrido de la corriente; 3) tipo de piel, condición de la misma y estado de sudoración; 4) Volumen, peso y área corporal del individuo; 5) Concentración de elementos conductores de corriente en el organismo; 6) Humedad y temperatura ambiente.

Valores típicos de resistencia medida entre las dos manos, se encuentran en-

tre unos 5.000 a 10.000 ohmios por el lado bajo y por el alto puede llegar a 100.000 ó más ohmios, a 20 grados centígrados y 50% de humedad ambiente. Los valores menores corresponden a niñas con pieles delicadas; mientras que los mayores se registran entre obreros con manos callosas, apergaminadas y secas. Es importante anotar que estos registros corresponden a manos sin raspaduras, fisuras, etc., ya que cualquier escoriación o herida puede reducir grandemente la resistencia al paso de la corriente.

El impedimento (o impedancia) que ofrece el cuerpo a la circulación eléctrica, se simula como si se tuviera un núcleo compuesto por tejidos y electrolitos que presentan una resistencia total de unos 500 ohmios y la piel, cuya resistencia fluctúa entre unos 1.000 y 100.000 ohmios o más.

### EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN ADULTOS

Es apenas obvio que los estudios sobre los efectos de la corriente en seres humanos se hayan hecho con voluntarios, para corrientes no letales; y apelando a datos que han podido recogerse, en casos de electrocutados accidentales por corrientes elevadas. El bulto de las investigaciones proviene de experimentos efectuados con animales, para fijar rangos de corrientes que afectan al corazón, sistema nervioso y muscular. Se ha hallado, como era de esperarse, que la magnitud de la corriente que circula por el cuerpo determina la severidad del choque.

El corazón es el órgano más susceptible a daño con corrientes muy bajas. Los movimientos normales de contracción y expansión de las fibras musculares del corazón que ocasionan la circulación de la sangre, se deben a impulsos eléctricos que se originan en el denominado nódulo sinoauricular, situado en la aurícula derecha y se propagan al resto del corazón. Una corriente alterna de magnitud tan pequeña como 100 microam-

perios (millonésimas de amperio) que circule por el miocardio en un determinado instante del ciclo cardíaco, puede impedir el subsecuente bombeo normal de la sangre. El efecto producido se denomina "fibrilación ventricular" y se manifiesta como una especie de aleteo sin el ritmo normal del corazón. De no tener asistencia apropiada e inmediata, siempre y cuando los daños no hayan sido irreversibles, se produce la muerte de la persona por falta de oxigenación de órganos vitales como el cerebro. La susceptibilidad de un individuo a la fibrilación ventricular en el caso de corrientes alternas, depende principalmente de los siguientes factores:

1) Voltaje; 2) resistencia eléctrica del cuerpo; 3) frecuencia de la corriente aplicada (60 Herzios en Cali); 4) trayectoria de la corriente por el organismo; 5) instante del ciclo cardíaco en el cual ocurre la descarga; 6) duración de la descarga; 7) estado general de salud. Otros factores que intervienen, según estudios realizados, incluyen los siguientes: heridas, enfermedad del miocardio, reducción del oxígeno, consumo de determinadas drogas, estado psicológico, etc.

La tabla que se presenta a continuación, resume los efectos de la corriente alterna de 60 Herzios, según la intensidad que circula por un cuerpo humano promedio. Son resultados estadísticos obtenidos por varios investigadores, entre ellos C.F. Dalziel de la Universidad de California.

Menos de 1 miliamperio  
(un milésimo de amperio):  
efecto imperceptible  
Umbral de percepción:  
alrededor de 1 miliamperio.  
Máxima corriente que no produce  
daño: 5 miliamperios  
Máxima corriente que permite  
soltar voluntariamente  
el conductor:  
10 a 15 miliamperios  
Corrientes que producen dolor  
y posible parálisis respiratoria:  
a partir de unos 20 miliamperios.

Corrientes externas que producen  
fibrilación ventricular en forma  
prácticamente segura:  
100 a 300 miliamperios.  
Corrientes que producen  
quemaduras serias:  
a partir de 2 amperios.

Un ejemplo simple permite apreciar qué puede sucederle a una persona que recibe una descarga entre las dos manos al tocar la línea residencial de 110 voltios, suponiendo que en ese momento ofrece una resistencia de 20.000 ohmios. Aplicando la Ley de Ohm (exp. 1):

$$I = \frac{110 \text{ Voltios}}{20.000 \text{ ohmios}} =$$

$5,5 \times 10^{-3}$  Amperios = 5,5 miliamperios

Es decir, esta persona tendrá una experiencia bastante desagradable, por lo menos. Si las manos están húmedas, la corriente alcanza niveles de gran peligro.

Es importante dejar establecido que la resistencia eléctrica del organismo varía grandemente no sólo cuando se comparan diversas personas, sino también en un mismo individuo, ya que la resistencia depende de numerosos factores tanto internos como externos. Se ha comprobado, en forma experimental, que se requieren valores mayores de corrientes directas (o continuas) que de corrientes alternas, para producir efectos similares. La máxima sensibilidad del cuerpo coincide, ¡desgraciadamente!, con corrientes que cambian de dirección 120 veces por segundo (frecuencia de 60 herzios).

## PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE CHOQUE ELECTRICO

1. Proceder a desconectar de inmediato el aparato, en caso de que la persona no haya soltado el conductor.
2. Tener el mayor cuidado si el individuo entró en contacto con un cable de alta tensión en la calle (alambre caído, por ejemplo). Utilizar una varilla fuerte de plástico o un palo largo

de madera seca para separar el cable. ¡Evite que sea más de una la víctima, pero preste su ayuda de ser ello posible!

3. Si la persona está respirando pero sin sentido, colocarla acostada sobre un lado del cuerpo, luego de aflojar las ropas que cubren el tórax. Iniciar maniobras de reanimación.
4. En caso de dificultad o parálisis respiratoria, aplicar con la mayor prontitud respiración boca a boca. Llamar de inmediato ayuda médica.
5. En caso de extrema debilidad en el pulso, la situación es gravísima. Se requiere atención médica urgente. Mientras ésta se consigue, comenzar masaje cardíaco extracorpóreo y respiración boca a boca. No suspender estas maniobras hasta cuando llegue atención médica, aun cuando el individuo no dé señales aparentes de vida.
6. En general, debe evitarse el enfriamiento de la persona y procurar que tenga buena ventilación. Si la corriente ha producido quemaduras visibles, lavarlas con agua fría y limpia

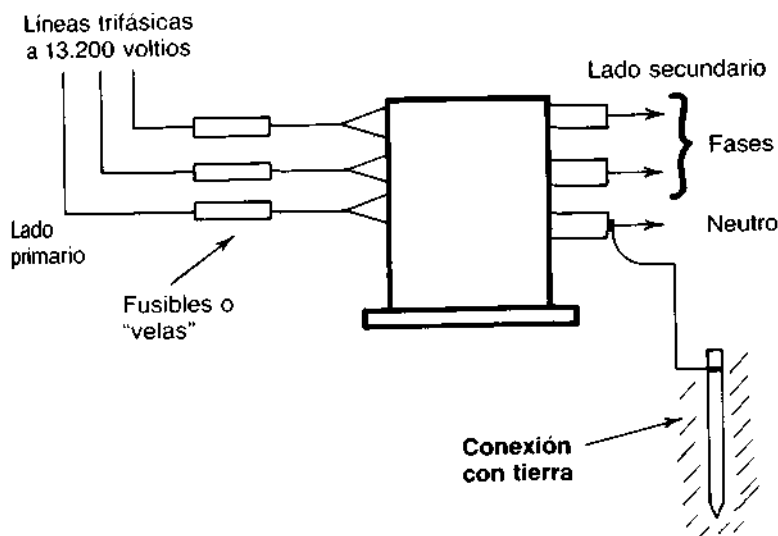
y no cubrir las con pomadas, vendas, etc., mientras se busca atención profesional adecuada.

### IMPORTANCIA DE INSTALACIONES ELECTRICAS CONFIABLES

A pesar del mayor peligro que ofrece la corriente alterna en comparación con la directa, se ha impuesto a esta última por las facilidades que ofrece en cuanto a producción, transmisión, utilización y economía. Cuando se requiere corriente directa, como en el interior de las computadoras, la alterna se "rectifica" en circuitos baratos y sencillos.

En general, las plantas productoras de electricidad se hallan donde existen embalses como Calima, Alto Anchicayá, etc. Para transmitir la energía hacia las ciudades y para reducir pérdidas; se construyen líneas a tensiones de 115.000, 220.000 y 500.000 voltios, sostenidas por torres con grandes aisladores y pararrayos. Cerca de las ciudades, existen estaciones reductoras de voltaje, de tal manera que en nuestras calles se observan las denominadas "líneas primarias" que se ven como tres

Figura 2.  
Transformador de distribución domiciliaria



conductores horizontales o *fases*, con 13,200 voltios entre cualesquiera dos de ellos. Esto se denomina distribución trifásica.

Puesto que en las residencias y muchos edificios prácticamente todos los aparatos e impiementos funcionan con 110 ó 220 voltios, se observan transformadores en los postes de energía o en instalaciones subterráneas o a nivel del piso, que se encargan de la reducción de voltaje a los niveles domiciliarios requeridos.

En las residencias se emplea comúnmente la denominada "instalación trifilar", que no debe confundirse con trifásica.

Trifilar significa tres hilos; trifásica, tres fases. En una instalación trifilar típica, se encuentran dos líneas mal llamadas "fases" y una tercera denominada neutro. La tensión entre fases es de 220 voltios, y entre una cualquiera de las fases y neutro, de 110 voltios.

El neutro es el conductor que provee el retorno de la corriente hacia el transformador, luego de que ésta circula por los diferentes dispositivos o aparatos de consumo. El neutro se conecta con tierra con varios propósitos: a) evitar que en caso de falla interna en el transformador de distribución, aparezcan en el lado secundario (residencial) tensiones tan altas como existen en el primario; b) en caso de rayos o de sobretensiones instantáneas severas, proporcionarles un retorno fácil; c) enviar a tierra tensiones indeseables inducidas por la corriente eléctrica en diferentes partes de la instalación.

Nunca deben pasarse por alto las conexiones con tierra de la mayoría de los electrodomésticos y menos las de computadoras y otros aparatos empleados en el procesamiento de la información. Los tomacorrientes modernos son polarizados; es decir, traen una ranura más ancha que la otra y a ella debe conectarse el alambre neutro de la instalación. Además, tienen una entrada en forma de medialuna para acomodar la pata redonda

de los enchufes. A esta pata redonda llega un alambre que hace conexión con la carcasa, chasis o cubierta de los electrodomésticos. En todo tomacorriente aparece por lo menos una fase y el neutro. Cuando se toca la fase, estando con los pies descalzos o con zapatos húmedos, se recibirá una descarga que puede ser seria, ya que la corriente retornará a tierra a través del cuerpo del individuo.

En las Figuras 3a y 3b, se compara una instalación insegura con otra que protege al usuario.

De un análisis cuidadoso de ambas figuras, se deduce que por ningún motivo debe evitarse el uso de la clavija o enchufe con pata redonda, colocando adaptadores de 3 a 2 patas.

En cuanto a la toma de tierra: mientras menor sea la resistencia eléctrica entre la clavija redonda y el neutro de la instalación, mucho mejor. Valores aceptables pueden llegar hasta unos 5 ohmios como máximo. El voltaje entre esta clavija y neutro, debe ser inferior a los 2 voltios. Para una buena conexión a tierra, se emplean varillas denominadas "copperweld", que se fabrican en hierro y se recubren con cobre o una aleación conductora y resistente a la corrosión. La varilla mide más o menos 1,80 metros y tiene un grosor de casi una pulgada. Se entierra verticalmente, dejando un margen de unos cuantos centímetros por encima de tierra para hacer la conexión con un alambre de cobre cuyo calibre depende de la corriente que tomen los aparatos servidos por la tierra. En todo caso, el calibre mínimo corresponde a un alambre número 14. La conexión entre el alambre y la varilla debe ser firme y segura.

Con el objeto de garantizar una excelente conducción a tierra, se debe verter alrededor de la varilla y con cierta periodicidad, una solución de una media libra de sal de cocina o de sulfato cúprico por cada 2 ó 3 litros de agua. La distancia entre los aparatos que se conectan a tierra y ésta debe ser la menor posible

Figura 3A.

