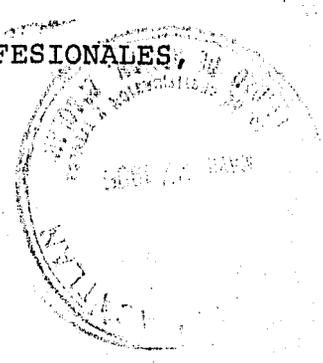


19  
29.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES,  
UNIDAD ACATLAN



LA INFORMATICA Y SU APLICACION A LA  
CIENCIA ECONOMICA

T E S I S

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A N

J. G. ENRIQUE SANCHEZ GONZALEZ

EDUARDO EUGENIO MONDRAGON SOSA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

Página

## INTRODUCCION

### CAPITULO I. LA COMPUTADORA, DEFINICION, PARTES Y FUNCIONAMIENTO.

1.1.	Origen e Historia	1
1.2.	Que es una Computadora	21
1.3.	Estructura y Funcionamiento	32
1.4.	Diagramación	48
1.5.	Impacto de la Informática	57
1.6.	La Industria Informática	61

### CAPITULO II. LA INFORMATICA Y LOS METODOS DE ANALISIS EN LA CIENCIA ECONOMICA.

2.1.	Introducción	66
2.2.	Los Métodos Tradicionales utilizados por la Ciencia Económica.	65
2.3.	Método Econométrico.	89
2.4.	Investigación de Operaciones.	99
2.5.	Análisis de Sistemas.	130
2.6.	Metodología de Simulación.	142

### CAPITULO III. LENGUAJES DE PROGRAMACION UTILES PARA LA INVESTIGACION ECONOMICA.

3.1.	Lenguajes de Programación.	154
3.2.	BASIC	158
3.3.	FORTRAN.	159
3.4.	COBOL	161
3.5.	RPG.	164
3.6.	PL/1	166
3.7.	ALGOL.	167
3.8.	Lenguajes Especiales	168

CAPITULO IV. APLICACION DE LA INFORMATICA A LA SOLUCION DE UN PROBLEMA  
EMPIRICO: "MODELO ECONOMETRICO DEL CAMBIO TECNOLOGICO EN  
LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACION (IME) EN MEXICO -  
1975-1982".

4.1.	Introducción.	173
4.2.	La IME.	174
4.3.	La IME en México.	177
4.4.	Identificación y Teoría.	180
4.5.	Planteamiento del Modelo.	187
4.6.	Procesamiento y Estimaciones	194
4.7.	Resultados.	199
4.8.	Anexos.	202

CAPITULO V.	CONCLUSIONES.	211
-------------	---------------	-----

BIBLIOGRAFIA.	214
---------------	-----

## I N T R O D U C C I O N

El objetivo de la siguiente tesis, es exponer la importancia y la utilidad que tiene la informática, en relación al planteamiento y solución de problemas microeconómicos o macroeconómicos. Para esto, se plantea la hipótesis de la que la informática se combina con otros métodos de análisis como son: Econometría, Investigación de Operaciones, Análisis de Sistemas y Simulación, que constituyen una poderosa herramienta para el:

- Diseño y simulación de sistemas microeconómicos y macroeconómicos.
- Adecuado proceso de toma de decisiones de política de empresas o sistemas macroeconómicos.
- Procesamiento, almacenamiento, análisis de datos estadísticos.

En el primer capítulo, se define la informática, su principal instrumento de análisis y su historia.

En el segundo capítulo, se describe la relación de la informática con la economía y otros métodos de análisis recientes.

El tercer capítulo, describe las ventajas de aplicar cierto tipo de lenguajes (Software), a la solución de problemas de índole económica.

El cuarto capítulo, se expone un ejemplo de la aplicación de la informática a un problema de economía empírica: "Modelo Econométrico del Cambio Tecnológico en la Industria Maquiladora de Exportación (IME) en México 1975-82.

Dicho modelo fue ejecutado con un paquete econométrico denominado -  
PEMCIDE, en una microcomputadora H.P. 3000.

Y por último en el quinto capítulo, se presentan las conclusiones obte  
nidas de la presente investigación.

## C A P I T U L O I

### LA COMPUTADORA, DEFINICION, PARTES Y FUNCIONAMIENTO.

#### 1.1 ORIGEN E HISTORIA

Para una mejor comprensión de lo que es la computadora y sus componentes se partirá primero de su historia o sea de todas aquellas invenciones del hombre que dieron origen a lo que en la actualidad denominamos "computadora", y la cual constituye la herramienta básica de la Informática.

Si se entiende a la Informática, como "la ciencia del tratamiento sistemático y eficaz de la información, contemplada como el vehículo del saber humano, y de la comunicación en los ámbitos técnico, económico y social", se comprende entonces que el origen de la Informática se encuentra en la necesidad de procesar-almacenar, volúmenes cada vez mayores de la información y su historia está en los diferentes métodos y herramientas (mecánicas o electrónicas), de las cuales se ha valido el hombre para realizar las tareas mencionadas, que van desde los más primitivos hasta los más sofisticados como a continuación se expondrán.

#### A.- PRIMEROS METODOS DE CALCULO

Los primeros métodos de cálculo fueron de carácter manual y dentro de estos fue el de conteo con los dedos, el cual inició los métodos de cálculo. Dicho método como era obvio demostró serias limitantes, y cuando el monto de lo calculado rebasaba el número de diez, se complicaba el problema. Se utili

zarón otros métodos "sofisticados" de conteo, como cuerdas con nudos, varas con muescas, etc. Sin embargo todos estas técnicas tarde o temprano mostraron también sus deficiencias y limitantes a medida que el hombre, la sociedad y la economía progresaban y aumentaban sus necesidades de cálculo. Con la introducción de las matemáticas árabes e hindúes a Occidente, vino el empleo también de sistemas de numeración. El comercio era el área que más demandaba el empleo de cálculos, los cuales se efectuaban en su gran mayoría en forma mental hasta el siglo XIX. Contemplando este problema hubo escuelas que se preocuparon por simplificarlo como fué el caso de las Romanas. Estas escuelas en el siglo pasado exigían a los estudiantes aprenderse las tablas únicamente hasta el cinco, y para calcular el producto de cualesquiera entre cinco y diez usaban los dedos. Si por ejemplo se deseaba multiplicar seis por ocho se hacía lo siguiente para encontrar el producto: se levantan los dedos de una mano para representar los números mayores de cinco (el seis), en este caso un dedo nada más para representar el seis, y tres dedos de la otra mano para representar el seis, siete y ocho (el ocho), teniendo esto se hace lo siguiente:

- 1) Se suman los dedos levantados.  $1 + 3 = 4$  (que es el valor de las decenas).
- 2) Se multiplica el número de dedos que no se levantaron en cada mano.  
 $4 \times 2 = 8$  (este es el valor de las unidades).
- 3) Producto = valor de las decenas y valor de las unidades = 48 .

Se obtiene entonces el producto juntando el valor obtenido en las decenas y en las unidades. Para grandes cantidades de operaciones, resultó este método poco útil.

## B.- EL ABACO

Existen muchas leyendas en cuanto al origen de este mecanismo manual de cálculo. Este utiliza cuentas en vez de los dedos para representar los números. Muchos historiadores coinciden en que fue utilizado en Babilonia 3.500 años A.C., y que posteriormente fue introducido a China desde la India en el siglo XII<sub>2</sub>. A pesar de su gran antigüedad es muy utilizado en la actualidad en muchos países, sobre todo del continente Asiático. El ábaco funciona de la siguiente forma: las cuentas se encuentran en hileras, las cuales tienen cada una diez cuentas que representan diez dedos, la posición que tienen las columnas representan el valor decimal de las cuentas en cada una, esto quiere decir que el valor de la primera hilera, tiene un valor de uno cada cuenta; - la segunda tiene un valor de diez cada cuenta; la tercera un valor de 100 cada una y así consecutivamente las otras hileras.

## C.- MÉTODOS DE MANTENIMIENTO MANUAL DE REGISTROS

El mantenimiento manual de registros, es una práctica la cual existe desde tiempos muy antiguos, utilizando métodos como el de hacer rayas en las rocas, juntar piedras, pedazos de madera, etc. El proceso rudimentario de la teneduría de libros o de la contabilidad, comenzó con esas toscas formas de cuentas y de escritura de imágenes. Se han descubierto en Babilonia tabletas de arcilla con más de 4.000 años, que son registros de bancos y empresas de préstamos que funcionaban en aquellos tiempos. El Código de Hammurabi incluye menciones de transacciones de negocios como contratos, escrituras, bonos, recibos, inventarios, ventas, muestra también la utilización de cheques, giros y el cobro de derechos aduanales y de peaje, el uso de registros estatales

les de propiedades que se utilizaban para fines impositivos. El papiro o pergamino era utilizado en Egipto para el registro de cuentas, las cuales eran llevadas con sumo cuidado, sobre todo las del Estado, pues con los impuestos pagados en especie, hicieron que se construyeran graneros y bodegas. Cuando los causantes entregaban su ganado o sus granos se les extendían unos recibos que se registraban junto con los inventarios de todos los productos.

Desde la antigua Grecia se exigía que los funcionarios públicos tuvieran una contabilidad relativamente estricta, de tal forma que estos mismos funcionarios al dejar su cargo rindieran una cuenta pública en piedra para exponerla a la aprobación popular.

También en la antigua Roma era costumbre que el padre de familia llevara el control de los recibos y pagos en un memorandum de registro, el cual era ampliamente aceptado como evidencia en los litigios. La antigua Banca romana también usaba registros y una especie de libros de cuentas para los clientes, el cual mostraba los depósitos individuales, los préstamos y los saldos.

En Inglaterra, bajo el reinado de Enrique I (1100-1135), se fundó la Hacienda Pública, constituyendo el primer sistema de contabilidad conocido. Dicho sistema, se basaba en "el libro del día del juicio final" en el cual se registraban todas aquellas propiedades sujetas a impuestos en el país, y era útil para restablecer el gran papel del tesorero. Todos los alguaciles debían rendir cuentas dos veces al año. Al realizar el primer rendimiento, el alguacil recibía la mitad de una tarja con muescas que representaban el importe y el tesorero conservaba en su poder la otra mitad. Cuando se concretaba el segundo rendimiento de cuentas, el alguacil mostraba la tarja como comprobación del primer pago, comparandose esta con la otra mitad del tesorero.

D.- LA TENEDURIA DE LIBROS POR PARTIDA DOBLE

En el siglo XIV, en Italia se comenzó a desarrollar la teneduría de libros por partida doble. En Genova en el año de 1340, se usó el libro mayor por partida doble, cuya novedad consistía en mostrar una cuenta de mercancías, con cargo de gastos, crédito de entregas y transferencias de saldos a la cuenta de pérdidas y ganancias. En Venecia se utilizó también un sistema similar, y fue precisamente en esta ciudad en 1494, cuando un monje de nombre Luca Paciollo publicó un libro titulado "Todo lo Relativo a la Aritmética, la Geometría y las Proporciones". Paciollo al final del libro, hizo una síntesis de las prácticas utilizadas en la teneduría de libros manifestando que estas tenían por objetivo el proporcionar información oportuna con respecto a los activos y los pasivos. El sistema expuesto por el monje recomendaba la utilización de tres libros: Un memorial (libro diario o borrador), un diario (débitos y créditos formales en moneda corriente) y un cuaderno (libro mayor). Las cuentas de mercancías del libro mayor se llevaban sobre la base de una sola empresa, y los saldos entre los débitos y los créditos se trasladaban a la cuenta de pérdidas y ganancias.

Como es notorio las fuerzas que estaban empujando a nuevos métodos y mecanismos de contabilidad y registros de cuentas eran: el comercio, el surgimiento de la Banca y de la Hacienda Pública o Finanzas Públicas, los cuales constituyen en la actualidad los sectores que utilizan más intensivamente la informática.

E.- MEDIOS MECANICOS DE CALCULO: LOS HUESTILLOS DE NAPIER

John N. Napier, Matemático de Merchiston Escocia, diseñó en 1614, un método de cálculo de tablas, por medio de cuadros que trabajan de la siguiente forma (Gráfica 1.1).