En una instalación residencial insegura, una falla interna del aparato puede ocasionar una fuga de corriente desde la fase o conductor "vivo" y su retorno hacia el neutro a través del cuerpo del usuario y de tierra.

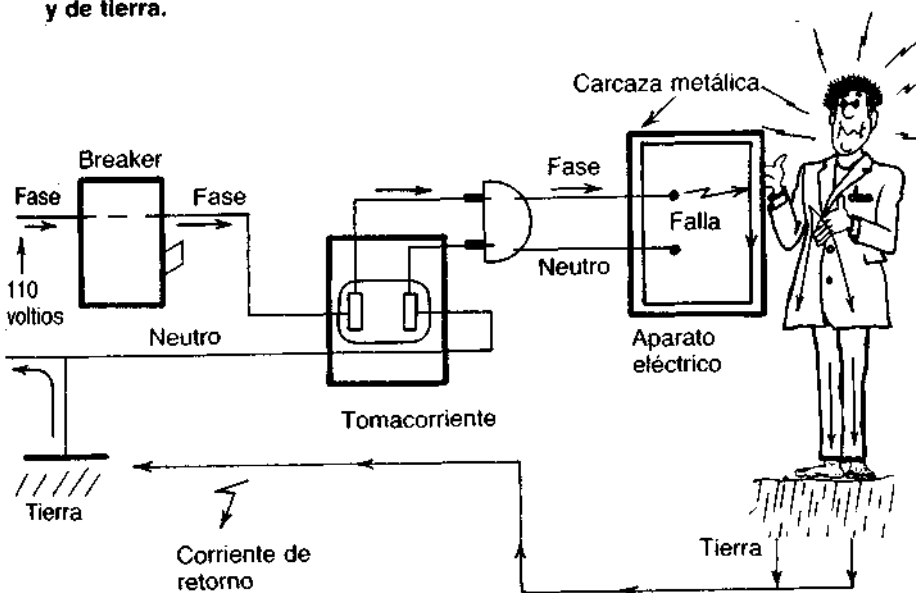
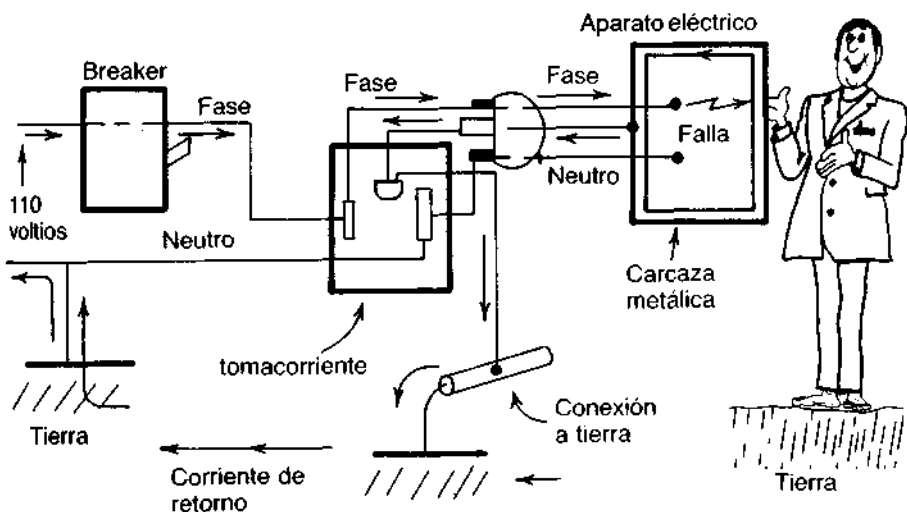


Figura 3B.

En una instalación bien protegida, en caso de falla interna en el aparato eléctrico, la corriente retorna a tierra por la clavija redonda y no a través del cuerpo del usuario, quien queda protegido.



(la resistencia a tierra aumenta con la longitud de la instalación).

Cuando el terreno es rocoso o arcilloso, o cuando se desea reducir la resistencia a tierra, pueden usarse tres o más varillas, conectadas entre sí y en configuración de triángulo equilátero o de cuadrado, etc. y separadas por distancias de 1 a 1,50 metros.

Dejando un poco el problema crucial de la seguridad de los usuarios, puede afirmarse que la conexión a tierra es algo *imprescindible* en toda instalación de cómputo. No es de extrañar el mal funcionamiento de las máquinas, la presencia de ruidos e interferencias y la susceptibilidad a daños graves en las memorias de los aparatos en presencia de ligeras tormentas eléctricas o inducciones debidas a motores y otros aparatos eléctricos de la edificación.

En toda instalación eléctrica se generan sobretensiones o picos de voltaje de corta duración, ocasionados por la conexión y desconexión de diferentes aparatos, especialmente de aquellos que tienen motores eléctricos. Por ello se requiere siempre el empleo de cortapicos o de filtros de línea. Además de éstos, las computadoras exigen el empleo de reguladores electrónicos de voltaje, para mantener la alimentación prácticamente constante en un valor de 110 voltios, a pesar de las fluctuaciones en la tensión de línea.

Existen estabilizadores llamados "automáticos" que no son electrónicos y que no deben emplearse en instalaciones de cómputo, puesto que son un poco lentos en el ajuste del voltaje. Se requieren los de respuesta rápida o sea los llamados "electrónicos".

La necesidad de estabilizar el voltaje puede apreciarse del hecho que en Cali no es raro registrar tensiones tan altas como 130 voltios en ciertas horas de la noche y en fines de semana, cuando el consumo de energía baja en la ciudad; y a veces se miden 90 voltios en línea en las horas "pico" o de alto consumo.

Estas fluctuaciones son perjudiciales para los circuitos de las computadoras.

Las unidades denominadas UPS (fuentes de alimentación que no se interrumpen), convierten la corriente directa de un banco de baterías en alterna a 110 voltios y mantienen el suministro de energía durante cierto período en caso de falla total en la red. Se trata de aparatos relativamente costosos que se justifican en sectores con apagones frecuentes o donde son muy perjudiciales las suspensiones imprevistas en el procesamiento de trabajos.

### PRECAUCIONES EN EL USO DE LA ELECTRICIDAD

Cuando se trabaje con dispositivos eléctricos, es importante recordar algunas precauciones generales:

- 1) Asegurarse de que los cables, tomacorrientes y enchufes estén en buen estado: sin cortes, remiendos o partes flojas o sueltas.
- 2) No abrir ni trabajar en el interior de aparatos mientras se encuentren conectados, a menos que usted sea un verdadero experto. No olvide que en el interior de monitores de color se encuentran tensiones del orden de 28.000 voltios.
- 3) No trabaje descalzo ni con manos húmedas y absténgase de tener vasos o botellas con líquidos en las mesas cerca de los aparatos eléctricos. Los líquidos pueden conducir la corriente y en caso de un derrame accidental, hacer contacto con tensiones altas con inminente peligro para el usuario.
- 4) Cuando maneje equipos eléctricos o electrónicos que tengan partes conductoras, es conveniente quitarse anillos, relojes y pulseras metálicas.
- 5) No confíe en gente empírica para que efectúe sus instalaciones. Asegúrese de que sean personas entrenadas, con buenos conocimientos y experiencia.

- 6) Haga revisar con alguna frecuencia sus instalaciones y aparatos. Reemplace o repare inmediatamente todo dispositivo que presente alguna falla. Sea especialmente cuidadoso con estufas, neveras y otros electrodomésticos a los que les sienta cierto "cosquilleo" al tocarlos.
- 7) Los circuitos eléctricos no deben sobrecargarse. No enchufar estufas, planchas o aparatos de alto consumo en tomacorrientes de alcobas, salas, etc. Mire los vatios en una plaquita que trae la mayoría de los aparatos por debajo o en la parte trasera. Aquellos que requieran 1.000 ó más vatios, deben tener instalación propia. Es un error gravísimo cambiar los breakers o tacos por otros de mayor amperaje al que tenían los anteriores, puesto que ello conduce al calentamiento de los conductores y la posibilidad de su deterioro con riesgo de cortocircuitos e incendios. Cuando un breaker se dispara es porque hay sobrecarga en el circuito que él protege, o hay un corto en algún dispositivo o equipo.
- 8) Evite conectar y usar radios, teléfonos y otros implementos que puedan ofrecer peligro en lugares con altos niveles de humedad y buena conductividad como cuartos de baño.
- 9) Nunca desconecte aparatos halando el cordón. Sujete bien el enchufe, mirando antes que no existan alambres descubiertos.

Las siguientes recomendaciones deben tenerse en cuenta en caso de tormentas eléctricas:

- 1) Desenchufe todos los aparatos electrónicos: televisores, betamax, computadores, juegos, equipos de sonido mientras dure la tempestad, con el objeto de protegerlos contra posibles daños ocasionados por sobretensiones que entran por las líneas de energía.
- 2) No utilice el teléfono.
- 3) Evite tocar marcos metálicos de puertas, ventanas y en general, todo implemento metálico que haga parte de la estructura de la edificación.
- 4) No guarecerse debajo de los árboles, ramadas, casitas de madera y alejarse de las líneas de alta tensión y postes de energía.
- 5) Si está en lugares abiertos, evite ser la parte "alta" de los mismos. Busque hondonadas o tiéndase horizontalmente. Los rayos buscan el camino más fácil; caen sobre objetos o partes altas, en aristas y cosas agudas.
- 6) El interior de un automóvil ofrece menos peligro que el exterior. Sin embargo, tiene riesgo bajarse del carro luego de una descarga atmosférica sobre el mismo, por la posibilidad de haber almacenado electricidad estática con respecto a tierra. En tal caso, alguien de afuera debe remover esa energía mediante un alambre u objeto metálico conectándolo primero a tierra por un extremo y luego por el otro a la carrocería.
- 7) Es falsa la creencia de que el rayo no cae dos veces en el mismo lugar. Se sabe que antes de producirse la descarga, el aire se ioniza formando una especie de camino que permite el paso fácil de la chispa. Mucha gente ha reportado haber sentido que sus vellos y pelo se erizan durante una tormenta, especialmente cuando no está lloviendo o no hay una humedad elevada en el ambiente; este fenómeno se debe precisamente a la presencia de tensiones atmosféricas altas, que ocasionan la existencia de iones o cargas eléctricas en el aire y señalan la inminencia de rayos.
- 8) No sobra recomendar la instalación de pararrayos en edificios y en residencias campestres situadas en lugares expuestos.

La electricidad ha demostrado ampliamente ser la forma de energía más eficiente, fácil de usar y que no produce

contaminación al no dejar residuos, al contrario de las energías térmica, mecánica, química o nuclear. Tiene además menos riesgos que las otras clases, como lo demuestran las estadísticas. Sin embargo debemos estar siempre prevenidos y no pecar por exceso de confianza. Sólo así podremos disfrutar sin contratiempos de sus grandes y múltiples beneficios.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Abbot & Smith, *National Electrical Code Handbook*, Novena edición, McGraw-Hill Book Company, New York.
2. Agudelo, Luis J. *Curso abreviado sobre instalaciones eléctricas, interiores, motores e iluminación*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá, 1983.
3. Bahill, A.T., *Bioengineering: Biomedical, Medical and Clinical Engineering*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1981.
4. Dalziel, C.F. and Lee, W.R., *Lethal Electric Currents*, IEEE Spectrum, Feb. 1969.
5. Educar Cultural Recreativa, *Enciclopedia Familiar de la Salud*, tomo 11, Bogotá, 1984.
6. Webster, John G. (editor), *Medical Instrumentation: application and Design*, Houghton Mifflin Company, Boston, 1978.



# LA ULTIMA LECCION

ALFONSO OCAMPO LONDOÑO  
Rector

Discurso de grados del ICESI.  
Decimotercera Promoción.  
Cali, julio 28 de 1990

Con gran alegría mezclada de cierta tristeza venimos hoy a otorgar y dar la despedida de este querido claustro a los estudiantes que han completado sus estudios y a quienes el ICESI los acredita para ejercer su profesión de Administradores de Empresa, de Ingenieros de Sistemas y las especialidades de postgrado en Gerencia de Sistemas de Información, Gerencia de Empresas Comerciales, Administración Agroindustrial y especialización en Mercadeo en convenio con la Universidad EAFIT. Son 152 graduados de los cuales la Institución se siente orgullosa y segura de que van a cumplir con la sociedad y consigo mismos.

Aunque a todos los estimamos por igual queremos relieves hoy la graduación de la primera promoción de Gerencia de Empresas Comerciales, especialidad que se ofrece por primera vez en el país y únicamente en el ICESI de Cali y cuyo curriculum fue desarrollado conjuntamente con los comerciantes y con su Federación, a la cual queremos rendir nuestro reconocimiento por la ayuda prestada y su permanente asesoría. A sus Directivas y al Director y orientador del programa, doctor José Mejía, hoy

presentes en esta histórica fecha para el gremio de comerciantes y para el ICESI, nuestra más sincera gratitud. Así mismo, quiero, como lo hice al anunciar el programa, dedicar este esfuerzo a mi padre, el doctor José Manuel Ocampo, fundador de la Federación de Comerciantes en esta región y cuya memoria me alentó para su organización.

Este programa de postgrado en Comercio y el de Administración Agroindustrial cuya segunda promoción se gradúa también hoy, y los de Negocios Internacionales cuya primera promoción se graduó a comienzos del año, son los únicos programas en su género que se dictan en Colombia, siendo el ICESI el pionero en estas disciplinas, algunas de las cuales ya nos están siendo solicitadas por otras universidades y ya se firmó el primer convenio con la Universidad del Norte en Barranquilla para iniciar el de Gerencia de Empresas Comerciales, y sólo falta la fase final de aprobación del ICFES para iniciar labores.

Llegamos hoy a la decimotercera promoción de Administradores de Empresa y a la cuarta de Ingeniería de Sistemas. Todas han pasado ya por su práctica

profesional con gran éxito. Así mismo lo han tenido las del programa de postgrado en Gerencia de Sistemas de Información que ya llega hoy a su quinta promoción y ya abrió un nuevo ciclo de estudios.

Con esta promoción el ICESI está demostrando la labor cumplida en beneficio de sus estudiantes de pre y postgrado que ya suman un total de 860 graduados en sólo once años de iniciación de labores, siguiendo el credo que le dieron sus fundadores, los empresarios de la región: dar una formación de excelencia en el área de la Administración y afines, propender por el desarrollo del sistema democrático como el mejor para el país y la defensa de la libre empresa y del derecho de propiedad privada como base fundamental de dicho sistema político basado en las libertades colectivas e individuales que deben gozar todas las personas.

Deseo aquí resaltar la labor de los estudiantes de Administración y de Ingeniería de Sistemas que de acuerdo con los reglamentos se han hecho acreedores a las Menciones de Honor por haber sacado los más altos promedios en toda su carrera. Son ellos: en el grado Magna Cum Laude, es decir, que han tenido a lo largo de su carrera un promedio de calificación entre 4.50 y 4.75, Marcela Astudillo Palomino y Alvaro Pachón de la Cruz. Y grados Cum Laude, con un promedio de calificaciones entre 4.25 y 4.50, Claudia Arango Zamorano, Adriana Orozco Londoño, Yolanda Payán de Rojas, María José Arango Caicedo, Diana Sarria Restrepo y María Eugenia Vélez Vélez. Nuestra felicitación y admiración especiales para todos ellos.

También como una manifestación especial deseamos hoy iniciar la tradición de manifestar en público nuestra admiración y gratitud a los profesores que los estudiantes de las carreras profesionales han escogido como los mejores y nombrado como sus padrinos de grado. Ellos son: el doctor Jaime Grú en Ingeniería de Sistemas, el doctor Alberto Gómez en el plan nocturno de Adminis-

tración y el doctor José Hernando Bahamón en la Especialización en Gerencia de Sistemas de Información. Nuestro voto de agradecimiento y admiración por la tarea docente reconocida por sus propios alumnos. Ellos son ejemplo para todos nosotros.

La comunidad ha correspondido con generosidad a nuestros esfuerzos y la ha acogido y colocado en un puesto de preeminencia. Hemos tenido una gran ayuda de la comunidad empresarial que no solamente fue la fundadora de la entidad, sino que sigue colaborando con su entusiasmo en su labor a través de su Consejo Superior y Junta Directiva formada en su totalidad por empresarios de la región, ha abierto las empresas para que hagan en ella su práctica profesional y después los acoge como sus empleados y directivos.

Esta obra arquitectónica se les debe casi en su totalidad a ellos que con su generosa contribución la hicieron posible.

Seguimos progresando cada día y en este año estamos haciendo una gran inversión en los más modernos equipos de cómputo, con lo cual duplicamos los que tenemos. Así mismo, debido a que ya hemos copado las instalaciones físicas estamos iniciando un nuevo edificio de diez aulas y laboratorios que esperamos concluir a fin del año. Todo ha sido posible gracias a la ayuda que hemos recibido de la sociedad y a la acogida de ustedes, padres de familia, que confían que podemos ofrecer a sus hijos la mejor educación posible y que después van a tener un porvenir exitoso y seguro.

Estamos ya viviendo en la era del conocimiento, en la de la sociedad ilustrada en la cual "los conocimientos se han convertido en el verdadero capital y en el principal recurso para la producción de riqueza". (P. Drucker). La sociedad actual es una de aprendizaje continuo en la que cada día se requiere mayor sabiduría y por lo tanto la principal cualidad de un profesional y de toda persona es la de aprender a aprender. Cada día se exige más; aun a los obreros que

se están también convirtiendo en trabajadores ilustrados y según la expresión de Frederick Taylor dejaron de "trabajar más duro" para "trabajar con más inteligencia".

Cada día la administración cobra más fuerza y se va imponiendo como una nueva función social, pero toda organización se tiene que mantener al día en el conocimiento e innovaciones. Si no administra bien fracasa y si no innova se deteriora. La Administración, según la mayor autoridad docente de la profesión, (P. Drucker) tiene como tarea fundamental: "obtener de la gente un rendimiento conjunto mediante metas comunes, valores comunes, estructura adecuada y el entrenamiento y desarrollo que necesitan para desempeñarse y responder al cambio". Es, pues, una tarea que tiene que ver principalmente con seres humanos y su misión es capacitarlos para una acción conjunta. Sin metas comunes y valores compartidos no hay empresa, sino una multitud y toda empresa se tiene que convertir en una institución de enseñanza". Como muy bien lo dijo en unas conferencias magistrales el doctor David Lillienthal, el consejero de nuestra C.V.C., la administración es primordialmente un arte humanístico.

"Tenemos que tener el concepto de que la educación es un proceso sin fin y el aprendizaje un viaje continuo sin retorno. Uno no sale de la Universidad nunca, porque tiene que estar regresando siempre a ella. El aprendizaje es la capacidad del hombre para anticiparse al futuro, para resolver situaciones nuevas, para arriesgarse a pensar, para seguir aprendiendo". (M. Escotet).

La verdadera tarea de la Universidad y de la educación en general, debe ser ayudar a la persona a pensar, enseñarle a aprender, a inculcarle un amor profundo, a conocer, a saber dónde buscar la información, a tener la conciencia de su misión social con la comunidad. La educación y en especial la Universidad deben formar hombres y mujeres completos que cumplan con su misión: perso-

nal, material, cultural y espiritual en la vida, para lo cual tienen que perfeccionarse todos los días, cada día, mediante una educación o mejor, una formación permanente. "No hay una etapa para estudiar y otra para actuar. Aprender y actuar forman parte de un proceso existencial que se inicia en el nacimiento y termina con la muerte del individuo". (M. Escotet). Se tiene que capacitar a la persona para aprender, reaprender y desaprender, esta es una tarea de toda la vida y no solamente de los años escolares.

Los conocimientos se están renovando y aumentando todos los días y se cree hoy que casi todos se duplican en diez años y algunos, como en la electrónica y computación, en menor tiempo. Esta rapidez la ilustra muy bien el gran humanista venezolano Arturo Uslar Pietri interpretando el bello cuento *Alicia en el país de las maravillas*. Hay un personaje en dicho cuento que es la Reina Roja que invita a Alicia a correr y a correr, cada vez más desesperadamente, y Alicia se da cuenta de que están en el mismo sitio, que no han avanzado. Alicia, exhausta de esta carrera, le comenta a la Reina: "Pero qué cosa tan curiosa, hemos corrido tanto y no hemos avanzado". "Ah, —le dice la Reina—, este país es muy rápido, aquí hay que correr mucho para estar siempre en el mismo lugar". El país suyo a lo mejor es un país muy lento, en el que uno corre y avanza. Esa es la realidad de la educación, del mundo del conocimiento. Hay que estar en una carrera permanente para estar en el mismo lugar, porque si uno deja de correr empieza a quedarse atrás. Para avanzar, habría, como dice la Reina Roja, que correr siempre y no parar nunca (citado por M. Escotet).

Esto es lo que nos está pasando en este país, que no estamos haciendo el esfuerzo especial de avanzar en todos los campos para que pueda progresar como el resto del mundo desarrollado. No es que tengamos una población menos inteligente, pero sí creo que nos faltan no sólo más ganas de trabajar

sino mayor organización y mejor administración.

He querido dejarles en esta última lección la enseñanza de aprender continuamente y sin descanso para que no sólo se pueda tener éxito en la vida sino para que progrese nuestro país y les dé bienestar a sus gentes.

Estoy seguro de que tendrán un gran éxito en sus vidas profesionales y personales y confío que lleven el sello del estudiante ICESI toda la vida y actúen de acuerdo con sus principios y credo. Sólo me queda pedir a Dios, que siempre ha ayudado a esta casa, que los acompañe.

Deseamos destacar hoy la presencia entre nosotros de un amigo dilecto de esta casa, el doctor Manuel Francisco Becerra, ex- ministro de Educación Nacional, hoy elegido como Contralor de la República y quien fue testigo de la inauguración de esta casa de educación. Esperamos de él una muy fructífera y exitosa labor en una de las dependencias más importantes de la nación y que requiere de un conocimiento, honorabilidad e independencia especiales, cualidades que posee en alto grado nuestro coterráneo. Nuestras felicitaciones más sinceras por este honor tan merecido y los mejores deseos por sus éxitos. La comarca se siente orgullosa de usted.

Atraviesa Colombia por una situación difícil en todos los órdenes, especialmente en los campos de orden público y económico, lo cual ha repercutido en el nivel socioeconómico de toda la población. Hemos dado al mundo una lección de gran entereza en la lucha contra el narcoterrorismo y hemos borrado la infame mancha que teníamos de complacencia con los criminales, sin que ello se haya traducido en una verdadera ayuda de los otros países que tienen más culpabilidad que nosotros, pero que espero que con una mejor visión de los mismos y con las negociaciones de este, pero especialmente del próximo gobierno, puedan llegar en mayor volumen y mejor comprensión de que

estamos luchando no sólo por lo que estamos sufriendo sino por preservar a todo el mundo del problema de las drogas estimulantes.

Estamos esperando con ansiedad el nuevo gobierno en el que fincamos nuestras esperanzas. Tuvimos el gran gusto de que el doctor César Gaviria visitara esta Universidad y desde este mismo sitio se dirigió a los estudiantes con gran propiedad. Hemos visto cómo está preparando su gobierno en una forma seria y sin pasiones partidistas, dando la impresión de que será un gobierno para todos los colombianos. Lo va a dirigir un joven mandatario, el más joven de la historia colombiana y por lo tanto sin las ataduras que tienen los viejos políticos. Confiamos que haga un buen gobierno y todos los buenos colombianos lo debemos apoyar para que el país salga de la encrucijada en que está. A todos nos va bien si hay un buen gobierno y por lo tanto debemos colaborar haciendo todos bien nuestra tarea para que la suma de todas ellas promocióne al país debidamente.

Siguiendo la tradición de invitar a los grados del ICESI a las personas más importantes de la nación y que tienen una tarea de gran importancia, le hemos pedido al doctor Luis Fernando Jaramillo, una de las personas más allegadas al nuevo gobernante y que ha sido uno de sus primeros y más firmes puntales, que venga a darnos la última lección del claustro en unión del Rector de la Institución.