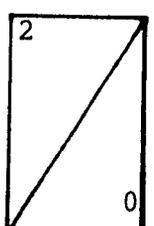
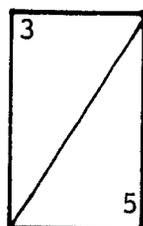
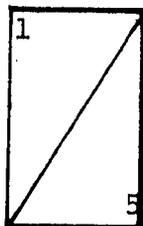
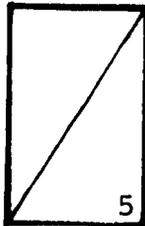
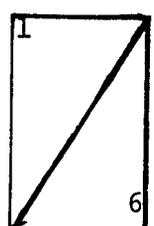
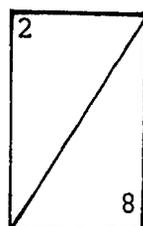
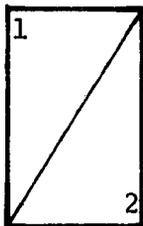
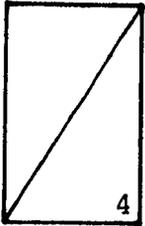
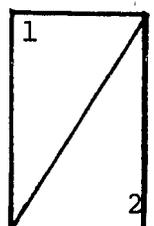
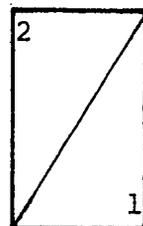
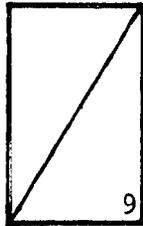
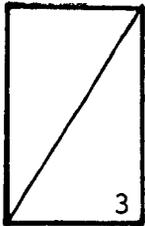
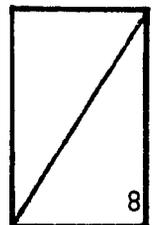
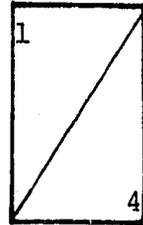
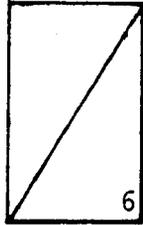
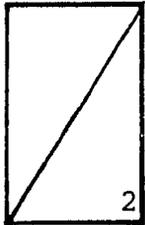
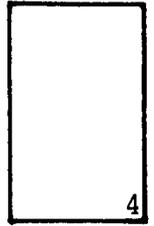
Napier dividió diagonalmente nueve cuadros. El cuadro superior tiene un dígito decimal ( del 1 al 9), y representa el producto de su multiplicación por 1. Cada uno de los ocho cuadros restantes tienen una división diagonal, y contienen (de arriba a abajo), el producto del dígito del cuadro superior multiplicando por 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 respectivamente. Cuando se completa la serie puede obtenerse el producto de dos números cualesquiera sumando los valores que les corresponden diagonalmente.

Luego entonces para multiplicar por ejemplo  $3 \times 374$  se hace lo siguiente: Como vemos en la gráfica I.1 se identifica primero el multiplicador (3), en el tercer cuadro de la regla o columna de la izquierda. El multiplicando (374) está en las tres columnas restantes. El producto se obtiene sumando diagonalmente los valores del tercer cuadro de cada una de las columnas del multiplicando (desde la derecha).

- 1) Posición de las unidades...2 (el contenido de la columna diagonal de la derecha).
- 2) Posición de las decenas... La suma de la segunda columna diagonal,  $6 + 1 = 7$ .
- 3) Posición de las centenas... La suma de la tercera columna diagonal  $6 + 2 = 8$ , de los cuales se toma el primer número (8), de derecha a

GRAFICA 1.1

LOS HUESILLOS DE NAPIER



izquierda para la posición de las centenas. El segundo número (1) se toma para la posición de los millares y por tanto juntando todos los número (unidades, decenas, centenes y millares), se obtiene el producto que es de 1122.

#### F.- LA CALCULADORA DE PASCAL

A la edad de 18 años, Blaise Pascal, filósofo y científico Francés en el año de 1642<sub>4</sub> inventó la primera calculadora matemática digital. La máquina se constituyó a partir de un determinado número de ruedas dentadas, de forma tal que al girar 10 dientes de la primera rueda, avanzaba un diente de la segunda, al girar diez dientes de la segunda, avanzaba un diente de la tercera y así sucesivamente. Las limitantes de esta máquina eran que en primer solamente realizaban dos operaciones, suma y resta, y en segundo su mecanismo era demasiado aparatoso.

#### G.- CALCULADORA DE LEIBNITZ

En el año de 1694, a la edad de 25 años, el matemático Alemán Gottfried Wilhelm Von Leibnitz, retomó la idea desarrollada de Pascal y construyó su máquina calculadora, que funcionaba a base de ruedas de paso o cilindros de dientes de diferentes longitudes, poniendo encima de ellos otros engranes más pequeños, cada uno de ellos representando una cifra del multiplicando, situado de tal manera que cada giro completo del conjunto de engranajes largos registraba una vez el multiplicando, y el multiplicador se expresaba mediante -

el número de giros de los engranes largos<sub>5</sub>. Empero, su funcionamiento no era muy preciso.

#### H.- EL TELAR DE JACQUARD

En 1801, en la ciudad de Lyon, Francia, Joseph Marie Jacquard construyó la primera máquina de tarjetas perforadoras, para tejer intrincados diseños en las telas<sub>6</sub>. Esto constituyó un acontecimiento determinante para el desarrollo posterior del equipo automático. La cualidad principal de esta máquina, era que ejecutaba una serie de instrucciones perforadas en una tarjeta, en forma automática. Sin embargo, por aquellos tiempos en los albores de la Revolución Industrial, las máquinas no eran bien vistas e inclusive había temor de ellas, como lo demuestra el movimiento de Ned Lodd, para destruir las máquinas pensando en que ellas desplazarían a la mano de obra. Debido a estas ideas, la máquina de Jacquard no tuvo aceptación y no solo eso sino su taller fue asaltado y la máquina destruída. Tiempo después con la ayuda de Napoleón Bonaparte, Jacquard logró reconstruir su máquina demostrando su eficacia.

#### I.- LAS MAQUINAS DE CALCULO DE BABBAGE

Charles Babbage, inquieto matemático inglés empezó el desarrollo de una "Máquina de las Diferencias" en 1812, la cual despertó gran interés, obteniendo por ello un subsidio de parte de la Real Sociedad y también por parte del Gobierno Inglés. La finalidad de esta máquina era la de calcular las tablas

matemáticas. En el momento de hacer pruebas con la "Máquina de las Diferen -  
cias", Babbage, se encontró con problemas insalvables debido a la complejidad  
del mecanismo de acción. Decepcionado por esto Babbage abandonó este proyec -  
to comenzando otro que denominó la "Máquina Analítica". Esta máquina fue diseña -  
da para realizar cualquier operación matemática y puede considerarse como  -  
la primera máquina programable, pese a que el programa era externo a la máqui -  
na. En base al diseño, debía disponer de una memoria con capacidad para alma -  
cenar 1000 números de cincuenta cifras, tendría también una unidad aritmética  
que efectuaría calculos basados en los número de una unidad de almacenamiento  
y estas dos unidades estarían supeditadas a una unidad de control que coordi -  
naría y supervisaría la secuencia de sus operaciones. Su estructura metal-me -  
cánica es similar a las computadoras hoy en día. Sin embargo pese a lo avan -  
zado de su diseño se enfrentaba con la gran limitante de su funcionamiento me -  
cánico, que la hacia lenta y compleja. Debido a esto Babbage nunca pudo per -  
feccionarla y murió en la lucha por ello, en 1871.

#### J.- MAQUINA TABULADORA ELECTRICA DE HOLLERITH

Después de realizar el Censo de 1880, en los Estados Unidos, el Doctor en  
Estadística Herman Hollerith, observó que el procesamiento de los datos censa -  
les se tomaba demasiado tiempo. Para los datos del Censo mencionado, se nece -  
sitaron siete años y medio para su procesamiento, con una población de cin -  
cuenta millones de habitantes. Para darle más agilidad al censo de 1890, el  
Doctor Hollerith se propuso la construcción de una máquina tabuladora elec -  
tromecánica, la cual funcionaba a base de tarjetas perforadas. Terminada su

contrucción y pruebas se empleó dicha máquina en el censo de los Estados Unidos de 1890, tabulando la información en dos años y medio sobre una población de 63 millones de habitantes.

#### K.- PRIMERAS COMPUTADORAS: MARK I

En el año de 1937, en la Universidad de Harvard, el Profesor Howard Aiken, retomó las ideas desarrolladas de Babbage y Hollerith, y en mayo de 1944, construyó una calculadora automática de control de secuencia llamada Mark I. Esta máquina se diseñó en base al concepto de utilizar la información de las tarjetas perforadas como entrada, ejecutando los cálculos decimales con mecanismos electromagnéticos y produciendo los resultados de nueva cuenta en tarjetas perforadas. Esta computadora es considerada como la primera de carácter digital. Después de la Mark I, el profesor Aiken, desarrolló otros tres modelos denominadas Mark II, Mark III y Mark IV. Todos estos diseños estuvieron orientados a la resolución de problemas de ingeniería, física y matemáticas.

#### L.- ENIAC

En el año de 1945 el Doctor Mauchly de la Universidad de Pennsylvania y Presper Eckert, desarrollaron en la Escuela Moore de Ingeniería Eléctrica, la calculadora electrónica e integradora numérica, mejor conocida como ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator). La innovación del ENIAC fue que era totalmente electrónica, porque no tenía más partes móviles que

los equipos de entrada y de salida. La construcción de la ENIAC, es la - - siguiente: 18,000 tubos al vacío, una pequeña memoria de 20 acumuladores para almacenamiento de datos, los acumuladores estaban formados por tubos al vacío conectados en pares, de tal forma que dos tubos representaran un dígito binario (bit), en el almacenamiento de la computadora. El peso de la máquina era de treinta toneladas y el espacio que necesitaba era de quince mil pies cuadrados de piso. Tenía una velocidad de trescientas multiplicaciones por segundo. La programación del ENIAC era de carácter externo a través de cables y tableros, la entrada y la salida se ejecutaban con tarjetas perforadas.

#### LL.- EDVAC Y MANIAC I y II

A mediados de la década de 1940, el Doctor J. Von Neumann, escribió un ensayo en el cual expuso la filosofía básica del diseño de computadoras. Este estudio fue enviado al mismo grupo de la Universidad de Pennsylvania donde fue desarrollado el ENIAC. Aplicando las teorías del Doctor Neumann, se diseñó una computadora más perfeccionada, llamada EDVAC. Las innovaciones de esta máquina son: que fue la primera computadora automática electrónica discreta y variable, y los números estaban representados interiormente en potencias de dos, es decir, en el sistema de numeración binario.

Otra innovación muy importante fue que la programación de la computadora se podía ya hacer internamente a diferencia de sus predecesoras que tenían que programarse externamente. Desde entonces surgió la idea de la programación interna. Con esta máquina computadora, se iniciaba la utilización de estas, a campos diversos, no solamente al científico.

Posteriormente en 1952, debido a los desarrollos y aplicaciones militares se construyeron dos modelos experimentales de computadoras denominadas MANIAC I y MANIAC II.

#### M.- UNIVAC - 1

Paralelamente (1951-1952), se diseñó la primera computadora con fines comerciales, denominada UNIVAC - 1 (Calculadora Automática Universal), producida por la compañía de computadoras Eckert y Mauchly, esta máquina se utilizó en la oficina de Censos de los Estados Unidos, en encuestas de televisión, en predicciones, en elecciones presidenciales, etc., todos estos hechos marcan el fin de la prehistoria de la computadora y señalan el comienzo de las generaciones de la computadora, así como su aplicación a un sin fin de variedades de campos que van desde el científico-técnico hasta el de entretenimiento.

#### N.- GENERACIONES DE COMPUTADORAS

Con el diseño de la Univac - 1, se obtuvo el empleo de sistemas electrónicos y de programas de almacenamiento. Un programa es una serie de instrucciones perfectamente legibles por la computadora, ordenadas secuencialmente para la ejecución de determinados trabajos o soluciones de problemas. Estos programas que utilizan las computadoras deben ser escritos en lenguajes accesibles a la máquina. Posteriormente vinieron las generaciones de computadoras, caracterizadas por el tipo de circuitos electrónicos que usa, y por la -

orientación que se le dá a la programación, en otras palabras, el desarrollo de los lenguajes o software.

### 1.- PRIMERA GENERACION

Después de la creación de la UNIVAC I, y su utilización en múltiples ocupaciones, como: El censo de población, encuestas, proyecciones, etc., apareció el diseño en 1953 por parte de la International Business - - Machines (IBM), de una computadora con un sistema de almacenamiento masivo. Dicho dispositivo, -la parte más revolucionaria integrante del sistema- se denominó RAMAC (Método de Contabilidad y Control de Acceso - Directo). Este hace posible que la computadora tenga acceso a millones de caracteres de información en una fracción de segundo. Por carácter, se entiende una letra, dígito u otro símbolo que es usado como parte de la organización y representación de datos.