El doctor Luis Fernando Jaramillo Correa es ingeniero de la Escuela de Minas de Medellín, parte de la Universidad Nacional, que tantos hombres importantes ha dado a la patria y que ha probado lo que una buena formación puede producir. Es además graduado en la Universidad de Londres, en la famosa London School of Economics. Ha ocupado importantes puestos en la ANDI, INCORA, AVIANCA, compañías de construcción, Empresa de Teléfonos de Bogotá; consultor independiente, Gerente Administrativo del Banco Interamericano de De-

sarrollo, BID, donde tuve la suerte de conocerlo, ser su amigo y admirar su labor. Volvió al país como ministro de Obras Públicas y Transporte y además fue ministro encargado de Desarrollo y de Minas y Energía y es miembro de numerosas juntas directivas. Actualmente es uno de los miembros más importantes del equipo del Presidente César Gaviria Trujillo y su más importante consejero.

Queremos felicitarlo muy efusivamente por la merecida designación que se le ha hecho como futuro ministro de Relaciones Exteriores y no dudamos que hará una labor de gran trascendencia para el país en uno de los momentos más importantes de la vida nacional, por las perspectivas de la apertura a la cual

se tiene que enfrentar el país, dentro de la tendencia de la globalización de la economía y la interdependencia de las naciones. Le deseamos especiales éxitos en su misión para bien de Colombia.

Nuestra especial gratitud por haber aceptado esta invitación de una Institución que quiere sobresalir en el mundo educativo y empresarial. Estos agradecimientos los doy en nombre de nuestro Consejo Superior y Junta Directiva, directivos académicos, profesores, alumnos y en especial de los graduados de hoy.

Bienvenidos sean usted y su dignísima esposa doña Gladys Corredor y sus hijos. Doctor Jaramillo, tiene usted la palabra.

## **PALABRAS DEL DOCTOR LUIS FERNANDO JARAMILLO CORREA**

En la ceremonia de graduación del ICESI.

Doctor Alfonso Ocampo Londoño, Rector de la Universidad; señor doctor Manuel Francisco Becerra, Contralor General de la República; señores miembros del Consejo Superior y Junta Directiva del ICESI; señores Decanos y Directores de Especializaciones; señores profesores; promoción de graduados de 1990; señores alumnos, señoras y señores.

Hace 30 años, aproximadamente por esta época, asistía yo a una ceremonia similar, en la graduación de Ingeniero Civil de la Escuela de Minas de Medellín. Colombia salía de una de sus épocas más violentas, inclusive mucho más violenta que la que nos ha tocado vivir en los últimos años. La violencia generalizada había recorrido campos y ciudades, se estimaban en cerca de 200 mil las muertes que habían ocurrido en la década de los cincuenta y gracias a la sabia dirección de un grupo de colombianos se pactó una tregua entre los partidos políticos y se inició un proceso de reconstrucción del país. Hoy también ustedes encuentran un país lleno de violencia, con mil dificultades y mil problemas, pero con la decisión de todos sus dirigentes de poder superar estos problemas que están aquejando hoy tam-

bién a Colombia. En aquella época, Colombia inició un proceso de crecimiento de su economía, que la ha señalado como la única de las democracias de América Latina que ha crecido sin haber tenido un solo año de decrecimiento en su economía durante los últimos 30 años. Es el único país que ha mostrado tasas positivas de crecimiento continuamente durante las tres últimas décadas; como cosa excepcional en el continente, el manejo de su economía ha sido ortodoxo, ha sido mesurado, ha sido inteligente, sin excesos, sin haber producido traumatismos ni daño, de modo que Colombia ha avanzado definitivamente en el proceso de desarrollo económico y en el proceso de creación de bienestar para todos sus hijos.

Por esa época también se inició el proceso de planeación en Colombia, proceso que le ha permitido ordenar mucho mejor sus metas y ordenar mucho mejor los objetivos básicos de su economía y de su desarrollo social. Sin embargo, Colombia necesita precisar con mucho mayor énfasis cuáles son aquellas áreas de ventajas comparativas donde debe desarrollar estas mismas para poder impulsar mejor todos sus esfuerzos; debe determinar metas con precisión y

claridad hacia el futuro, de modo que cada cuatrienio no tengamos cambios bruscos y fundamentales en la orientación del Estado, con pérdida enormemente grande en los esfuerzos en el desarrollo económico, y podamos continuar en una forma más o menos ordenada todo nuestro proceso de crecimiento hacia el futuro. Hay que hacer este proceso de identificación de metas fundamentales, de metas básicas en el crecimiento colombiano, de ver cuáles son los sectores de la economía que presentan las mejores oportunidades en forma consistente a través del tiempo, poder dedicarnos a desarrollar estos sectores con todo el énfasis, con todo el empeño; esto no ha sido hecho; la planeación nuestra que, repito, ha sido exitosa en 25 ó 30 años de existencia, se ha dedicado al ordenamiento básico a través de los distintos cuatrienios, y se ha dedicado a resolver mucha de la problemática del día a día, sin tener tiempo para reflexionar y para pensar hacia el futuro. Por esto es necesarísimo que Colombia, básicamente a través de sus cuerpos universitarios, de sus cuerpos académicos, de sus cuerpos pensantes, se dedique a un proceso de identificación de las metas fundamentales que debe seguir en su proceso de desarrollo hacia el futuro.

Esta es una determinación fundamental para evitar la dispersión de esfuerzos, para evitar que estemos cambiando permanentemente en la orientación de nuestros patrones básicos de desarrollo, para que tengamos consistencia, para que tengamos efectividad y eficiencia en la aplicación de nuestros recursos. Yo quiero invitar al ICESI, como centro universitario de excelencia del Valle del Cauca, a que tenga participación activa en este proceso de fijación de metas, de identificación de propósitos básicos de la sociedad colombiana, no solamente en el campo económico sino también en el campo social y en todas las distintas áreas del desarrollo del país. Hoy el mundo está sufriendo cambios fundamentales en toda su estructura que lo ha acompañado durante el presente siglo. La década de los 90, que

se acerca ya al próximo milenio y al próximo siglo, está siendo caracterizada por cambios fundamentales en las relaciones internacionales; la confrontación Este-Oeste que se inicia al finalizar la Segunda Guerra Mundial parece que desaparece para siempre; hoy esta confrontación Este-Oeste comienza a transformarse en la confrontación entre el Norte y el Sur, entre los países desarrollados y los países en proceso de desarrollo. La desaparición de la ideología comunista en muchos de los países de Europa Oriental y Central, la apertura de Rusia hacia la sociedad de consumo, sociedad capitalista y, lo que es más importante, la formación de los nuevos bloques económicos en el mundo. El bloque del Pacífico con el liderazgo del Japón y con la activa participación de los nuevos países industrializados, de los dragones del Pacífico: Hong Kong, Korea, Singapur, Formosa, Indochina, Indonesia y Filipinas; estos nuevos países industrializados, con el apoyo japonés y desde luego con el gran monstruo que es la China, forman de por sí uno de los más importantes núcleos de desarrollo y de promoción de la economía en el mundo.

La unificación europea por la eliminación de las barreras con la transferencia de capitales o la transferencia laboral con toda la integración económica de la comunidad europea que debe concluirse en 1992, va a formar así mismo otra zona importantísima de desarrollo y promoción económica y por último, la tercera de los Estados Unidos que, aun cuando ha venido perdiendo una posición relativa en el mundo, que al fin de la guerra mundial representaba cerca del 60% del mercado y de la economía del mundo y al momento actual es algo superior al 30%, y continúa sin embargo siendo uno de los grandes países industrializados y junto con el Canadá en la zona nueva de libre comercio y con la incorporación de México dentro de esta zona de libre comercio y con la posibilidad de las nuevas zonas de libre comercio bilaterales entre Estados Unidos y los países de América Latina, configuran entonces la tercera zona económica

importante del mundo. Sin embargo, el proceso de capitalización del Japón y primordialmente de Alemania, los constituye en países de transferencia de economía, de transferencia de desarrollo económico a sus propias regiones. Los Estados Unidos de otra parte, debido a su proceso de deterioro económico, a los enormes déficit de la balanza comercial y de la balanza de pagos, están con muchas limitaciones para poder tener un proceso de inversión acelerado en América Latina. Todos estos cambios están obligando a que Colombia produzca una transformación sustancial en los años venideros en todas sus estructuras: sus estructuras económicas, sus estructuras políticas, sus estructuras financieras, sus estructuras sociales. Colombia tiene que integrarse a las nuevas corrientes del mundo, a las nuevas corrientes de la tecnología y las ciencias, a las nuevas corrientes de la industrialización y del comercio.

Colombia tiene la oportunidad de volver otra vez a iniciar la carrera de la transformación, de la actualización, de la modernización de todas sus estructuras vitales de producción; si no lo hace, vamos a perder la oportunidad, como lo decía el Rector Alfonso Ocampo. Estamos corriendo a un ritmo menor del que corre el resto del mundo, estaríamos perdiendo posición relativa, nos estaríamos quedando atrás. Tenemos, pues, que avanzar definitivamente en un proceso de internacionalización de nuestra economía y de nuestras instituciones, de apertura de todos nuestros sistemas, de colocarnos en la órbita del mundo, de poder gozar de todas las oportunidades que nos ofrecen hoy el comercio, la industria, la tecnología y la ciencia, a las cuales tenemos que acogernos decididamente en un proceso de internacionalización acelerado pero gradual de todas nuestras instituciones, de modo que coloquemos a Colombia en el siglo XX a su final y en las perspectivas de llegar al siglo XXI integrados a la comunidad mundial.

Colombia ha sido un país introvertido, un país que mira hacia dentro sin casi ningún contacto con el exterior. Esto tenemos que abandonarlo y abandonarlo rápidamente; tenemos que tener una visión globalista universal, ecuménica, de modo que seamos parte de todo lo que hoy el mundo ofrece a sus ciudadanos. Tenemos que integrarnos a todas estas corrientes nuevas del mundo, a todas estas oportunidades nuevas del mundo. Esto lo tenemos que hacer definitivamente, decididamente, con el concurso de todos y muy especialmente de ustedes, señores graduados de la promoción de 1990. Colombia los acoge y los espera con entusiasmo, con ilusión; el papel que ustedes van a jugar dentro de la sociedad colombiana es fundamental; este proceso que se inicia de apertura de todas nuestras instituciones tiene que contar con todo el esfuerzo y la mística y la colaboración de ustedes. A pesar de las enormes dificultades que tenemos, tenemos la decisión inquebrantable de resolverlas y ésta tiene que estar acompañada por cada uno de ustedes. Este no es un problema del gobierno, es un problema de los estamentos de la sociedad, es un problema de todos los colombianos y todos juntos, todos unidos, tenemos que sacar al país adelante. Les repito que los esperamos dentro del nuevo mundo que se les abre, el mundo de las realidades, llenos de ilusión y de esperanza y el enorme aporte que ustedes harán a la sociedad colombiana. Dentro de esto habrá miles de dificultades, pero también habrá un reto maravilloso de triunfos y de posibilidades en su nueva vida. Bienvenidos, pues, todos ustedes, graduados de 1990, al nuevo mundo que Colombia tendrá que entrar a gozar a partir de este momento en su internacionalización, en su apertura, en su modernización de todas sus estructuras que será la única forma de que este país continúe siendo grande, vital, próspero, para bien de ustedes, de todos los colombianos y de las futuras generaciones. Muchas gracias.



## RESEÑAS BIBLIOGRAFICAS



**CARLOS FERNANDO CUEVAS V.**  
(Profesor ICESI)

**Contabilidad Financiera.**  
**Casos prácticos**  
Segunda edición.

Cali, Serie Textos Universitarios  
del ICESI  
ISBN 958-95098-0-0  
23.5 x 15.5 cm. 1-136 páginas.

Este conjunto de casos prácticos es el resultado de varios años de docencia

universitaria, durante los cuales he ido haciendo una cuidadosa selección de aquellos ejercicios que más ayudaron a cumplir el objetivo académico en el proceso didáctico, y que a través de sus situaciones ficticias pero íntimamente ligadas a nuestra realidad socioeconómica, no sólo despertaron el interés en mis estudiantes por su amenidad, sino que globalizaron conceptos, permitieron aplicar técnicas y utilizar en forma apropiada las herramientas contables.