Las computadoras de esta generación, se caracterizan por estar electrónicamente compuesto por tubos al vacío, los cuales ocupaban bastante espacio, produciendo bastante calor y por tanto necesitaban de un costoso y gran equipo de aire acondicionado, a parte de no ser muy confiables, debido a las características mencionadas, se presentaron muchas inconveniencias, entre las más importantes tenemos: Al utilizar el mecanismo - electrónico y tubos al vacío, los cuales ocupaban mucho espacio, tendía el sistema a sobrecalentarse y descomponerse, teniendo poco tiempo de - vida.

En cuanto a la ejecución de programas, esta era estrictamente se -  
cuencial, esto es, el programa que previamente se había perforado en tar-  
jetas se cargaba en la memoria de la computadora ejecutandose posterior-  
mente el proceso de las instrucciones de entrada de datos desde cualquie-  
ra de los dispositivos disponibles. En cada fase, la computadora no se  
dedicaba más que ha ejecutar una sola tarea, esto quiere decir que si -  
por ejemplo, se realizaba un proceso de lectura de fichas perforadas, el  
resto de los componentes del sistema permanecían ociosos, hasta finali-  
zar la lectura. Los tiempos de computación de los principales circuitos  
eran de varios microsegundos, con lo cual, la ejecución de programas ex-  
tensos podían tener un largo tiempo de procesamientos en horas o días.

## 2.- SEGUNDA GENERACION

Tratando de superar los problemas que tuvieron las computadoras en  
su primera generación se desarrolla la segunda generación. En esta, los  
tubos al vacío fueron substituidos por circuitos transistorizados. La -  
Sperry Rand Univac, fue la primera compañía en diseñar una computadora -  
totalmente transistorizada en 1958-1959, iniciandose en ese año la segun-  
da generación. Los transistores, redujeron el tamaño de las computado-  
ras en gran proporción, esto debido a las características físicas de -  
ellos, pues al estar compuestos de pequeños paralelepípedos de silicio,  
con una base de décimas de milímetros cuadrados y una altura de alrede -  
dor de 150 micras, ocupaban las máquinas un espacio incomparablemente -  
menor, aumentando al mismo tiempo la confiabilidad y velocidad de cálcu-  
lo. Con el empleo generalizado de los transistores, se desató una compe

tencia férrea entre las principales empresas del ramo y otras que empezaban a irrumpir en él. ( Cuadro 1.1).

C U A D R O 1.1

EMPRESA DE COMPUTADORAS	EMBARQUES EN MILLONES DE DOLARES	PORCENTAJE
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	5,200	72.2
UNIVAC	380	5.3
HONEYWELL	340	4.7
CONTROL DATA CORPORATION	305	4.2
GENERAL ELECTRIC	280	3.9
RADIO CORPORATION OF AMERICA	225	3.1
BURROUGHS	170	2.4
NATIONAL CASH REGISTER	170	2.4
SCIENTIFIC DATA SYSTEMS	75	1.0
DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION	35	0.5
OTRAS	20	0.3
	<hr/> 7,200	<hr/> 100.0

FUENTE: AWAD M. ELIAS. PROCESAMIENTO AUTOMATICO DE DATOS. pág. 63

El resultado del desencadenamiento de esa intensa competencia fue - el siguiente: Como era continua la aparición de nuevas y mejores computadoras día a día, se daba frecuentemente el caso en el cual una compañía invertía grandes cantidades de dinero para instalar un equipo de computo, el que todavía sin funcionar se volvía obsoleto por el surgimiento de otro mejor en el mercado.

Por otro lado, el cambio de una computadora a otra, resultaba demasiado costoso debido a que no existía estandarización respecto a la estructura interna utilizada por los productores de equipo. Esto significaba que cada fabricante tenía su diseño particular, así como su lenguaje especial para operarlo. Este caos imperante en el mercado de computadoras, trajo por consecuencia que los usuarios protestaran fuertemente - debido a la incosteabilidad de un cambio de sistema por otro. Este problema comenzó a solucionarse en cierta forma cuando en los Estados Uni-dos, el Departamento de Defensa, exigió a los fabricantes de equipo de - computación que estandarizaran sus equipos a un lenguaje universal de - tal forma que no hubiera incompatibilidad de operación en máquinas produ- cidas por diferentes fabricantes. Aquí surge el lenguaje COBOL (Lenguaje común orientado a los negocios), el cual es hasta la fecha el más estandarizado de los lenguajes de programación.

Pese a los grandes adelantos técnicos logrados en esta generación - de computadoras, persistían otros problemas, como fue el que todavía las máquinas solamente podían ejecutar un programa y ninguno más hasta terminar con el primero y así sucesivamente.

### 3.- TERCERA GENERACION

Como se observó en la segunda generación fue un gran progreso la utilización de transistores, en las computadoras, en la tercera generación, se introdujo el empleo de los circuitos integrados, que significó un cambio cualitativo gigantesco, revolucionando totalmente el concepto y estructura de las computadoras. En 1964, es cuando se inicia esta generación, con la introducción al mercado del sistema 360 de la IBM.

Las principales características de esta generación son:

- a) Circuitos Integrados en Miniatura (chips). Con estos circuitos las computadoras redujeron su tamaño paulatinamente. Así, de la computadora convencional, se paso a la minicomputadora y de ahí hasta la microcomputadora, hasta llegar a las computadoras personales o de bolsillo.
- b) Mayor velocidad de ejecución. Consecuencia de lo anterior, es un incremento desmesurado en la velocidad de ejecución de los programas, a tal grado, que para la realización de unas operaciones elementales es suficiente con unos varios "nanosegundos".
- c) Una mayor capacidad de almacenamiento de acceso directo, con memorias más compactas y con mayor capacidad de almacenamiento de datos.

d) Multiprogramación. Esto quiere decir que ya en la tercera generación, es posible la ejecución simultánea de varios programas, sin que para ello se tenga la necesidad de recurrir a una computadora auxiliar. La multiprogramación, permite a la computadora mejorar considerablemente su operación, de la siguiente forma: divide a la memoria del sistema en dos zonas; la zona de conversión y la zona de procesamiento. La primera se encarga de gestionar la cola de espera de programas, en base a las prioridades definidas externamente, utilizando para este fin discos magnéticos. La segunda zona se dedica a la ejecución del programa activo enviando los resultados al disco magnético para que posteriormente sean listados.

e) Teleprocesamiento. Esto ha acercado cada vez más al usuario con la máquina en forma tal que prácticamente existe comunicación directa entre el usuario y la computadora, por medio de las terminales visuales.

#### 4.- CUARTA GENERACION

En la cuarta generación, también esta caracterizada por la utilización de los circuitos integrados, denominados de gran escala de integración. El resultado de la utilización de este tipo de circuitos integrados, fue de nuevo un gran incremento en la velocidad de procesamiento interno de las computadoras y disminución del tamaño de las mismas<sub>10</sub>.

Características del desarrollo de las computadoras de la cuarta generación, es el surgimiento y popularidad de las computadoras personales, las cuales son computadoras pequeñas, basadas en un microprocesador, que se le ha dado el nombre de microcomputadoras. Hay que hacer notar que no todas las microcomputadoras son computadoras personales. Por ejemplo un microprocesador puede estar dedicado a tareas específicas como son juegos de video, calculadoras de bolsillo, controlador de herramientas.

Las particularidades de las computadoras personales son:

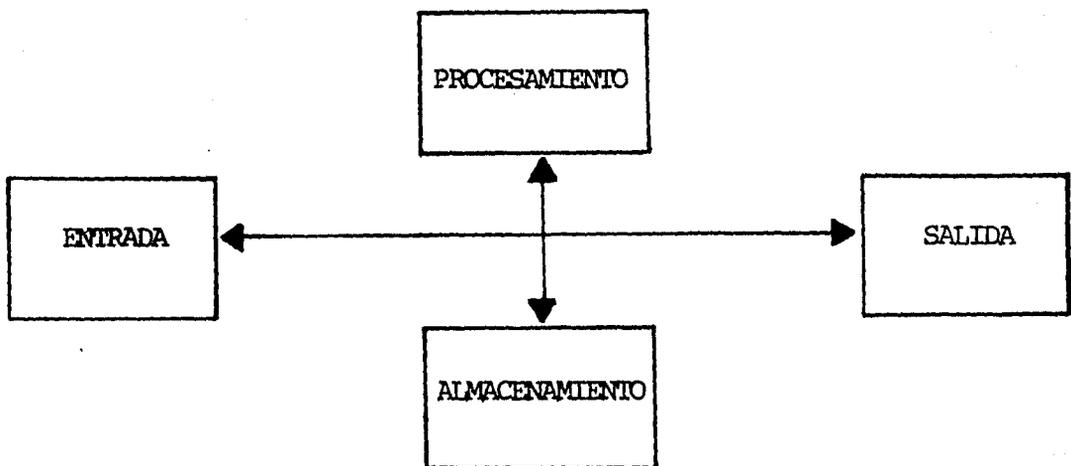
- Precio menor de 500 dolares.
- El sistema puede soportar memoria auxiliar en cassetes o discos magnéticos.
- El microprocesador (CPU) puede tener 64 bytes<sub>11</sub> o más de memoria principal.
- Puede manejar al menos un lenguaje de alto nivel<sub>12</sub>.
- El sistema operativo facilita el diálogo.

La evolución de las computadoras continua y se espera que antes que termine la década de los ochentas se empiece a entrar a la quinta generación de computadoras, las cuales se especula aún como serán sus características, pero que ya se mencionan algunas como son: capacidad de autoprogramación, e inteligencia artificial.

## 1.2 QUE ES UNA COMPUTADORA

Por definición y siguiendo lo expuesto anteriormente, una computadora es un sistema mecánico-electrónico orientado al procesamiento de datos, con gran capacidad para el almacenamiento de los mismos y elevada velocidad de cálculo, y es como se hizo ya mención, la herramienta fundamental de la informática - que es utilizada para cumplir con su objetivo el cual es el de servir como - instrumento de apoyo en el desarrollo y la generación de información correcta y oportuna, a fin de disminuir riesgos en las decisiones y acciones derivadas de esa información. En otras palabras, el procesamiento de datos, es su objetivo fundamental. Dicho procesamiento de datos, se representa por una combinación de datos discretos (en computadoras digitales), o continuos (en las - computadoras analógicas).

Las computadoras para lograr procesar los datos o información constan de tres componentes principales: las unidades de entrada, de procesamiento-almacenamiento y de salida. (Gráfica 1.2).



Más adelante se ampliarán estos conceptos.

A.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Hay una serie de conceptos básicos de informática los cuales se expon -  
drán a continuación y servirán para un entendimiento adecuado de los otros -  
conceptos que se verán más adelante. Aquí se hará referencia a conceptos que  
atañen a computadoras de tipo digital.

Existen dos conceptos muy importantes que provienen del vocabulario in -  
glés: Hardware y Software.

- 1) El Hardware traducido del inglés, se refiere a dureza, fierro, ferre -  
tería o quincallería. En la terminología de Informática, se define -  
con este término a los componentes o unidades físicas que integran a  
la computadora. Los componentes o unidades físicas incluyen a los -  
dispositivos de entrada, de procesamiento almacenamiento y de salida.

Componentes de Hardware. El Hardware o componentes físicos de las  
computadoras digitales son:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU) o Procesador. En el cual -  
esta contenida la memoria de la máquina, es el cerebro de la má -  
quina, la memoria se divide en dos zonas: ROM<sub>13</sub> y RAM<sub>14</sub>.
- Teclado. Es el instrumento con el cual se comunica el usuario -  
normalmente, introduciendo la información que necesita.

- Pantalla. Es el dispositivo más frecuentemente utilizado por las computadoras para presentar sus datos y respuestas al usuario, gracias a ellos hay comunicación y prácticamente directa entre la computadora y el programador.
- Memorias de masa. Es donde se almacena gran cantidad de información y es independiente de la CPU . Ejemplo de este tipo de memoria es el disco, cinta y cassette.
- Dispositivos periféricos. Son aquellos con los cuales la computadora se comunica con el exterior captando información y entregándola, ejemplo de estos son: impresoras, teléfonos integrados, graficadores, etc.

2) El Software, se refiere al sistema operativo-lógico de la máquina, en otras palabras son los programas que utiliza la computadora para desarrollar sus funciones.

Componentes del Software. Los elementos que integran el Software, o sea el conjunto de programas que constituyen el soporte lógico de la computadora y por tanto controlan su operación son:

- Instrucciones. Es la información o datos que indica a una computadora una acción elemental a ejecutar.
- Algoritmo. Es una serie de instrucciones, en una cierta secuencia, necesarias para describir las operaciones que llevan a la solución de un problema.