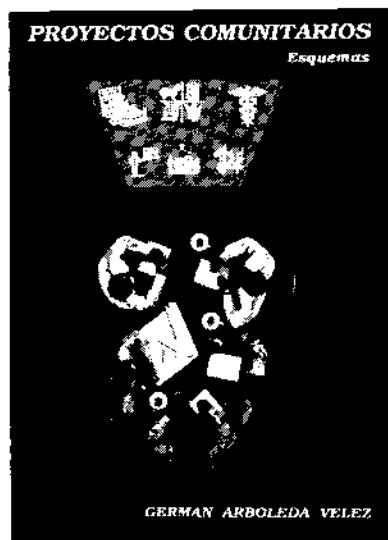
Muchos de ellos sirvieron en su momento para evaluar el rendimiento de quienes en estos últimos cuatro años han sido mis estudiantes de pregrado y postgrado, para quienes tengo una deuda de gratitud especial, pues con sus respuestas, análisis, comentarios y sugerencias hoy puedo entregar a los actuales y futuros estudiantes un material totalmente innovado y didácticamente eficiente, en lo que constituye nuestra segunda edición de este texto, que tan buena acogida ha tenido en los medios académicos.

Los comentarios favorables de muchos de mis colegas, quienes me animaron a continuar el proceso de síntesis y aplicación, así como la experimentación que de los mismos hicieron en sus cursos, han sido de gran estímulo. Por esta ayuda y colaboración deseo destacar a los profesores Manuel Antonio Amaya, Alfredo Vivas y Fernando Valencia que-

nes hicieron de la anterior edición un continuo chequeo.

Finalmente mi gratitud para el doctor Mario Tamayo y Tamayo, Director de Investigaciones del ICESI, quien como en la anterior edición, ahora dedicó su apoyo y entusiasmo a que este nuevo trabajo fuese una realidad.

EL AUTOR



**GERMAN ARBOLEDA VELEZ**  
(Profesor ICESI)

**Proyectos Comunitarios.  
Esquemas**

Cali, julio de 1990  
17 x 24 cm. 1-172 páginas.

La necesidad de optimizar la inversión en proyectos comunitarios, financiados total o parcialmente con recursos provenientes del sector privado o del sector público, y el deseo de alcanzar un desarrollo organizado que permita aumentar la producción y el bienestar de la comunidad, son factores que exigen llevar a cabo estudios de factibilidad, llamados

también de preinversión, que garanticen, dentro de determinado rango de confiabilidad, la conveniencia social y ambiental de asignar recursos de una entidad privada, o del gobierno, o de una comunidad en particular, a la producción de un bien o a la prestación de un servicio. Para tal efecto es preciso establecer una metodología clara y sencilla, objetivo central de este documento. En él se detalla, a manera de guía, la forma de elaborar, evaluar y controlar proyectos de carácter social que nazcan de la iniciativa de las organizaciones comunitarias, a nivel de barrio, vereda, corregimiento e incluso municipio. Los proyectos contemplados están asociados con los sectores salud, vivienda e infraestructura física, educación, fomento industrial, agrícola y pecuario, y recreación y cultura.

El documento contiene, en su Capítulo 2, una explicación general del esquema de presentación y evaluación de un proyecto de carácter social y, en los capítulos restantes, el contenido particular de cada proyecto asociado con cada uno de los diferentes sectores, el método de evaluación basado en la calificación de metas u objetivos, y una técnica para el control de la ejecución de un proyecto.

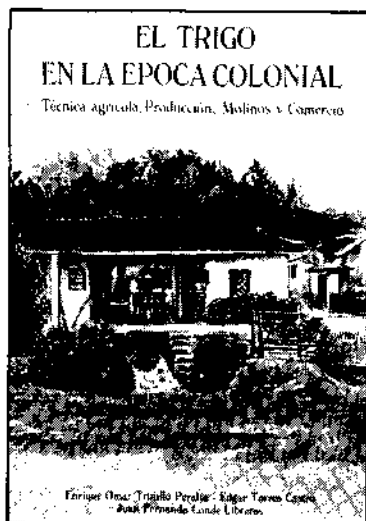
La intención es que este documento se constituya en una verdadera guía para la realización de los estudios de factibilidad o de preinversión, que requieren los proyectos de carácter social, con los cuales se hará más fácil la labor de solicitar y justificar a la comunidad, a las instancias del gobierno, y a las entidades que apoyan financieramente proyectos sociales, los recursos económicos que exige toda obra que se quiera desarrollar en bien de la comunidad.

Es importante resaltar el apoyo para la realización y publicación de este libro, prestado por la Escuela Superior de Administración Pública, ESAP Regional Valle del Cauca y, en especial, por su Director, el doctor Guillermo León Carvajal Lenis, quien, al vincularme como instructor de la ESAP en varios cursos sobre

Formulación y Evaluación de Proyectos, me facilitó el poder entrar en contacto con una gran cantidad de personas dedicadas a ejecutar proyectos de carácter social, a quienes debo mucho de lo consignado en este libro. .

No quiero terminar estas líneas sin agradecer a los ingenieros Carlos Alberto Becerra Chávez y Carlos Alberto Arboleda Vélez la minuciosa revisión que hicieron a los manuscritos y primeras versiones en borrador de este libro. También expreso mis agradecimientos al señor William Berrío Martínez, Programador de Computadores, quien tuvo a su cargo la edición de este libro, con la ayuda de un computador.

GERMÁN ARBOLEDA VELEZ



**ENRIQUE OMAR TRUJILLO P.  
EDGAR TORRES CASTRO  
JUAN FERNANDO  
CONDE LIBREROS**

**El trigo en la época colonial.**

Técnica agrícola, producción, molinos y comercio.

Cali, Universidad de San Buenaventura

- 1990

14 x 20 cm. 1-110 páginas.

El material bibliográfico o los estudios históricos de la tecnología agrícola para la época colonial son realmente escasos debido a que la historiografía colombiana ha estado dirigida a las investigaciones económicas, políticas y sociales. Ninguna de ellas tiene como punto de partida la evolución de la tecnología agrícola.\* Es por eso que nos hemos propuesto con esta obra reducir en parte el gran vacío que existe en este tema.

La explicación de la agricultura y particularmente del trigo en la colonia resulta altamente imprecisa e incompleta si no se tienen en cuenta las condiciones geográficas, ambientales y culturales que impusieron profundos obstáculos y contradicciones a la tecnología y al desarrollo de las fuerzas productivas, igualmente desconocidas para la historiografía colombiana.

Pensamos que los seres humanos no producen con una racionalidad económica, no son entes puramente económicos. Son personas que están previamente limitadas por su espacio y su tiempo. Por las características del suelo en el cual ejercen su praxis agrícola. Por el clima y la vegetación donde atemperan los cultivos. En general, por la naturaleza que impone sus fuerzas irracionales hasta cuando la inteligencia humana interpone las suyas para hacer de las leyes lo que la voluntad consciente puede con el desarrollo técnico. Esto es lo que entendemos por espacio o ambiente geográfico donde las culturas emprenden su acción por la existencia y hacia la cual se orienta la dinámica social que interactúa de acuerdo con las representaciones ideológicas sobre la naturaleza y su propia realidad social.

De ahí que la finalidad de esta obra, es, explicar la manera como interactuó el

\* Los estudios sobre la historia económica son los que más se acercan a nuestros propósitos; pero sus aportes son muy fragmentarios y limitados. La obra de Victor Manuel Patiño sobre la Historia de la América Equinoccial en cuatro tomos es la de mayor aproximación.

hombre en la época colonial con el espacio geográfico de las regiones trigueras del Cauca y Nariño donde germinaron hace más de cuatrocientos años las primeras semillas de trigo y su cultura. Así también los espacios naturales de Cundinamarca y Boyacá donde la productividad del grano permitió un comercio local y en cierta forma con el exterior; lo que de por sí nos interesa mostrar es esta lucha con la naturaleza para aclimatar e imponer la técnica del trigo traída por los españoles, la cual no ha recibido modificaciones notorias a través de su historia.

La exposición de los temas la hemos hecho acudiendo a un recurso didáctico según el cual se produce y se intercambia el trigo en una relación secuencial de espacio y tiempo: Primero observaremos los aspectos sociales y agrícolas de España durante los siglos XV al XVIII para mostrar su ambiente del cual hemos sido herederos. Este punto de partida en el método expositivo nos permitirá luego determinar los orígenes de la semilla de trigo en América, la manera como se fue expandiendo su cultivo frente a las contradicciones del espacio y la ausencia de una política para su fomento. Continuaremos luego conociendo el establecimiento de los molinos que llegaron a América con sus características y mecanismos técnicos, para terminar con la estructura del comercio y las formas del tráfico ilegal predominantes en las zonas de Cundinamarca y Boyacá.

Este tratamiento que hemos dado a la materia, repetimos es de carácter didáctico para facilitar la lectura y comprender el proceso histórico. Antes por el contrario, la relación cronológica permite observarlos en su unidad, evolución y relaciones múltiples según el tiempo y el espacio que los determinaron durante los siglos XV al XVIII inclusive, con referencia a los comienzos del siglo XIX donde la producción entra en declive por el aumento de las importaciones del grano producido en los Estados Unidos y su irrupción como potencia continental

que terminó monopolizando particularmente el mercado caribeño.

El método de investigación que permitió descubrir el establecimiento del cultivo de trigo determinado por el medio geográfico y los niveles de producción alcanzados como la "nueva técnica" aplicada en el Nuevo Reino de Granada, estuvo orientado hacia la obtención de datos bibliográficos, de archivos nacionales y departamentales. La deficiencia de los datos suministrados por estas fuentes para encontrar los procesos técnicos del cultivo y la molienda del grano debió suplirse con la observación directa de los procesos productivos en los Departamentos del Cauca y Nariño, donde la técnica colonial aún existe, respecto de Cundinamarca y Boyacá que combinan más lo antiguo y lo moderno.

Los datos fragmentarios de las crónicas, las cartas, periódicos y los documentos oficiales de la colonia fueron complementados con la información secundaria de los ensayos y tratados de historia que suministraron el marco histórico general, que permitió concebir los hechos aislados y criticados de manera independiente en una síntesis total para interpretarlos y narrarlos en sus relaciones recíprocas y de acuerdo con la influencia que ejercieron sobre la marcha de la civilización. Esto permitió finalmente demostrar cómo las relaciones de producción triguera en la colonia estuvieron determinadas por etapas de establecimiento y desarrollo técnico implicando a su vez las alteraciones ecológicas del paisaje.

Los departamentos delimitados espacialmente y llamados por nosotros las regiones trigueras, conservan aún las técnicas coloniales del cultivo y la molienda, sin embargo, la industria molinera actual ha crecido y se ha tecnificado por el incentivo externo de las importaciones de trigo, lo que implicaría una posible extinción de los métodos coloniales. Fue por ello oportuno describirlos antes de su desaparición y en este sentido el trabajo realizado fue un gran logro para la historiografía colombiana

que sigue adoleciendo de trabajos monográficos que ayuden a dilucidar el conjunto total de nuestra historia.

De acuerdo con el trabajo de investigación que permitió recopilar la información sobre la colonia en Colombia y la manera como se agruparon los hechos a partir de las relaciones productivas del trigo en su desarrollo, se logró no una historia del trigo, sino una historia de la colonia vista a través de la relación productiva agraria más importante del Nuevo Reino de Granada como lo fue la producción, molienda y comercialización de la harina de trigo, insustituible para los españoles e impuesta por ellos.

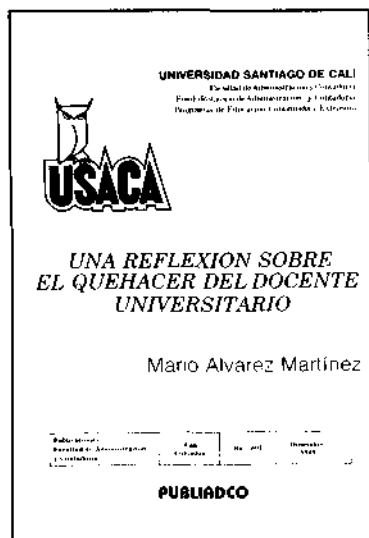
De ahí que el lector no debe tomar esta obra para consultarla como un inventario de hechos; sino antes bien y ante todo, debe leerla como una interpretación total de un proceso continuo que va desenvolviéndose desde los orígenes del intercambio local y en cierta forma con el Nuevo Reino hasta donde la productividad lo hizo posible.