- Programa. Son una serie de instrucciones perfectamente entendibles por la computadora, en determinado orden, para ejecutar un trabajo o dar conclusión a un problema. Hay cierta similitud entre los conceptos de algoritmo y programa, la diferencia radica en que el programa es una relación hombre-máquina y en el algoritmo existe una relación hombre-hombre. Los tipos de programas que hay son principalmente:

- a) Programas lineales\*. Es cuando la ejecución del programa se realiza en el mismo orden secuencial en el cual se escribieron las instrucciones. Ejemplo de ello es el proceso de ensamblaje de un coche.
- b) Programas Cíclicos. Son los que contienen una serie de instrucciones las cuales se van a repetir un cierto número de veces. Un ejemplo es el sumar un mismo número x número de veces.
- c) Programas Alternativos. Aquellos programas en los que se pueden tomar diversos caminos dependiendo de los valores adoptados por algunas variables, ya sea en la entrada de datos o en cualquier momento de la ejecución, caen dentro de esta clasificación. Un ejemplo es cuando uno va a comer y opta por un platillo del menú del restaurante.

\* Denominados "On Line"

- Rutina. Es un conjunto de instrucciones que ejecuta un objetivo definido en el programa y en general se ejecuta una sola vez, por ejemplo el cálculo del impuesto al producto del trabajo de los empleados de una dependencia.
  
- Subrutina. Es un conjunto de instrucciones que se pueden ejecutar una cantidad ilimitada de veces. Estas las encontramos en programas los cuales tienen un conjunto de instrucciones que pueden intervenir varias veces en la ejecución de los mismos. Estas instrucciones al observar que se repiten en diversas zonas del programa se agrupan y se sacan del programa y se forma la subrutina.
  
- Lenguaje de Programación. Es un conjunto de cadenas de símbolos, acompañados de reglas y convenciones para asignar un significado a cada cadena del conjunto. Se pueden distinguir tres categorías del lenguajes:
  - a) Lenguaje de Máquina. Es el que gobierna de forma directa la acción de la computadora, al momento de interpretarse por los circuitos de ella. Este lenguaje se encuentra compuesto por ceros y unos (binario), conocido también como de bajo nivel por estar más orientado a la máquina que al programador.

- b) Lenguaje Ensamblador. Facilita la construcción de programas ya que se utilizan instrucciones simbólicas para representar la acción que debe ejecutar la computadora, una instrucción en ensamblador genera una instrucción en lenguaje máquina.
  
  - c) Lenguaje de Alto Nivel. Este tipo de lenguaje es el más descriptivo para el usuario, pues están orientados más al programador que a la máquina. Las reglas e instrucciones del programa son diseñadas para simplificar el trabajo de programación. Una instrucción en lenguaje de alto nivel genera muchas instrucciones en lenguaje máquina. Ejemplo de estos: FORTRAN, COBOL, BASIC Y ALGOL. En el capítulo III se profundizará sobre los lenguajes de programación.
- 
- Compiladores. Son programas cuya función es la de traducir el lenguaje en el cual están escritas las instrucciones a ejecutar de un programa, a un lenguaje entendible para la computadora, esto es en lenguaje máquina.
  
  - Programa Fuente. Son aquellos programas los cuales no han sido compilados y están escritos en determinado lenguaje. A cada lenguaje corresponde su respectivo compilador.
  
  - Programa Objeto. Son los programas que ya pasaron por el proceso de compilación y por tanto están listos para ejecutarse, en lenguaje máquina.

- Interprete. Es un programa que al mismo tiempo se introduce el programa, interpreta y procesa las instrucciones, permitiendo la corrección inmediata de errores, de esta forma se pueden almacenar datos y visualizar resultados.

## B.- TIPOS DE COMPUTADORAS

Hasta aquí se han visto lo que son las computadoras digitales, puesto que son las utilizadas en informática, sin embargo son tres los grupos en que se dividen a las computadoras, los cuales se definirán a continuación.

- 1) Computadoras Análogas. Son aquellas que efectúan los cálculos mediante representaciones de los números con magnitudes físicas tales como la presión y la temperatura. Estas computadoras son sistemas físicos los cuales se comportan de modo semejante a otros sistemas físicos o abstractos. Un ejemplo de ello es un simulador de vuelos el cual reproduce las condiciones físico-atmosféricas. La programación de una computadora electrónica análoga está plasmada (cableada), en los circuitos que la componen. De esta forma el análogo de un número generalmente es un voltaje, una cantidad eléctrica, una resistencia, cantidades mecánicas, las que convierten los fenómenos físicos analizados en las analogías mencionadas. En conclusión, una computadora análoga, emplea un análogo -valga la redundancia- para cada variable, produce análogos como salida y mide en forma continua.

- 2) Computadoras Digitales. Son aquellas que tienen un mecanismo de computación electrónico capaz de resolver problemas utilizando datos (entrada), ejecutando operaciones definidas en los datos (procesamiento), proporcionando los resultados de estas operaciones en forma accesible (salida) y almacenando los resultados para su uso posterior (almacenamiento). La programación de este tipo de computadoras, se realiza por medio de lenguajes.
  
- 3) Computadoras Híbridas. Como su nombre lo dice, este tipo de computadoras contienen las características ya mencionadas de los dos grupos anteriores. La entrada de datos suele estar regulada por un convertidor analógico/digital, y la información es procesada por un computador digital y la salida es canalizada por medio de un convertidor digital/analógico<sub>15</sub>.

Las computadoras digitales, son el instrumento principal del que se vale la informática y por tanto se centrará el análisis en este grupo de computadoras.

#### C.- CLASIFICACION DE COMPUTADORAS DIGITALES

De acuerdo a la capacidad y potencia de esta categoría de sistemas, se pueden diferenciar tres clases de computadoras digitales.

- 1) Macrocomputadoras. Tanto para el procesamiento de datos a gran escala, como para la utilización orientada a la gestión y fines científicos, es necesario el empleo de grandes equipos. Hasta cuando apare -

cieron en el mercado las minis y microcomputadoras, virtualmente todo lo que involucraba computación se llevaba a cabo con macrocomputadoras, ya que estas son capaces de manejar una enorme cantidad de información en diferentes y variadas aplicaciones. Por ejemplo una aplicación científica para la cual resulta apropiada una gran computadora, constituye el mantenimiento de una base de datos con la información de todos los cables de una central nuclear, caso en el cual no solo es necesaria una gran capacidad de almacenamiento, sino que para calcular recorridos eficientes la potencia de cálculo debe ser grande.

Un ejemplo en el campo de la gestión es la utilización de la computadora en el procesamiento de la información del Censo de Población. Las macrocomputadoras cuentan con un multiprocesador que ejecuta varias instrucciones en el mismo instante de tiempo y secciones de almacenamiento de alta velocidad de entrada/salida. El resultado de lo anterior, es que las macros pueden procesar los datos mucho más rápido que los otros tipos de computadoras digitales, minis y micros. Debido a lo grande y complejo de estos sistemas de macrocomputadoras, es necesario hacer fuertes inversiones en instalaciones auxiliares como: aire acondicionado, piso falso, energía eléctrica ininterrumpida, etc. Sin embargo se puede compensar su alto costo, en parte a que puedan soportar un gran número de usuarios, los cuales pueden compartir los gastos de instalación, operación y mantenimiento. La mayoría de las macrocomputadoras trabajan con 32 bits, a la vez, y pueden manipular 4 bytes (una palabra) en un ciclo de proceso y generalmente cuentan con instrucciones que dan flexibilidad para trabajar con dos bytes (media-palabra) o con 8 bytes (doble palabra).

2) Minicomputadoras. Es difícil definir con precisión lo que es una minicomputadora, pero, se puede afirmar que es una máquina la cual se encuentra en el rango de 9000 a 70000 Dólares aproximadamente, su tamaño puede variar, desde un pequeño modelo de escritorio hasta una unidad del tamaño de varios archiveros. Aunque existe una gran similitud entre las más potentes microcomputadoras y las menos potentes minicomputadoras, en términos de costo y capacidad de procesamiento de datos, la minicomputadora típica sobrepasa a la microcomputadora en su capacidad de almacenamiento, velocidad en operaciones aritméticas, y en soporte una gran variedad de dispositivos periféricos más rápidos. Por ejemplo las unidades de disco duro usadas para almacenamiento secundario en línea, en algunas minicomputadoras, tienen mucha más capacidad y operan más rápido que los dispositivos de disco blando utilizados en la mayoría de las microcomputadoras que normalmente están orientadas a un solo usuario. Las minicomputadoras pueden atender a unos cuantos usuarios. En un momento dado varias minicomputadoras pueden conectarse entre sí y funcionar como una macrocomputadora y a menor costo.

Las primeras minicomputadoras se desarrollaron respondiendo precisamente a la necesidad de tener en el mercado equipos de informática a menor costo que el que implicaba el rentar un gran equipo o macrocomputadora.

Las capacidades de almacenamiento primario y secundario en línea se incrementan de acuerdo a la potencia de la minicomputadora, y por esto es posible elegir el utilizar equipos periféricos más rápidos y poderosos que otros.

La mayoría de las minicomputadoras utilizan el almacenamiento byte direccionable, manejando 16 bytes a la vez. Existen minicomputadoras con chips microprocesadores de 32 bits, dándoles mayor capacidad y poderío.

Los principales usos a los cuales se destinan estos tipos de sistemas son:

- Control de máquinas.
- Control de instrumentos de laboratorio.
- Captura de datos.
- Desarrollo de sistemas de comunicaciones.
- Resolución de problemas científicos.
- Resolución de problemas económicos.

3) Microcomputadoras. Las microcomputadoras, son los sistemas más pequeños de procesamiento de datos con propósitos generales que pueden ejecutar programas para realizar una gran gama de tareas. Una microcomputadora contiene todos los elementos funcionales localizados en cualquier otro sistema mayor como puede ser una minicomputadora o macrocomputadora.

En su mayoría las microcomputadoras son unidades compactas, algunas tan ligeras que pueden transportarse hasta en un portafolio o en el bolsillo. Están diseñadas para ser utilizadas por una sola persona en un momento dado, estas son para monousuarios.

Así como se utilizan las minis y macrocomputadoras en el procesamiento de datos, en los negocios, empresas e instituciones, los microcomputadores se utilizan para los mismos fines. Un campo donde se tiene aplicaciones casi ilimitadas es en la educación, y en algunos países altamente industrializados se está introduciendo al estudiante desde la educación primaria básica al uso de las microcomputadoras.

De las microcomputadoras, surge en la actualidad otro concepto básico muy importante el cual es el de las computadoras personales, que en sí es, una computadora basada en un microprocesador conocido comúnmente como microcomputadora, que hace las veces de cerebro de la misma. Un microprocesador puede estar orientado a una sola función. Una computadora personal incluye pues al microprocesador y no puede ser al contrario.

### 1.3 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO

#### A.- CICLO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA COMPUTADORA

El ciclo de procesamiento de datos que tiene la computadora (digital), como se observa en la gráfica 1.2 comienza con la fase llamada entrada, sigue con la de procesamiento-almacenamiento y la tercer fase es la de salida y de esta forma el ciclo continúa. Dicho ciclo en cada una de sus fases, utiliza una serie de mecanismos los cuales serán explicados a continuación.

1) Entrada. Esta fase comprende la recolección de datos generados. Dicha generación de datos puede estar representado por cualquiera de los siguientes mecanismos o fuentes de entrada.

- Tarjetas perforadas.
- Cinta Magnética.
- Disco Magnético.
- Terminales o pantallas de Despliegue.

2) Procesamiento-Almacenamiento.