Para ofrecer este panorama global de la colonia se consultó una amplia bibliografía. Esto nos permite advertirle al lector que el capítulo cuarto se escribió con abundancia de citas, producto de la paleografía; lo que nos indujo a sacrificar la fluidez y el estilo por la prueba que ofrecen los testimonios de ciento cincuenta manuscritos antiguos que no habían sido trabajados por la historiografía colombiana y en los cuales encontramos referencias del comercio ilegal del trigo. Esta documentación hace que este capítulo cuarto sea el más original y novedoso de la obra, por la problemática jurídica y económica que plantea, a pesar de su carencia de ilustraciones.

Finalmente, esta obra es el resultado de un equipo investigativo e interdisciplinario organizado y dirigido por el Centro General de Investigaciones de la Universidad de San Buenaventura en convenio interinstitucional con la Federación Nacional de Molineros de Trigo - FEDEMOL- quienes financiaron el trabajo; queremos extender nuestros agrade-

cimientos a ellas, por la forma como apoyaron decididamente desde un comienzo la idea que se consolidó primero en un proyecto y ahora en una obra que estamos seguros hace un gran aporte a nuestra cultura.

A Luz Amalia Pinzón León que supo generar las ideas más sugestivas y críticas para redactar y darle estructura al contenido de la obra. Y no podía faltar nuestra gratitud a los alcaldes populares de los municipios en las regiones trigueras que facilitaron en muchos casos el acceso a las jurisdicciones y, a los campesinos que hicieron de guías para hallar las ruinas de molinos y los lugares de cultivo en Boyacá, Cundinamarca, Cauca y Nariño. Ruinas y lugares sobre los cuales se tomó un registro de 1000 filminas y que por razones del costo no fue posible enriquecer esta obra con tan vasto número de ilustraciones.



**MARIO ALVAREZ MARTINEZ**

**Una reflexión sobre el quehacer del docente universitario.**

Cali, Usaca - PUBLIADCO - 1990  
17 x 23.5 cm. 1-110 páginas.

El presente material de apoyo está compuesto por una serie de artículos y conferencias que tienen como objetivo básico, tratar de unificar algunos criterios que faciliten el trabajo de discusión, reflexión y el necesario y consecuente plan de acción.

Es importante que dediquemos el tiempo necesario a la reflexión individual y grupal sobre el material de apoyo y lo complementemos con aportes constructivos.

El éxito de esta reflexión está en el compromiso que tengamos con el plan de acción que es su consecuencia necesaria.

Siendo el docente universitario un "trabajador de la cultura", es entonces en el ejercicio de este trabajo donde se debe buscar su razón de ser, su justificación.

¿Cuál debe ser el objetivo que enfoque nuestro quehacer docente?

Buscar el desarrollo de la persona y el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

Es necesario motivar, activar, planear y desarrollar jornadas que lleven a una reflexión, seguida de la necesaria toma de posiciones frente al sentido de nuestro ejercicio docente.

Retomemos el sentido de nuestra labor de trabajadores de la cultura. Debemos ser maestros.

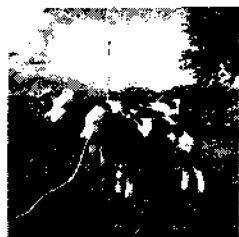
Este material no agota, ni pretende hacerlo, todo aquello que se puede escribir frente a nuestro quehacer como docentes universitarios. Sólo pretendo aportar un grano de arena que sirva de punto de partida para una reflexión individual y grupal que nos lleve a buscar el mejoramiento de nuestra labor, al interior de nuestra querida y conflictiva, pero auténtica universidad: la Universidad Santiago de Cali.

El cambio es compromiso de todos. Cambiar es un proceso permanente que exige una actitud positiva y crítica.

Exige compromiso personal y colectivo permanentes.

MARIO ALVAREZ MARTÍNEZ

La reproducción de ganado  
por vía embrionaria y su  
proyección socioeconómica:  
Pasado, Presente y Futuro



Alvaro José Ocampo García

**ALVARO JOSE OCAMPO GARCIA**

**La reproducción de ganado  
por vía embrionaria  
y su proyección socioeconómica:  
Pasado, presente y futuro**

Cali, Universidad de San Buenaventura  
- 1990

17 x 23 cm. 1 - 190 páginas

El esfuerzo realizado por los fondos, las agremiaciones y el mismo gobierno para colaborar al pequeño y mediano ganadero en su tarea de educarlos en cuanto a higiene y control de sus animales para sacar un mejor producto y fruto de este levante quedan en vano en parte por el tipo de mentalidad y patrón cultural que guían estos pequeños y medianos ganaderos que descuidan detalles que muchas veces constituyen la base fundamental de la ganadería como por ejemplo la vacunación o control de los mismos.

Todo esto se encamina a concientizarlos de que por pequeña, mediana o

grande que sea la empresa ganadera no deben pasar por alto los requerimientos mínimos para el manejo de este tipo de industria que en nuestro país cada día se hace más deficitario, si vemos a Colombia frente a Venezuela en los años 60 y ahora en la década de los ochenta.

Lo que se trata de decir es que se debe tener un manejo objetivo e inteligente para que dé resultados y así de esa manera poder salir adelante con este sector que de por sí es lento al sumarle la inseguridad social en la parte rural, urbana y el campo, es decir, se está haciendo un gran esfuerzo por parte del gobierno pero al mismo tiempo se requiere de un esfuerzo común para lograr mejorar el nivel de vida y nutrición del colombiano para así contrarrestar todas las adversidades que se vienen sufriendo desde mucho tiempo atrás.

Sobra decir que en Colombia prima la ganadería extensiva pues las mismas condiciones topográficas del país y su tradición hacen que un grupo de ganaderos continúen con este tipo de ganadería mientras que otro grupo de empresarios respaldados por sus asociaciones le estén dando un vuelco casi total a este sector mediante la transición de una ceba extensiva a una semi extensiva o totalmente intensiva por medio de una tecnología de punta como es la inseminación artificial y el trasplante embrionario con hatos puros, contando con razas como la black-angus, el simmental americano y alemán, para un día lograr sacar al mercado un producto mejorado que se deriva de un híbrido o cruce entre el simmental y el brahman (simbrah) y entre el angus y brahman (brangus) para así mejorar un producto final y por ende su rentabilidad por la disminución del tiempo de cría, ceba y levante, dadas por el rigor y fortaleza del brahman y la calidad de la carne y conversión del simmental y angus. En otras palabras se busca disminuir el tiempo que comprende un ciclo de producción de ganado.

Esta labor demuestra todas las facetas posibles, que pueden existir dentro de

este tipo de programa, porque de esa manera cualquier ganadero puede sacar fruto de ese trabajo, en cualquiera de sus partes, es decir, de su producción, comercialización, distribución y mercadeo, para así tener una idea global o específica de lo que está sucediendo en la década de los noventa. Tener una visión clara del mercado y sus características provocadas por las exigencias del productor versus el consumidor.

Valga anotar que el complemento a ese esfuerzo está dado en el tratamiento del animal en canal, es decir, los mataderos y la forma en la cual se sacrifican, involucrando el manejo que se le da en cuanto a enfriamiento y sanidad de la carne, la forma en la cual se hace el corte del animal para su distribución en cuartos o canal y por unidad en las cadenas de supermercados, hoteles y puntos de venta.

Para finalizar, el éxito de este producto se inicia en los primeros pasos que se dan para la adquisición de insumos requeridos para la nutrición del mismo animal, la reproducción, manejo (cría, levante y ceba), sacrificio y comercialización; la ventaja de todo lo dicho anteriormente es que refleja la actualidad de una empresa ganadera vallecaucana, adaptada a nuestro medio con todas las dificultades que le incumben para su preparación y desarrollo.

Esta obra consta de cuatro capítulos:

1. El sector ganadero en Colombia: Antecedentes.
2. Marco Teórico: Es el soporte sistemático, que sustenta la aplicación hecha.
3. Agropecuaria La Irlanda: Ejemplo de desarrollo y tecnología.
4. Conclusiones y recomendaciones.

Este trabajo en su primer capítulo abarca los siguientes temas: Las zonas ganaderas en Colombia y las razas típicas en cada una de ellas. El ciclo ganadero enmarcando la fase de retención y liquidación.

Diseño de un modelo de Regresión Múltiple, para identificar cuáles son las va-

riables de mayor influencia en la determinación de la oferta de ganado.

Políticas de fomento que se han implementado desde 1966 hasta 1989, teniendo en cuenta cómo se determina el volumen de crédito destinado al fomento de este sector y al mismo tiempo la desviación que tiene este fomento ganadero.

El capítulo segundo es constituido por el marco teórico, en el cual se trata el aspecto técnico de un proyecto de inversión, que al mismo tiempo enmarca aspectos tales como la localización y tamaño de la planta productiva, el medio y costo del transporte, la disponibilidad y costo de la mano de obra, cercanía de las fuentes de abastecimiento, el factor ambiental, la cercanía del mercado, el costo y disponibilidad de terrenos, agua y energía, la tecnología, el orden legal, la administración y organización, el tamaño y las variables que lo determinan para llegar a la optimización, el proceso productivo y la comercialización del producto final, segmento del mercado escogido para la distribución del producto hasta el consumidor final, el producto y su función de demanda.

Los efectos producidos por un cambio en el hábito de compra en la demanda del producto, el efecto producido por un cambio en el nivel de ingreso de los consumidores en la demanda del producto.

Análisis de rentabilidad, flujos de ingresos y egresos, costo de capital, punto de equilibrio, grados de apalancamiento operativo.

Aspectos administrativos y legales: funciones de la administración a través de departamentos para obtener los objetivos propuestos, restricciones legales y

regulaciones del gobierno para la producción y comercialización de la carne.

En el capítulo tercero, se desarrollaron o aplicaron los anteriores puntos, es decir, los correspondientes al marco teórico, teniendo en cuenta que en el aspecto de la tecnología, se consideraron los siguientes factores: la adecuación de los suelos, la adecuación de la tierra arcillosa, la cosecha, el cultivo del maíz, la maquinaria, el manejo de los terneros, el transplante y la inseminación, las características de las vacas receptoras o portadoras y reproductoras, características de la raza simmental, angus y brahman, la comercialización, el segmento de mercado, las etapas del producto, los canales de distribución, el precio, la función de demanda que involucra los siguientes puntos: el empaque, la etiqueta, el nivel competitivo, el diseño, el slogan, las propiedades físicas y químicas del producto, los servicios, los hábitos de compra, la calidad, tipos de carnes, las funciones básicas, la presentación y la marca que llevará dicho producto una vez se lanza al mercado.

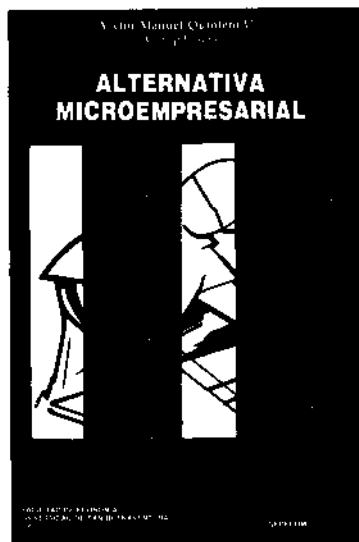
Cuantificación de la inversión inicial, flujo de caja descontado, valor presente neto, relación beneficio costo, tasa interna de retorno, análisis de relación costo-volumen-utilidad; análisis de costo y riesgo.

Niveles de autoridad, descripción de funciones por departamento; disposiciones de la Secretaría de Salud y matadero para el sacrificio y venta de carne.

El cuarto capítulo, consta de una descripción específica y detallada de los aportes técnicos y económicos al sector ganadero en Colombia.

A.J.O.G.





**VICTOR MANUEL QUINTERO U.**

**Alternativa Microempresarial.**

Cali, Universidad de San Buenaventura  
Facultad de Economía - Sedecom.  
15.5 x 23 cm. 1-440 páginas.

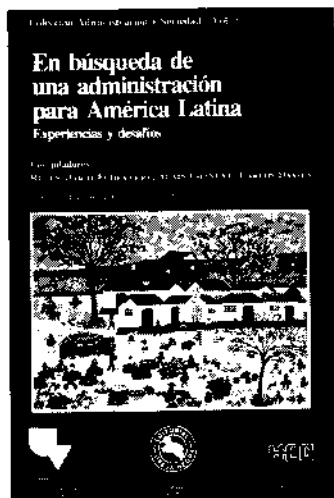
En Colombia se ha venido gestando, en los últimos quince años, un importante desarrollo conceptual y programático en materia microempresarial, en especial desde 1984, año en que se promulga el Primer Plan Nacional para el Desarrollo de la Microempresa.

Con este libro de lecturas sobre la Microempresa urbana de producción, se organiza un conjunto de textos recientes, producidos en el mundo académico colombiano, los cuales reflejan el aporte de los investigadores en la orientación de la política económica y de los proyectos institucionales en materia de Tecnología, Mercados, Capacitación y Crédito, Agronomía y Marco Jurídico.

Al consultar este libro, el lector encontrará un alto grado de rigurosidad en los análisis aquí recopilados, los cuales sugieren las posibilidades y limitantes del sector microempresarial en un modelo de desarrollo económico, social y político mucho más democrático, donde los

grupos sociales involucrados en la pequeña producción fabril, participan crecientemente en la toma de decisiones sobre la producción y la distribución del ingreso.

Por último, la Universidad de San Buenaventura y la Fundación Friedrich Eberth, con esta publicación rinden un homenaje a los empresarios y trabajadores de los talleres microempresariales, actores fundamentales del tema central de este libro.



**RUBEN DARIO ECHEVERRY  
ALAIN CHANLAT  
CARLOS DAVILA**

**En búsqueda de una administración para América Latina (Experiencias y desafíos)**

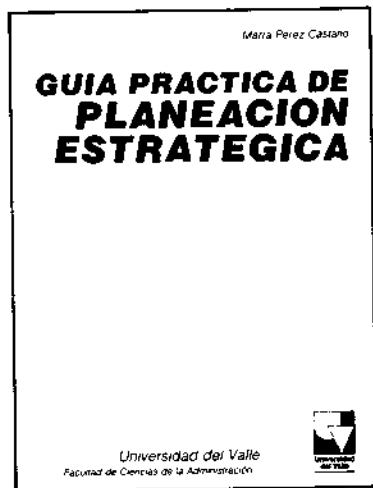
Cali, Facultad de Ciencias  
de la Administración  
Universidad del Valle - 1990  
ISBN - 958-06-067-2  
15 x 21 cm. 1 - 394 páginas

Este primer volumen de la serie "Administración y Sociedad" recoge una serie de planteamientos innovadores sobre diversos aspectos de la administración en América Latina que fueron presenta-

dos en una conferencia internacional celebrada en la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Consta de 23 capítulos referidos a Colombia, Perú, Venezuela, Brasil y Argentina acerca de las particularidades del contexto general y administrativo de América Latina, así como de una serie de experiencias exitosas de líderes, empresas e instituciones latinoamericanas.

Los testimonios empresariales y los desarrollos académicos aquí presentados reflejan un esfuerzo sistemático de búsqueda, en el que sus autores (académicos y empresarios de trayectoria en el continente) han venido configurando una nueva perspectiva tanto práctica como teórica para la administración en América Latina.

Las lecciones y desafíos que suscita este libro tienen una doble utilidad: de una parte, constituyen un estímulo para quienes día tras día, a través de su práctica gerencial, aportan estrategias y soluciones creativas a los problemas administrativos. Por otro lado, reafirman la viabilidad de desarrollar un paradigma conceptual ajustado a las particulares características del continente latinoamericano. Por ello, este volumen está dirigido a una amplia audiencia de empresarios, gerentes, estudiantes universitarios, académicos y profesionales de diversas especialidades relacionadas con la administración.



**MARTHA PEREZ CASTAÑO**

**Guía Práctica de Planeación Estratégica**

Cali, Universidad del Valle  
Facultad de Ciencias de la  
Administración - 1990

ISBN - 0-9589097-05-X

16,5 x 21,5 cm. 1 - 97 páginas

Sin lugar a dudas se ha presentado un desarrollo cualitativo relevante en la literatura de la Planeación Estratégica durante los 70 y los 80. El incremento sustancial en el ambiente competitivo en donde se desenvuelven las organizaciones les impone restricciones de efectividad y eficacia cada vez mayores en su gestión. Esto lleva a relieves las decisiones sobre estrategias que se deben adoptar acerca de lo que debe y lo que realmente puede hacer una organización en el contexto competitivo en el cual se desenvuelve.

Frente a la urgente necesidad en cualquier organización de diseñar y llevar a cabo una gestión estratégica, busca este ensayo presentar un conjunto integrado de elementos metodológicos, en un marco mínimo conceptual de Planeación Estratégica, que permite al empresario, al profesional, en general al recurso humano involucrado en decisio-

nes, la elaboración adecuada de las decisiones estratégicas que la organización debe tomar para una eficaz y eficiente gestión.

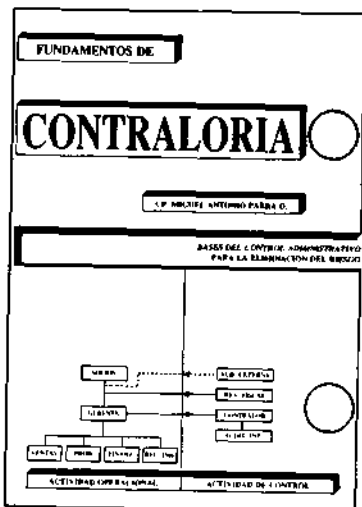
Para el logro de este propósito esta metodología consta de nueve capítulos. En el primero de ellos se establece el marco de referencia que guía y sustenta la praxis organizacional de la estrategia. En el capítulo 2 se presentan los elementos necesarios para constituir una adecuada visión histórica del desarrollo de la organización que sirva a los propósitos de la planeación.

Los capítulos 3 y 4 se ocupan del análisis del entorno de la organización considerando dos dimensiones: macroambiente y la estructura sectorial. El siguiente capítulo se ocupa de la visión interna de la organización. Los restantes capítulos conforman un todo coherente que se inicia con el análisis estratégico derivado de los capítulos precedentes, el diseño del plan estratégico, su correspondiente implementación y termina con un mecanismo de evaluación y control para reexaminar el plan inicial.

El texto aquí presentado combina de una parte, la sistematización analítica de una literatura relevante sobre planeación estratégica, la cual se indica en la bibliografía y de otra parte, contiene sin lugar a dudas reflexiones y propuestas concretas originales para el diseño del plan estratégico de una organización. Estos dos elementos se unen y producen un diseño metodológico, el cual estimamos es una contribución que llena un vacío en la literatura disponible al no existir una guía práctica y accesible para el diseño y aplicación de la gestión estratégica.

La idea original de este trabajo es la tesis de grado para obtener el título de Magister en Administración de Empresas en la Universidad del Valle. Posteriormente la evolución en la concepción del diagnóstico organizacional, de la planeación y la necesidad de contar con un instrumento pedagógico adecuado para los cursos de Gerencia Estratégica

y Laboratorio Empresarial, llevó a la revisión inicial de lo hecho en la tesis.



**MIGUEL ANTONIO PARRA D.**

**Fundamentos de Contraloría**

Cali - USACA - 1990

16,5 x 23 cm. 1 - 150 páginas

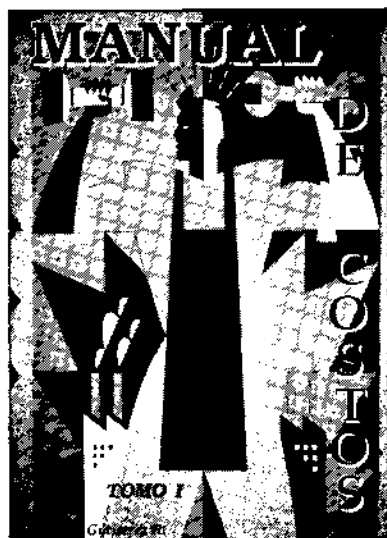
Esta obra ha tenido como principal objetivo resaltar la importancia que tiene para la organización en el logro de sus objetivos, el establecimiento de procedimientos de control interno adecuados, que garantizan una buena eficiencia operacional eliminando los riesgos en las actividades para el normal desarrollo del negocio.

Dentro del contexto organizacional de toda Empresa se definen dos clases de actividades: las operativas, que desarrollan el objeto principal del negocio mediante funciones y procedimientos definidos por la gerencia y las de control que actúan simultáneamente evaluando y midiendo la eficiencia de las primeras.

Por esto la función de Contraloría no debe entenderse exclusivamente como

una fiscalización de los recursos financieros como sucede en el sector público sino como un soporte de la gestión administrativa.

Por su contenido esta obra constituye un gran aporte a los profesionales y estudiantes de carreras administrativas y comerciales en la definición de Controles Internos para la organización.



**ORLANDO GUTIERREZ R.**

### **Manual de Costos**

Cali, Toro Corredor Editores - 1990  
17 x 24 cm. 1 - 202 páginas

Para el control de Costos de Producción, es necesario tener una visión clara de lo que es Contabilidad en sus dos grandes divisiones como son: la Contabilidad Financiera y la Contabilidad Administrativa, que tienen una mutua relación pero al mismo tiempo cumplen funciones separadas. La Contabilidad Financiera va dirigida al buen manejo de los recursos y a las relaciones externas y la Contabilidad Administrativa se en-

camina al control de los desembolsos y a la toma de decisiones.

Actualmente todas las empresas se ven comprometidas en buscar un mejor aprovechamiento de sus recursos y para ello utilizan algunas herramientas para el control de los Costos de Producción.

También se hace necesario buscar formas de presentar los Estados Financieros no sólo para cumplir con las obligaciones fiscales y con terceros, sino también para observar la posición que tiene o puede tener la empresa dentro del sector comercial e industrial. Todos estos factores son determinantes para el control de los Costos de Producción y lo más esencial es saber manejar esta información para tomar decisiones.

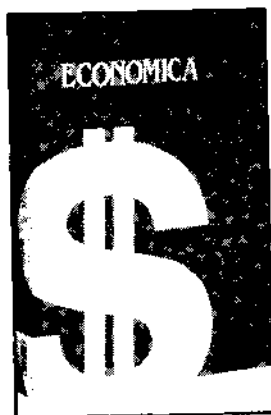
La Contabilidad de Costos determina el costo de producir y vender un artículo o de prestar un servicio, no al final del periodo de operaciones sino al mismo tiempo que se lleva a cabo la fabricación del producto o se presta el servicio. Es una fase amplificada de la Contabilidad General o Financiera de una entidad industrial o mercantil que proporciona rápidamente a la gerencia los datos relativos a los costos para efectos de control y planeamiento, teniendo en cuenta la gran oportunidad que ofrecen a una mejor gestión administrativa.

Una comparación constante entre los costos presupuestados y los reales, ofrece grandes perspectivas para mantener un adecuado control de la producción con la ayuda del establecimiento de centros de costos o de responsabilidad y una bien orientada presentación de informes basados en datos exactos y oportunos, a fin de que los altos ejecutivos dispongan en todo momento de la información que requieren para vigilar la marcha del negocio y dictaminar a tiempo cualquier corrección. Es precisamente la oportunidad de comparar los resultados reales con los que se había predeterminado, lo que ofrece a la ge-

rencia las mejores posibilidades de éxito en la operación de control y gestión administrativa.

El estudio constante de las variaciones de costos mediante un sistema bien implantado que cumpla los requerimientos de la empresa, es sin duda alguna el mejor medio para mantener un efectivo control de la producción, requisito indispensable en cualquier gestión administrativa para adelantar con éxito las labores de planeación y la toma de decisiones con respecto al futuro de la organización.

O.G.R.



**RODRIGO VARELA VILLEGAS**  
(Profesor ICESI)

### **Evaluación Económica de Inversiones**

Cali, Editorial Norma - V Edic.  
ISBN 958-04-0 867 - X  
17 x 23.5 cm. 512 Pág.