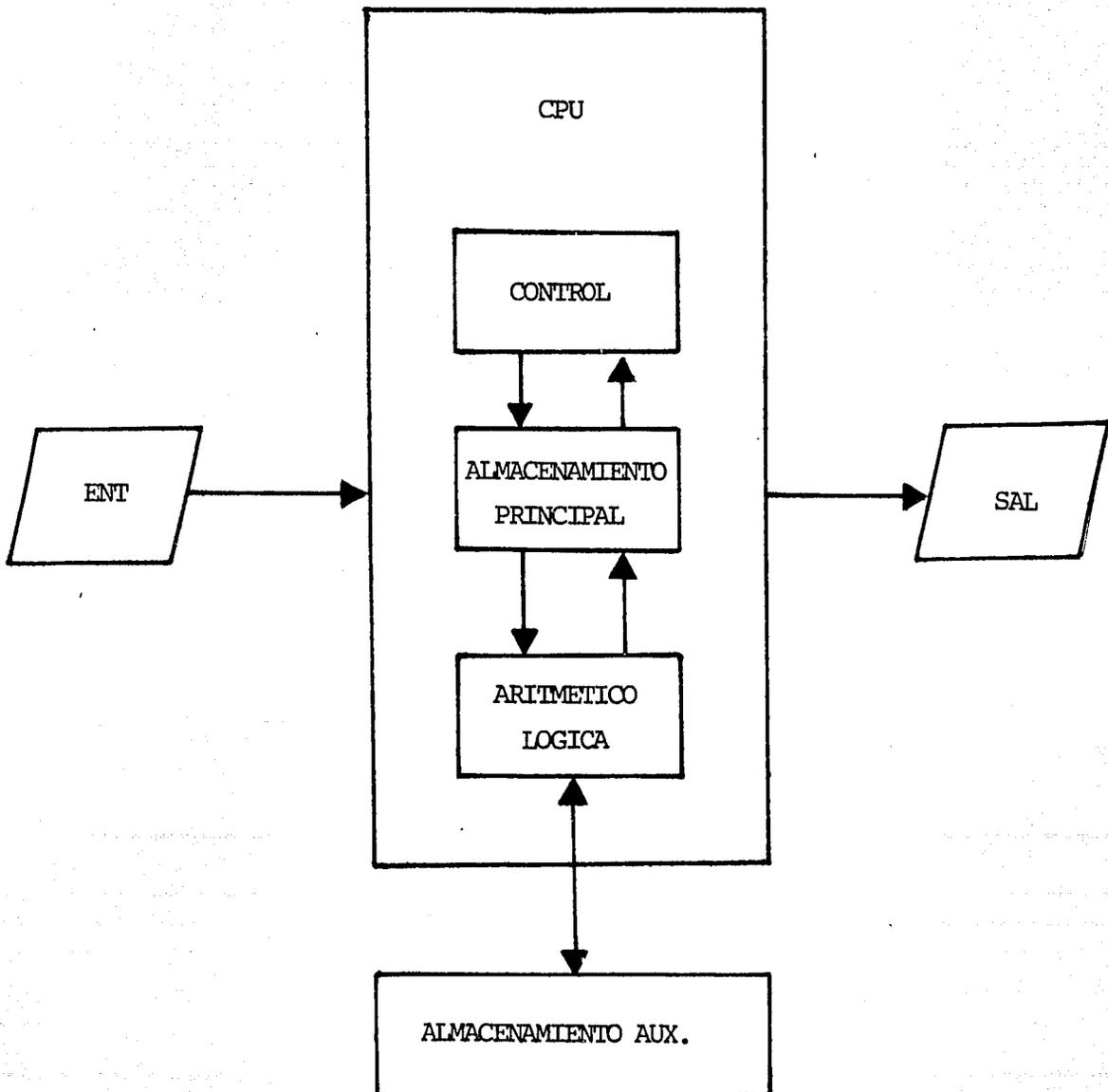
a) Unidad Central de Procesamiento (CPU). La CPU o unidad Central de Proceso dirige y controla todo el sistema de la computadora, proporciona almacenamiento interno y realiza las operaciones aritméticas y lógicas. En la gráfica 1.3 se representa lo que es una típica CPU.

En general, las computadoras digitales operan bajo la dirección de un programa almacenado que consta de un conjunto de instrucciones escritas por el programador. Esas instrucciones entran a la memoria interna de la CPU utilizando un dispositivo o mecanismo de entrada. La unidad de control dirige a la computadora a buscar la primera instrucción, interpretandola y ejecutandola, posteriormente busca la segunda y repite la operación de interpretación y ejecución. El proceso es continuo hasta que la última instrucción ordena a la máquina pararse.

GRAFICA 1.3

CICLO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA COMPUTADORA

PROCESAMIENTO-ALMACENAMIENTO



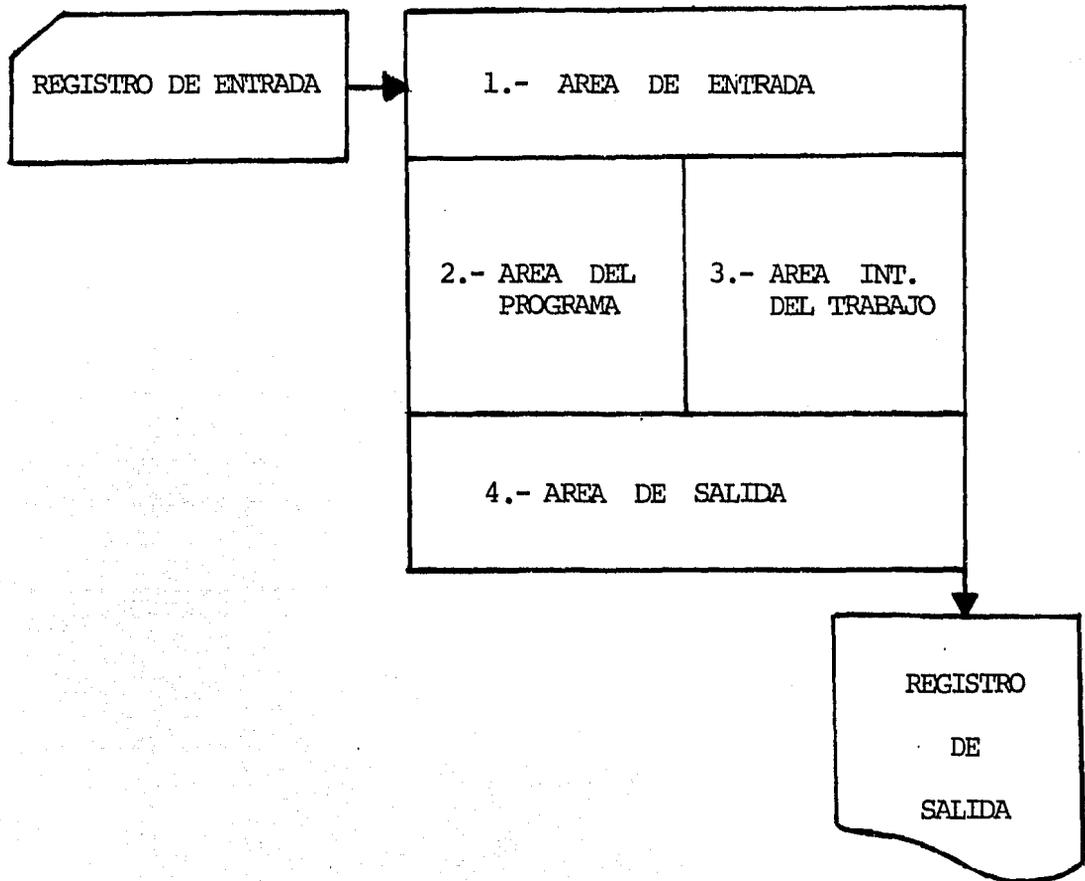
1.- Almacenamiento Principal. Para medir precisamente el tamaño de un equipo de un equipo de computo, se utiliza a la capacidad interna de almacenamiento de CPU. Esta capacidad es el factor que determina que lenguajes de programación son factibles de utilizar con el equipo existente, los problemas que son posibles de resolver y el costo del sistema. En terminos generales mayor capacidad implica un costo más alto, un problema más complejo y lenguajes de programación más sofisticados.

La memoria (almacenamiento), se puede considerar como un grupo de apartados postales cada uno con un número o dirección constante y diferente al contenido de ese apartado. El contenido cambia continuamente, pero el número del apartado su dirección, permanece fija. El almacenamiento interno de la computadora consiste en un conjunto de posiciones, cada una tiene un número único o dirección constante. El contenido de las posiciones de memoria cambia tan frecuentemente como se ordene en el programa.

El almacenamiento interno (memoria) consta de cuatro partes:

- Area de Entrada.
- Area de Programas.
- Area de Trabajo.
- Area de Salida.

GRAFICA 1.4 AREAS DE LA MEMORIA



En la gráfica 1.4 están las cuatro áreas en las cuales se divide la memoria. En el área de la entrada se almacenan datos a medida que entran por el dispositivo de entrada. El programa orienta el movimiento de esos datos del área de entrada a las áreas de trabajo y salida. La parte donde residen los programas contiene solamente las instrucciones operativas que pertenecen al programa. Esta área

casi siempre ocupa la mayoría de las posiciones de memoria utilizadas por un programa. El área de trabajo es la zona donde se guardan soluciones intermedias obtenidas en la unidad aritmética, mientras que el área de salida proporciona almacenamiento temporal a los registros de salida. La información se mueve de las áreas de entrada y de trabajo al área de salida donde, a su tiempo y con el orden previsto en el programa, se transmite a la impresora o la perforadora.

El almacenamiento interno (memoria) de las computadoras se fabrica con diferentes tipos de componentes siendo el más común el de los núcleos de ferrita. Estos núcleos tienen la posibilidad de ser magnetizados en dos direcciones, una dirección equivale a una perforación en una tarjeta, a un punto magnético de una cinta o a estar "encendido", la magnetización en la dirección opuesta es igual a la ausencia de perforación o punto magnético o a tener la condición de "apagado". Estos núcleos de ferrita pueden almacenar un dígito binario y a esta posición de memoria se le llama bit. Los núcleos están de tal manera agrupados en planos o capas que las diferentes combinaciones de "encendidos" y "apagados" significan caracteres numéricos, alfabéticos o especiales. La gran mayoría de las computadoras que corresponden a la tercera generación utilizan ocho bits de zona y cuatro numéricos. Dicho sistema de codificación se conoce como EBCDIC (Extended

Binary Codel Decimal Interchange Code) que significa Clave de Intercambio Decimal en Clave Binaria Extendida y cada agrupamiento de ocho bits se denomina byte posteriormente se ampliará a este respecto.

2.- Unidad de Control. La función fundamental de esta unidad es la de controlar y coordinar el conjunto de operaciones que hay que ejecutar para dar el oportuno tratamiento a la información. Como resultado de la interpretación a las indicaciones contenidas en el programa, la Unidad de Control genera el conjunto de órdenes elementales que repercutirán en la ejecución de la tarea solicitada. La Unidad de Control es por tanto el nervio central de la computadora. Para cumplir con su cometido utiliza circuitos electrónicos de diseño especial llamados registros los cuales dirigen a la máquina a encontrar una instrucción en la memoria, descifrarla, ejecutarla, seleccionar la siguiente y repetir el proceso hasta el final del trabajo.

3.- Unidad Aritmética-Lógica. El objetivo de la unidad en turno, es de realizar todas las operaciones aritméticas y lógicas. Puede haber registros y contadores de suma, resta, multiplicación y división, dependiendo esto del diseño electrónico de la computadora. Algunas CPUs, solamente utilizan registros de suma y resta, y ejecutan la multiplicación y división por medio de repeticiones sucesivas de las dos primeras operaciones. Hay registros lógicos para

comparar valores. Dichas comparaciones son en términos de "mayor que", "igual", "menor que", o combinaciones de estas.

b) Almacenamiento Auxiliar. Este no forma parte del "marco principal" de la CPU, sino que esta conectado a esta por medio de cables eléctricos y estos dispositivos de almacenamiento auxiliar tienen capacidad para almacenar millones o billones de caracteres. Los tipos de almacenamiento auxiliar son dos:

- Cinta Magnética. Como un medio más rápido de entrada y salida y un almacenamiento más compacto que las tarjetas perforadas, las cuales por cierto ya casi no se utilizan en la actualidad.

- Almacenamiento de acceso directo (DAS: Direct Access Storage). El desarrollo del Almacenamiento Auxiliar hizo posible de pasar del procesamiento en lotes al procesamiento en línea. Siendo el DAS un tipo de almacenamiento de gran capacidad, por tanto su procesamiento es en línea. Los tipos de almacenamiento directo son dos:

- Almacenamiento de Disco Magnético. Estan integrados en grupos de discos los cuales estan hechos de aluminio y cubiertos con la misma capa de óxido ferroso empleada en la cinta magnética.

- Almacenamiento en Tambor. Esta constituido por una pieza que se asemeja a un rodillo. El almacenamiento en tambor ofrece tiempo de acceso más rápido que los discos, sin embargo la capacidad de almacenamiento es menor que la de aquellos.

El almacenamiento auxiliar debido a su gran capacidad y alta velocidad se utiliza principalmente en:

- Almacenamiento de Programas. Cuando la Capacidad de la memoria principal se ve rebasada por un programa muy grande.
- Almacenamiento de Datos. Se dan estos comunmente en empresas las cuales tienen en registros a sus clientes, empleados, inventarios.
- Almacenamiento Histórico. Esto es cuando una empresa, institución u organismo conservan los registros de transacciones u operaciones por varios años.
- Comunicación. En los procesamientos en grupos o secuenciales, la computadora ejecuta un paso después de otro. La salida de cada uno sirve de entrada al siguiente. El almacenamiento auxiliar se puede aprovechar como área intermedia entre los pasos de un proceso.
- Entrada y Salida. A pesar de que los dispositivos de almacenamiento auxiliar se utilizan casi siempre para guardar información, algunas veces son medios de captación de datos de entrada o de salida de la computadora.