Después de utilizar las ediciones anteriores de este texto en buen número de cursos y seminarios sobre: Ingeniería Económica, Presupuestos de Capital, Análisis Económico de Inversiones, Finanzas, Evaluación de Proyectos y Decisiones Económicas en Producción, para estudiantes de pregrado, postgra-

do y personal de la industria en programas de educación continuada; y luego de mis experiencias industriales, tanto en el Programa de Desarrollo Industrial para Ciudades Intermedias, como a nivel de consultor privado, y a mis experiencias en el Centro de Desarrollo del Espíritu Empresarial, he decidido realizar una serie de modificaciones y actualizaciones, con miras a lograr un texto mejor concebido académicamente y más ajustado a las herramientas tecnológicas disponibles.

En esta quinta edición mantengo el objetivo básico de racionalizar mis experiencias y conocimientos, en un texto que facilite la enseñanza en esta área, teniendo como marco la situación colombiana, tanto en lo relativo a las leyes tributarias que rigen la actividad productiva en la actualidad, como en lo relacionado con el tipo de tasas de interés que se están dando en el país.

Globalmente, el libro está dividido en tres secciones, bien diferenciadas: la primera, que comprende los cinco primeros capítulos, está orientada a familiarizar al estudiante con los conceptos, criterios y herramientas básicos para el análisis económico de inversiones, sin preocuparse del origen de las cifras que se usan. Al terminar esta sección, el estudiante estará en capacidad de analizar económicamente cualquier situación, manejar los conceptos propios a la Ingeniería Económica, interpretar los resultados numéricos obtenidos y tomar las decisiones apropiadas.

La segunda, que comprende los Capítulos VI, VII y VIII, está dirigida a permitir al estudiante la integración de la información provista por su estudio de factibilidad, con los conceptos contables, financieros y tributarios, a fin de generar la información requerida para la aplicación de las herramientas y criterios vistos en los primeros cinco capítulos. Al terminar esta sección, el estudiante está en capacidad de hacer una evaluación económica de una inversión después de impuestos, incluyendo los efectos de la financiación.

La tercera sección, que comprende el Capítulo IX, está encaminada al análisis de algunas situaciones prácticas de gran ocurrencia.

La metodología general del texto comprende seis fases:

- FASE 1 Exposición de principios, conceptos y herramientas básicos en forma simple, clara y precisa.
- FASE 2 Formulación y solución, paso por paso, de ejemplos ilustrativos.
- FASE 3 Análisis e interpretación económica de los resultados, y toma de decisiones.
- FASE 4 Extensión de la Fase 1, a partir de los resultados y de las dificultades halladas en las fases 2 y 3.
- FASE 5 Formulación de problemas, para que el estudiante, al resolverlos paso por paso, repase y aclare todos los conceptos.
- FASE 6 Instrucciones sobre el uso de paquetes para computador, que no sólo resuelven los problemas, sino que imprimen los distintos cálculos por pasos, permitiendo, de este modo, reforzar los conocimientos del estudiante. Además, esta fase los capacita para actuar en el mundo moderno administrativo, en el que los sistemas computarizados desempeñan un gran papel.

La Fase 5 reviste gran importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje; invi-

to a todos los estudiantes a realizar la solución detallada y completa de los problemas, pues sólo así lograrán la habilidad y comprensión requeridas para una correcta utilización de los conocimientos presentados.

Los ocho (8) primeros capítulos se pueden cubrir totalmente en un semestre académico (16 semanas), con una intensidad de cuatro horas/semana.

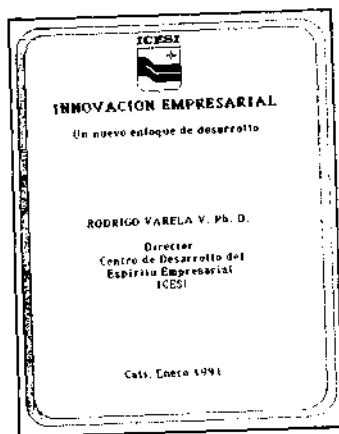
Esto lo he comprobado con mis alumnos del pregrado de Ingeniería de la Universidad del Valle, y de Administración de Empresas, del ICESI.

En esta quinta edición se introdujeron temas nuevos en prácticamente todos los capítulos, así como también ejemplos adicionales y más problemas propuestos. De otro lado, se incluyen las respuestas a muchos de los problemas.

Siete de los nueve capítulos tienen Apéndice sobre el Computador en la Evaluación de Proyectos, en los que se presentan las características, alcances y formas de uso de once programas de computador, especialmente diseñados para las distintas situaciones y se incluyen, en todos ellos, usos de LOTUS 1-2-3-.

Igualmente, algunas de las tablas que complementan los cálculos tradicionales son nuevas.

Dada la importancia adquirida individualmente por los conceptos de Evaluación de Proyectos en condiciones de inflación, devaluación y riesgo, he decidido no tratar en detalle estos temas en este texto y dejarlos para mis dos obras futuras: Ingeniería Económica bajo inflación e Ingeniería Económica Avanzada.



**RODRIGO VARELA VILLEGAS**  
(Profesor ICESI)

**Innovación empresarial.**  
(Un nuevo enfoque de desarrollo)

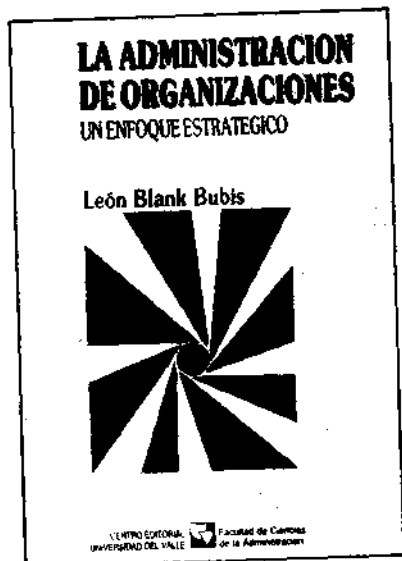
Cali, ICESI - C.D.E.E., 1990  
21.5 x 28 cm. 1-306 páginas.

Este libro, adaptado a la realidad latinoamericana, es una guía de cómo educar empresarios profesionales; enfrenta el problema desde el aspecto básico de motivación y provee las bases conceptuales del proceso, permitiendo de esta manera que se conozca en detalle los diversos componentes y se pueda racionalizar la acción empresarial.

Como se indica en todos los Capítulos, el texto ha tomado ideas, frases, conceptos, cuadros, etc., de muchos autores, los cuales o están referenciados específicamente entre comillas cuando se han tomado literalmente, o están indicados los artículos, textos y lecturas que me han servido de base para reorganizar sus conceptos. No se han incluido citas de pie de página, primero porque serían muy numerosas y segundo porque no siempre se puede identificar el autor de base, pero en la zona de referencias están citados los artículos que a conocimiento del autor le han servido de sustento principal.

Aunque muchos colegas han sido importantes para este texto por sus ideas y escritos, es apenas justo que desta-

que a quienes a mi juicio más me han aportado para este texto. Entre ellos: Albert Shapero (q.e.p.d.), Robert Ronsstadt, Allan Gibbs, Jeffrey Timmons, Karl Vespers, John Welsh, John White, que no solo me han dispensado su amistad y colaboración, sino que también como autores clásicos del tema aparecen casi que en todos los Capítulos, pues sus ideas han permeado profundamente mi gestión académica.



**LEON BLANK BUBIS**

**La Administración de Organizaciones**  
(Un enfoque estratégico)

Cali, Centro Editorial Universidad del Valle  
Facultad de Ciencias de la Administración-1991  
ISBN 958-9047-06-8  
16.5 x 24.5 cm. 1-420 páginas.

Este libro ha sido diseñado como texto para ser utilizado en los cursos del pregrado y en algunos del postgrado. Presenta un enfoque estratégico de lo que es la Administración de Organizaciones. Está escrito en un lenguaje claro y acce-

sible al estudiante que no tiene experiencia en este campo.

La Administración de Organizaciones, como otros campos del saber, ha evolucionado y sufrido transformaciones y cambios en los últimos años. Este texto trata de presentar al estudiante los conceptos y enfoques actualizados en los capítulos que se dedican a la organización, al medio ambiente externo, a la tecnología organizacional, a la administración estratégica. También se presentan las últimas teorías como la de sistemas, la contingencial y la de sistemas socio-técnicos. Se hace énfasis en todo el texto que el administrador debe ser un diseñador de organizaciones. Este punto es muy importante porque define y diferencia la Administración de Organizaciones de otros campos del saber.

Este libro presenta tres campos básicos que, a mi entender, son la base de la Administración de Organizaciones: la Organización, la Administración y el Administrador. La Organización es como "el cuerpo humano" de la Administración, es el campo de acción de la Administración. La Administración comprende el cuerpo de conocimientos que se van a aplicar para poder administrar las organizaciones. El Administrador es la persona que utiliza y aplica ese cúmulo de conocimientos. Ahí es donde la administración es un arte: en su aplicación, ya que la persona que utiliza y aplica esos conocimientos es el Administrador, y su forma de administrar depende de sus habilidades, actitudes, valores, y aun de sus fobias.

El libro está dividido en cinco partes. La primera consta de siete capítulos, en los que se presenta una Introducción al Estudio de la Administración de Organizaciones. Se trata, en esta primera parte, la Organización y las variables que la afectan como el medio ambiente externo y la tecnología organizacional. Se presenta una breve historia del pensa-

miento administrativo, se considera la toma de decisiones en las organizaciones y se presenta al administrador como parte importante de la Administración de Organizaciones.

En las otras cuatro partes se tratan las funciones de Planeación, Diseño Organizacional, Dirección y Control.

La segunda parte, de cuatro capítulos, comprende la Función de Planeación. Se presentan los conceptos generales de planeación y la administración estratégica. Se tratan y se presentan en detalle los planes estratégicos y los planes operativos. También se presentan y se amplían los conceptos de pronósticos, oportunidades y amenazas y puntos fuertes y débiles.

La tercera parte, la Función de Diseño Organizacional, comprende cuatro capítulos. Se presentan los conceptos generales de diseño organizacional y las variables que afectan el diseño de las organizaciones como medio ambiente externo, tecnología y tamaño. Se toma el concepto de que la estructura debe seguir a la estrategia. Se presenta y se explica en detalle la forma de departamentalizar y los diversos tipos de estructura. También se presentan los conceptos de responsabilidad, autoridad y poder, así como los de centralización y descentralización.

La cuarta parte, la Función de Dirección, consta de cuatro capítulos y trata los temas de la motivación de las personas, las comunicaciones y el liderazgo.

La quinta parte, la Función de Control, trata en dos capítulos los siguientes temas: Conceptos generales de Control y la Eficacia Organizacional.

Espero que el libro sea de utilidad para las personas que en nuestro medio esperaban un libro moderno, actualizado, con una metodología adecuada sobre el tema de la Administración de Organizaciones.



# ICESI



INSTITUTO COLOMBIANO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE INCOLDA

El ICESI es una corporación universitaria fundada en 1979 para satisfacer las necesidades del sector empresarial en el campo de la formación de profesionales en las diferentes áreas que aquellos requieran. Para cumplir con este propósito el ICESI ofrece los siguientes programas de Pregrado y Post-grado:

## PROGRAMAS DE PRE-GRADO

- Administración de Empresas - **Horario diurno y nocturno.**
- Ingeniería de Sistemas e Informática - **Horario diurno.**

## PROGRAMAS DE POST-GRADO

- Magister en Administración de Empresas.
- Especialización en Administración Agro-Industrial.
- Especialización en Mercadeo.
- Especialización en Finanzas.
- Especialización en Relaciones Industriales.
- Especialización en Gerencia de Sistemas.
- Especialización en Gerencia Tributaria.
- Especialización en Gerencia de Negocios Internacionales.
- Especialización en Gerencia de Empresas Comerciales.

## CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DEL ICESI

- Formación integral del hombre
- Búsqueda continua de la excelencia.
- Atención individualizada a los estudiantes
  - Hábitos de estudio
  - Núcleo de enseñanza-aprendizaje
- Programa de práctica en la empresa
- Desarrollo del espíritu empresarial.
- Renovación permanente de los equipos de apoyo a la enseñanza

**Informes: Apartado Aéreo 25608, Unicentro**  
**Teléfono: 552334**  
**CALI - VALLE - COLOMBIA - SUR AMERICA**

ICESI es una Institución Universitaria afiliada a la Asociación Colombiana de Universidades - ASCUN