3) Salida. En esta última fase del procesamiento electrónico de datos, los resultados finales después de ser procesados se convierten en la salida por medio de las siguientes fuentes.

\* En métodos de Procesamiento de Datos se define el concepto.

- Tarjetas Perforadas.
- Cinta Magnética.
- Disco Magnético.
- Papel.
- Terminales o Pantallas de Despliegue.

B.- MECANISMOS DE ENTRADA-SALIDA

Como es de notar hay mecanismos-dispositivos los cuales son tanto para la fase de entrada como para la de salida e inclusive para el almacenamiento de datos, como son: tarjetas perforadas, unidades de cinta magnética, unidades de disco magnético y terminales de despliegue. Pues bien, aparte de estos mecanismos-dispositivos de entrada-salida hay otros que serán descritos a continuación.

- 1) Lector de Tarjetas. Es un dispositivo cuya función es reconocer el código perforado en las tarjetas, las perforaciones son convertidas en pulsos eléctricos.
- 2) Lector de Caracteres de Tinta Magnética. Dispositivo que interpreta los caracteres impresos con tinta magnética en un papel y los traduce al código de la máquina.
- 3) Lector de Caracteres Opticos. Dispositivo que lee caracteres impresos o manuscritos y los traduce al código de la máquina.

- 4) Unidad de Disco Magnético. Es un dispositivo de alta velocidad cuyo objetivo es leer y escribir datos en discos magnéticos. - Contiene un impulsor y paquete de discos removibles e intercambiables que se utilizan para almacenamiento auxiliar.
- 5) Unidad de Cinta Magnética. Es un dispositivo de alta velocidad que lee y escribe datos sobre una cinta magnética, funciona como almacenamiento auxiliar.
- 6) Perforador de Tarjetas. Es una máquina que produce tarjetas perforadas, las cuales contienen datos enviados a esta por la CPU. Convierte los unos y los ceros del lenguaje máquina de la computadora a la clave de perforación Hollerith.
- 7) Impresora. La impresora convierte los pulsos eléctricos que se han recibido de la CPU en un lenguaje legible y los graba en forma de documentos impresos. El papel para impresión viene en largas y continuas hojas. Estas hojas están disponibles en tipos - estandares de papel comercial.

#### C.- MÉTODOS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS

Hay varios métodos para el procesamiento de datos. El incremento de la actividad económica que se refleja en el incremento de las transacciones comerciales de la población y de la demanda de bienes y servicios, hace que el manejo de empresas -también cada vez más grandes- sea más complejo. La dirección de la empresa y de la economía en general, requiere que se coordinen -

elementos muy diversos y heterogéneos. Para poder satisfacer las necesidades de organizaciones complejas, se requiere de un sistema de información el cual sea capaz de recolectar y mantener archivos actualizados de datos cuantitativos, reorganizarlos y presentarlos en forma resumida y legible para poder utilizarlos en la toma de decisiones.

El método de procesamiento de datos que se escoja dependerá de las necesidades del sistema, del costo del equipo y de los beneficios marginales relacionados.

A continuación se expondrán los principales métodos de procesamiento de datos.

- 1) Procesamiento en Lotes o Grupos. Como su nombre lo dice este tipo de procesamiento de datos se caracteriza por hacerlo en grupos o lotes - en orden secuencial o sea uno tras otro hasta que no se termine el - procesamiento ( o actualización) de uno, se continúa con el otro y - así consecutivamente hasta concluir. Este método prevaleció en los - primeros años de las computadoras, junto con el uso de las tarjetas - perforadas. Sin embargo este método posteriormente mostro sus defi - ciencias como es la de proporcionar información que rara vez está ac - tualizada y con mucha demora.
  
- 2) Procesamiento en Línea. ("On Line"). Este tipo de procesamiento no necesita esperar el procesamiento de uno o más lotes en orden secuencial para traer datos de un registro de una determinada posición en - la memoria sino que ahora debido al tipo de almacenamiento aleatorio

(o de acceso directo), la máquina puede extraer datos de cualquier posición de la memoria.

El resultado de esto es una mayor rapidez en el manejo de los registros y transacciones, las cuales también se encuentran debidamente actualizadas.

- 3) Procesamiento en Tiempo Compartido. Los dos métodos anteriores, son mucho más utilizados, sin embargo hay otro dos métodos que se han popularizado últimamente, uno de ellos es el de procesamiento en tiempo compartido. Este método es una adaptación del procesamiento "On Line". El tiempo compartido permite a las empresas pequeñas o a científicos, distribuir el tiempo de una computadora la cual esta centralizada. Mediante este método es posible que la informática esté al alcance de empresas que por su tamaño no tienen capacidad financiera para adquirir equipos caros de cómputo, así mismo estudiantes o individuos los cuales tengan interés en equipos de cómputo sofisticados pueden hacerlo por este método de procesamiento. Los usuarios se comunican con el sistema por medio de la línea telefónica, los datos entran a una terminal, como puede ser una máquina de escribir, una lectora e inclusive una minicomputadora. La computadora central detiene los trabajos en proceso y recibe los datos de entrada de la terminal, manejando las entradas de datos tan rápido que pueden realizar lo mismo muchos usuarios a la vez ignorando que cada uno debe esperar unas cuantas milésimas de segundo mientras otro usuario es atendido. La máquina no tiene que terminar el proceso de recepción de datos en ese

momento sino que asigna un lugar al trabajo que llega en la cola de entrada y lo procesa posteriormente.

- 4) Procesamiento en Tiempo Real. Este procesamiento implica que hay comunicación directa entre el usuario y el sistema de cómputo.

"El proceso tiene que ser lo suficientemente rápido como para que el resultado de una operación tenga un efecto inmediato sobre el proceso que se está realizando"<sup>17</sup>. Un ejemplo muy claro del método de procesamiento en tiempo real, es cuando se saca dinero del banco por medio de una cuenta de cheques, el archivo donde se encuentra la cuenta, debe estar actualizado al momento de requerir consultarlo, si tiene saldo suficiente para cubrir el importe del cheque.

#### D.- REPRESENTACION DE DATOS EN CLAVE

La representación de datos en la computadora, ya en su interior, se hace en lenguaje de máquina, esto quiere decir que los caracteres numéricos, alfabéticos y especiales son traducidos a la CPU por medio de un compilador. El lenguaje-máquina a que es traducido es a base de numeración binaria, esto es que todo se traduce a unos (1) y ceros (0); pues son los únicos números aceptables en este tipo de numeración denominada binaria porque "bi" significa dos. Los principales códigos de representación de datos en clave binaria son los siguientes:

- 1) Decimal en Clave Binaria (BCD). Primer código desarrollado para la numeración binaria. Dicho código fue característico de las computado

ras de la primera generación se aplicaba principalmente a los negocios y uno de sus inconvenientes es que tenía poca velocidad interna de funcionamiento. La característica de este código era la agrupación de los bits en grupos de cuatro para representar a cualquier dígito decimal.

2) Clave de Intercambio Decimal en la Clave Binaria Extendida (EBCDIC).

La necesidad de representar datos no solamente numéricos sino también alfabéticos y especiales condujo al desarrollo del código EBCDIC. En esta clave se aplicó el byte<sub>18</sub> como unidad, compuesto por ocho dígitos binarios (bits) para la representación de datos. El empleo de bytes amplió y agilizó el procesamiento de datos.

3) Clave Norteamericana Normal para Intercambio de Información (ASCII).

Este código emplea siete bits para describir el conjunto de caracteres y se utiliza principalmente en la transmisión de datos en unidades periféricas como son los teletipos o pantallas.

4) Código FIELDATA. Los requerimientos del Ejército Norteamericano originaron el desarrollo de este código.

En los cuadros 1.2 y 1.3 se hace una comparación de como se representan las primeras letras y números en los códigos EBCDIC, ASCII y FIELDATA.

CUADRO 1.2

VALORES DE ALGUNOS CARACTERES UTILIZANDO TRES CODIGOS DE REPRESENTACION DE DATOS.

CARACTER	EBCDIC	ASCII	FIELDATA
A	1100 0001	100 0001	000 110
B	1100 0010	100 0010	000 111
C	1100 0011	100 0011	001 000
D	1100 0100	100 0100	001 001
E	1100 0101	100 0101	001 010
F	1100 0110	100 0110	001 011

CUADRO 1.3

CARACTER	EBCDIC	ASCII	FIELDATA
0	1111 0000	011 0000	110 000
1	1111 0001	011 0001	110 001
2	1111 0010	011 0010	110 010
3	1111 0011	011 0011	110 011
4	1111 0100	011 0100	110 100
5	1111 0101	011 0101	110 101

#### 1.4 DIAGRAMACION

Para la representación gráfica de los procedimientos utilizados en un sistema completo para la realización del procesamiento de datos, es necesario el manejo de símbolos, los cuales en la actualidad se encuentran estandarizados, esto quiere decir que son empleados por todos los fabricantes de equipos de computo, así como los mismos usuarios. Los símbolos utilizados para la diagramación en el procesamiento de datos, señalan procedimientos a realizar, mediante la utilización del equipo preferido, operaciones manuales y configuración de la computadora en un momento dado.

Los Diagramas utilizados en Informática son de tres tipos:

##### 1) Diagramas de Flujo de Programas.

Ante todo un diagrama de flujo, es un medio para expresar la solución de un problema dado. Los diagramas de flujo son utilizados en una gran variedad de campos de la ciencia y la técnica. Con respecto a la programación en Informática, es de vital importancia antes de realizar la misma programación, llevar a cabo el paso principal de desarrollar una lógica que se use para resolver los diversos factores que abarca el problema. Simbólicamente señala los pasos a seguir para la resolución del problema, definiendo claramente las operaciones a efectuar por parte de la computadora, en la secuencia adecuada.

##### 2) Diagrama de Flujo del Sistema.

Muestra los pasos del procesamiento de datos requeridos para lograr el objetivo de la aplicación del mismo sistema.

### 3) Diagrama de Bloque.

Representa graficamente los procedimientos usados en un programa para la realización del procesamiento de datos. En otras palabras, muestra como se lleva adelante ese procesamiento, para lo cual se emplean símbolos que representan funciones, acciones y decisiones principalmente, los cuales son unidos por medio de líneas y flechas que indican la dirección del flujo con lo cual se tiene un medio de presentar operaciones que puedan captarse y seguirse facilmente aún por personas que no tengan gran conocimiento sobre la operación y programación de computadoras.

Los diagramas en general, se preparan de acuerdo con la costumbre establecida de leer de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, aún cuando algunas veces es necesario hacerlo en diferente forma según se necesite. Las líneas de flujo pueden dibujarse horizontal, vertical y diagonalmente.

#### A.- SIMBOLOS

Los símbolos empleados en los tres tipos de diagramas de flujo son los siguientes:

##### 1) Símbolo de Inicio

En general es el primer símbolo que aparece en todo diagrama de flujo. A partir de él se especifican todos los pasos que forman el diagrama unidos por flechas que indican hacia donde está dirigido el flujo del proceso. Se denomina este símbolo terminal.



2) SIMBOLO DE ENTRADA Y/O SALIDA.

Representa cualquier función de entrada o salida ya sea para representar información para su procesamiento (entrada), o para registrar la ya procesada (salida).



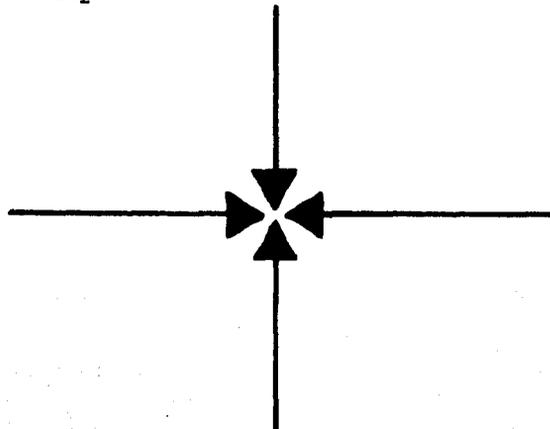
3) SIMBOLO DE PROCESAMIENTO.

Representa una función de proceso, como puede ser la ejecución de una operación cuyo resultado es el cambio de un valor, forma o posición de la información.



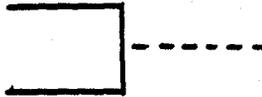
4) SIMBOLO DE LINEA DE FLUJO.

Se utiliza para eslabonar símbolos y para indicar la secuencia de las operaciones. Comúnmente cada línea de flujo que entre o salga de un punto de empalme, debe tener puntos en forma de flecha cerca del punto de empalme, o acoplamiento.



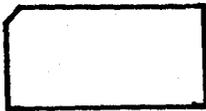
5) SIMBOLO DE ANOTACION O COMENTARIOS.

Es utilizado para proporcionar comentarios descriptivos o notas ex -  
plicativas para fines de aclaración.



6) SIMBOLOS DE TARJETA PERFORADA.

Se utiliza para representar una función de entrada y de salida, em-  
pleando cualquier tipo de tarjeta perforada.



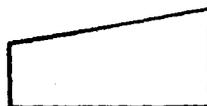
7) SIMBOLO DE CINTA DE PAPEL PERFORADO.

Indica que los datos de entrada/salida se encuentran en cinta de pa-  
pel perforado.



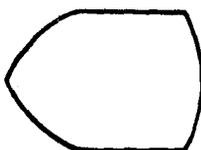
8) SIMBOLO DE ENTRADA MANUAL.

Representa una función de entrada en la que la información se anota  
manualmente cuando se procesa mediante teclados, interruptores, etc.



9) SIMBOLO DE EXHIBICION O VISUALIZACION.

Representan una función de entrada y de salida en la cual la información se exhibe para que se utilice en el momento del procesamiento - mediante mecanismos de video.



10) SIMBOLO DE DOCUMENTO.

Representa un formato de documento impreso.



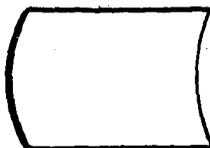
11) SIMBOLO DE ESLABON DE COMUNICACION.

Se emplea para representar datos transmitidos automáticamente de una fuente a otra.



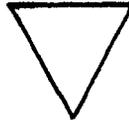
12) SIMBOLO DE ALMACENAMIENTO EN LINEA.

Representa una función de entrada/salida, utilizando cualquier tipo de almacenamiento, por ejemplo cinta, tambor o disco magnético.



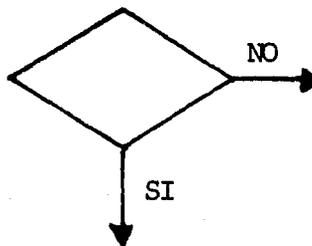
13) SIMBOLO DE ALMACENAMIENTO FUERA DE LINEA.

Se refiere a cualquier almacenamiento que no quede directamente accesible al sistema de computadoras.



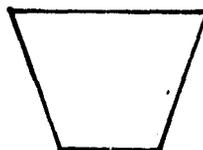
14) SIMBOLO DE DECISION.

Representa cualquier actividad de la computadora mientras trabaja con los datos de entrada. Las operaciones que determinan alguna de las desviaciones del flujo del proceso, cuando se efectúa una aseveración, en caso afirmativo el flujo se desvía a la derecha y en la negación hacia abajo.



15) SIMBOLO DE OPERACION MANUAL.

Representa cualquier proceso fuera de línea que tenga que ejecutarse manualmente sin ayuda mecánica.



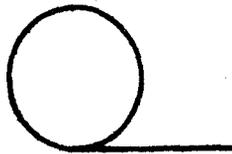
16) SIMBOLO DE OPERACION AUXILIAR.

Representa una operación fuera de línea ejecutada en algún equipo el cual no quede bajo el control directo de la unidad central de procesamiento.



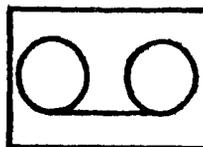
17) SIMBOLO DE ALMACENAMIENTO EN CINTA MAGNETICA.

Indica que los datos de entrada/salida, se encuentran en cinta magnética.



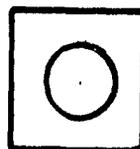
18) SIMBOLO DE CASSETTE.

Indica que los datos de entrada/salida, están grabados en un cassette.



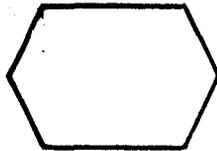
19) SIMBOLO DE DISKETTE.

Quiere decir, que los datos de entrada/salida, se encuentran grabados en un disco blando denominado diskette o "floppy disk"



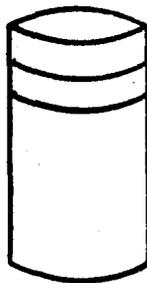
20) SIMBOLO DE PREPARACION.

Indica que se va a realizar un cambio en el programa que se va a ejecutar.



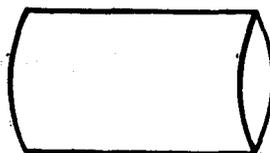
21) SIMBOLO DE DISCO MAGNETICO.

Indica que los datos de entrada/salida, estan grabados en un disco magnético.



22) SIMBOLO DE TAMBOR DE DISCOS MAGNETICOS.

Representa que los datos de entrada/salida, se encuentran almacenados en un tambor con discos magnéticos.



23) SIMBOLO DE CONEXION.

Indica una salida o una entrada a otra parte de la tabla de flujo.



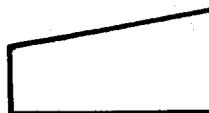
24) SIMBOLO DE CONEXION FUERA DE PAGINA.

Se utiliza cuando se conecta un punto en la página con otro de otra página.



25) SIMBOLO DE ENTRADA POR TABLERO.

Representa la entrada por la consola de la computadora o terminal re mota.



Estos son los símbolos más utilizados en Informática para la elaboración de programas y para documentación de sistemas.

### 1.5 IMPACTO DE LA INFORMATICA.

El impacto que ha tenido la informática en la ciencia, técnica y artes ha sido de tal magnitud que casi ningún campo del saber humano ha quedado - excluido de la llamada revolución de la Informática o "Tercera Ola", para - hacer más explícito el significado de este concepto se transcribirá una cita textual de su principal teórico Alvin Toffler:

"La humanidad se enfrenta a un salto cuantico hacia adelante. Se enfrenta a la más profunda conmoción social y reestructuración creativa de todos - los tiempos. Sin advertirlo claramente, estamos dedicados a construir una - civilización extraordinariamente nueva. Este es el significado de la "tercera ola".

"La especie humana ha experimentado hasta ahora dos grandes olas de cambio, cada una de las cuales ha sepultado culturas o civilizaciones anteriores y las ha sustituido por formas de vida inconcebibles hasta entonces. La primera ola de cambio -la revolución agrícola- tardó miles de años en desplegarse. La segunda ola -el nacimiento de la civilización industrial- necesitó solo trescientos años. La historia avanza ahora con mayor aceleración - aún, y es probable que la tercera ola inunde la historia y se complete en - unas pocas décadas. Nosotros, los que compartimos el planeta en estos explosivos momentos, sentiremos por tanto, todo el impacto de la tercera ola en - el curso de nuestra vida"<sup>18</sup>.

De esta forma Alvin Toffler, anuncia en su libro "La Tercera Ola", el advenimiento de la sociedad postindustrial y por tanto de una nueva forma de vida la cual estará basada en fuentes de energía diversificadas y renovables.

Esto implicaría también que la economía de una sociedad de la tercera ola - estaría caracterizada por ser al mismo tiempo altamente tecnológica y antiindustrial. Claro, Alvin Toffler, ve al desarrollo de la sociedad postindustrial a la luz de los países altamente industrializados, pero la cuestión es también evaluar el impacto que tendría o que está teniendo ya la introducción de los sistemas informáticos en economías dependientes o "subdesarrolladas". Pero en fin, la introducción de la informática a todas las áreas del saber humano es un hecho.

He aquí una muestra del impacto que ha tenido la informática, mediante un listado de las diversas áreas y aplicaciones que se le ha dado.

- MEDICINA.

Se utiliza la informática, para llevar desde el control del archivo de pacientes hasta para realizar diagnósticos de enfermedades y ejecución de operaciones.

- ARQUITECTURA..

Las computadoras también se están empleando en el diseño arquitectónico, ya sea para desarrollar planos o hacer modificaciones, para lo cual hay dispositivos de graficación que agilizan el trabajo ahorrando tiempo y dinero.

- LITERATURA.

Alimentando a una computadora con el conjunto de elementos que componen determinado lenguaje, están en condiciones de hacer análisis literarios e inclusive podrían hacer poesías, cosa que ya se ha hecho en la actualidad en la Universidad de Cambridge.

- MUSICA.

Mediante las computadoras se hace música de cualquier tipo. Es lo que se denomina actualmente "música electrónica". Ejemplo de esto es la música para la película Naranja Mecánica de Stanley Kubrick.

- PRODUCCION.

Actualmente muchas empresas emplean para controlar sus líneas electrónicas de producción a computadoras.

- AGRICULTURA.

Hay granjas y cultivos controlados por computadora.

- BANCA.

Las cuentas de cheque y control de tarjetas de crédito, por citar un ejemplo se llevan por computadoras.

- CONTROL DE TRAFICO.

Este es un ejemplo de la utilización de la informática a problemas urbanos, en gran parte de las ciudades del mundo, el tráfico es controlado por computadora.

- CONTROL DE INVENTARIOS.

Esta es obra de las aplicaciones industriales y comerciales de la informática.

- MUSICA.

Mediante las computadoras se hace música de cualquier tipo. Es -  
lo que se denomina actualmente "música electrónica". Ejemplo de -  
esto es la música para la película Naranja Mecánica de Stanley -  
Kubrick.

- PRODUCCION.

Actualmente muchas empresas emplean para controlar sus líneas -  
electrónicas de producción a computadoras.

- AGRICULTURA.

Hay granjas y cultivos controlados por computadora.

- BANCA.

Las cuentas de cheque y control de tarjetas de crédito, por citar  
un ejemplo se llevan por computadoras.

- CONTROL DE TRAFICO.

Este es un ejemplo de la utilización de la informática a proble -  
mas urbanos, en gran parte de las ciudades del mundo, el tráfico  
es controlado por computadora.

- CONTROL DE INVENTARIOS.

Esta es obra de las aplicaciones industriales y comerciales de la  
informática.

- SUMINISTRO DE AGUA.

El suministro de agua en varias ciudades del mundo es efectuado - por computadoras.

- CONTROL DE LA CAPTACION FISCAL.

Para un eficiente control de la captación de los impuestos no hay medio más eficiente y rápido que hacerlo mediante sistemas computarizados.

Esta fue una muestra de las aplicaciones que ha tenido la informática en diversos campos, mencionandose ya algunos que tienen relación con la economía, cuestión que se tratará específicamente en los próximos capítulos.

## 1.6 LA INDUSTRIA INFORMATICA

Después de lo ya expuesto, es de notar que la informática tiene tal relevancia en la actualidad, que inclusive se ha llegado a pensar sobre la conveniencia de no hablar solamente de los sectores tradicionales en los que esta dividida la economía, los cuales son: Sector primario el agrícola, el sector secundario el industrial, sector terciario el de servicios y agregar un cuarto sector el informático.

La industria informática es sobre todo en los países altamente industrializados de las más dinámicas. En la década anterior cuando estaba en su apogeo la crisis de energéticos esta afectó mucho a el crecimiento de las principales potencias occidentales, muchas industrias tradicionalmente dinámicas se vieron afectadas, muestra de ello es la industria automotriz, la cual experimentó una sensible recesión. En contraste la industria informática experimentó un crecimiento acelerado, aquí se citarán datos para ilustrar lo anterior.

En 1955 se instalaron 244 sistemas de computadoras con un valor de 177 millones de dólares, en 1965 se instalaron 23,000, en 1968 47,000, en 1969 54,000, en 1970 61,000 sistemas con un valor de 26,000 millones de dólares, en 1975 200,000, en 1980 375,000 sistemas con un valor de 75,000 millones en total fueron realizados en el mercado mundial.

El mercado se expandió de tal forma que el estadounidense es del orden de los 140,000 millones de dólares, el europeo 53,000 millones, el japonés 37,000 millones; totalizando 230 000 millones, en la actualidad.

En términos relativos la industria informática, representa entre el 25% y 35% del total de la industria electrónica en los países altamente industrializados<sup>19</sup>.

Con respecto a las microcomputadoras, en 1981, se produjeron un millón de máquinas, en 1983 dos millones, en 1986 se estiman cinco millones y en 1990 se estima una producción de diez millones de microcomputadoras.

Para dar una idea del empuje que tiene la industria informática, se hace una analogía con la industria de la aviación y se dice que si ésta "hubiera evolucionado de una manera tan espectacular como lo hizo la industria de la computación en los últimos 25 años, un avión equivalente a un Boeing 767 hoy costaría 500 dólares y le daría la vuelta al mundo en 20 minutos con solo cinco galones de combustible"<sup>20</sup>.

El tamaño del mercado nacional de computadoras estimado en poco más de 200 millones de dólares<sup>21</sup>, aunque es muy pequeño comparado con el de los Estados Unidos, Europa, Japón, no deja de ser importante; muestra de ello es que el mercado mexicano esta dominado básicamente por empresas trasnacionales, y es necesario que el gobierno adopte medidas adecuadas para un desarrollo de la industria nacional de computadoras.

NOTAS AL CAPITULO

1. Diccionario Francés de Informática.
2. SPERRY-UNIVAC. Conceptos Sobre Procesamiento de Datos, p. 3-1.
3. AWAD, ELIAS M. Procesamiento Automático de Datos, p. 53.
4. SPERRY-UNIVAC. Concepto Sobre Procesamiento de Datos, p. 3-3.
5. Enciclopedia Práctica de la Informática No. 1, p. 2.
6. MORA, JOSE LUIS. Introducción a la Informática, p. 53
7. SPERRY-UNIVAC. Op. Cit. p. 3-14.
8. UNAM. Introducción a la Computación, p. 37
9. NANOSEGUNDO. Es una millonésima de segundo.
10. UNAM. Op. Cit. p. 39.
11. BYTE. Palabra constituida por un grupo de 8 bits (Bit=Binary Digit, Dígi to Binario). Se le conoce también como octeto.
12. Lenguaje de Alto Nivel. Lenguaje de programación cuya estructura no esta ligada a ninguna orden personal, está orientado al problema no a la máquina.
13. ROM. (Read only memory = memoria solo para lecturas), modalidad de la me moria en la que solo se puede leer los datos que contiene.
14. RAM. (Read access memory = memoria de acceso aleatorio), modalidad en la cual el contenido de la memoria puede tanto leerse como modificarse.
15. Enciclopedia Práctica de la Informática No. 2, p. 21.
16. SPP. Introducción a las microcomputadoras, p. 7.
17. Enciclopedia Práctica de la Informática No. 19, p. 370.
18. SPP-UNAM. La Informática a Futuro en México, p. 71.
19. Ibid. Pag. 99.
20. Fundación Arturo Rosenblueth. Revista de computación 010, No. 1, Vol. 4, Enero-1984, p. 10.
21. SPP-UNAM. Op. Cit. p. 141.

## C A P I T U L O   I I

### LA INFORMATICA Y LOS METODOS DE ANALISIS EN LA CIENCIA ECONOMICA.

#### 2.1 INTRODUCCION

En el presente capítulo se iniciará con un examen breve de los métodos - tradicionales que utiliza el economista para sus análisis e investigaciones, - de los fenómenos de la ciencia económica. En seguida se expondrán los métodos desarrollados más recientemente.

El primero de estos métodos es la econometría que su progreso se da antes de la Segunda Guerra Mundial, y que desde entonces es vital para el análisis - económico. La Investigación de Operaciones (IO)\*, es otro método muy importan- te en la actualidad, desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial; el cual - tiene alcances ilimitados en cuanto a su aplicación en la ciencia económica, - debido a las técnicas y métodos que a su vez posee. Posteriormente se explica lo que es el Análisis de Sistemas , método derivado de la IO, y producto tam - bién de la relación de la Informática con la IO.

Al finalizar se hace referencia al concepto de Simulación en computadoras y las posibilidades de esta en los sistemas microeconómicos y macroeconómicos.

\* De aquí en adelante Investigación de Operaciones se abreviará " IO ".

## 2.2 LOS METODOS TRADICIONALES UTILIZADOS POR LA CIENCIA ECONOMICA

La ciencia económica como cualquier otra ciencia, tiene su método o métodos, que le permiten desarrollar sus investigaciones. Como método se entiende "al procedimiento ordenado que se sigue para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los cuales se dirige el interés científico, y para guiar y enseñar lo que en materia de ciencia es la verdad"<sup>1</sup>. Para Aristóteles, la ciencia se indentifica con el método y viceversa; y en realidad sin método no puede haber ciencia.

Ahora bien para toda investigación es necesario utilizar el método científico, que en general es común a todas las ciencias, pero que se diferencia por sus objetivos y sus técnicas. Las ciencias factuales estudian hechos; las formales ideas. La lógica y la matemática, ciencias formales, que no se relacionan directamente con nada que se encuentre en la realidad. La economía, ciencia factual se relacionan con hechos reales y recurre a la experiencia para comprobar sus teorías. Pero tanto las ciencias formales como las factuales, hacen uso del método científico para la explicación de sus fenómenos.

El proceder del método científico para la resolución de los fenómenos, consiste primordialmente en cuatro etapas:

- 1) Observación. El hombre observa cierto tipo de irregularidad dada en la naturaleza o mundo real.
- 2) Hipotesis. A continuación formúla una (s) hipótesis relativa a la naturaleza exacta de su irregularidad.

- 3) Prueba de la Hipótesis. Pone a prueba sus hipótesis teniendo cuidado de controlar todos los aspectos de la situación, excepto la secuencia de sucesos que desea examinar.
- 4) Comprobación o Rechazo. a) En el caso de que la (s) pruebas confirmen su hipótesis el científico hace públicos sus descubrimientos, por lo general mediante publicaciones en revistas científicas. Esto hace que otros científicos comprueben esos descubrimientos y, si son aceptados se incluyen en el caudal general del conocimiento científico, para utilizarlos ya sea en el desarrollo de la tecnología o para llevar a cabo otras investigaciones. b) En caso de que la (s) pruebas realizadas rechacen las hipótesis, se descarta por completo o se modifican y se ponen a prueba nuevamente. Si llega a confirmarse, se procede como en el inciso a).

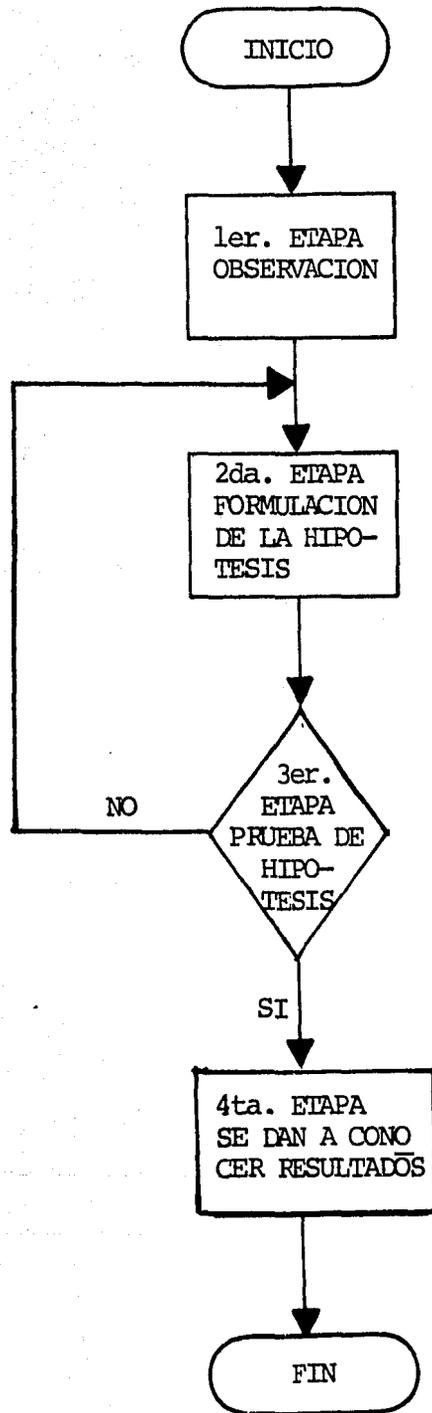
Para una mejor comprensión en el diagrama de flujo (\*), se observa las cuatro etapas del método científico.

Incluso después de que una teoría haya sido aceptada como válida por la comunidad científica, aún estará sujeta a otras pruebas y al rechazo ulterior, sino corresponde a la realidad. A medida que se perfeccionan los instrumentos de medición como son: las estadísticas, las matemáticas, y las computadoras; las teorías antiguas aceptadas se revisan y se ponen a prueba constantemente. Por lo tanto, los conocimientos científicos son provisionales esto es, lo que es cierto hoy puede resultar falso mañana, debido simplemente a que las ciencias mismas varían constantemente.

\* Gráfica 2.1

GRAFICA 2.1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO DEL METODO CIENTIFICO



La ciencia económica tiene sus métodos propios de investigación derivados del método científico, que le permite al investigador o al economista práctico la obtención de resultados con carácter científico. Los métodos que tradicionalmente ha utilizado la ciencia económica son:

#### A.- ANALITICO

Todos los fenómenos económicos que se le presentan a consideración al investigador son demasiado complejos si se les examina con detenimiento; son simples a primera vista. Pero si se quiere estudiar sus causas y efectos del fenómeno, es necesario separar en partes para estudiarlo de mejor manera. Este proceso de separación de un todo en sus partes es el procedimiento realizado por el método analítico.

El método analítico se conduce sistemáticamente en cinco etapas que son:

- 1) Observación. Comienza con la observación de un hecho o fenómeno que tiene interés científico o que deliberadamente se escoge para someterlo a estudio.
- 2) Descomposición. De la observación pasamos a la descripción de lo que vemos o encontramos; esto nos conduce al examen crítico del objeto de nuestro interés. Y para poder examinarlo con ojos críticos es necesario descomponerlo, analizarlo en el sentido propiamente dicho, a fin de conocerlo así en todos sus detalles y aspectos.
- 3) Cuantificación. El siguiente paso será la enumeración de las partes que resulten del análisis anterior .

- 4) Clasificación. En seguida se tiene que ordenarlas, es decir comprenderlas una y otra en su función y posición. Al realizar esto nos conduce a una clasificación adecuada. Hasta este momento de lo investigado ya se tiene un conocimiento avanzado sobre el objeto en estudio, - que nos permite explicar lo que hemos encontrado, por su origen, por las condiciones de su desarrollo o existencia y por lo que significa o representa.
- 5) Comparación. Por último será necesario hacer comparaciones, buscar - analogías o discrepancias con otros hechos o fenómenos. Esto nos permite establecer relaciones y coordinar el objeto de nuestra investigación con otras similares, ya que nada existe ni sucede en forma aislada.

Así el método analítico, conduce al investigador a obtener del fenómeno - en estudio, un conocimiento más profundo de este. Pero su estudio sería incompleto, pues no solo basta conocer las cosas sino que también comprenderlas en su verdadera esencia, para esto es necesario utilizar el método sintético.

#### B.- SINTESIS

La síntesis no es otra cosa que la operación inversa del análisis, esto - es, reunir y componer las partes o los elementos de un todo previamente separado y descompuesto por el análisis. Por ejemplo si queremos saber sobre la calidad de un libro, primero tendremos que separarlo en partes para poder estudiarlo, podríamos considerar por separado el estilo literario, los aspectos temáticos y la facilidad de comprensión (método analítico). Esto nos facilitará adentrarnos más en la obra. Una vez terminado este estudio, se reunirá en un

todo lo que observamos por separado, el cual será nuestro veredicto con respecto a la calidad del libro (método sintético).

Este procedimiento utilizado en cuanto al libro, se repite cotidianamente en todos los asuntos de la vida económica del hombre. La investigación económica no es ajena a estos procedimientos. El método científico emplea esta descomposición y recomposición; a la descomposición se le llama análisis, y a la recomposición se le denomina síntesis. Ambas operaciones, el análisis y la síntesis son en la práctica inseparables. La importancia de la síntesis para el economista estriba en la forma de presentar los resultados de una investigación. Cualquier investigación que se limite a una forma meramente analítica no puede llegar a un conocimiento verdadero una buena parte de su valor positivo consiste en el resumen sintetizado que da de sus conclusiones.

### C.- INDUCCION

"El método inductivo, es aquel que establece posiciones de carácter general inferidas de la observación y el estudio analítico de hechos y fenómenos particulares"<sup>2</sup>. Esto en otras palabras quiere decir que el estudio va de lo particular a lo general. La aplicación de este método en la ciencia económica ha tenido serias dificultades, debido principalmente a la extrema complejidad de la vida económica del hombre. Pero ya desde los clásicos y propiamente el filósofo y economista inglés John Stuart Mill (1806-1873)<sup>3</sup>, queriendo encontrar la causa de los fenómenos sociales, propuso cuatro variantes del método inductivo:

- 1) **Concordancia.** Este método es muy útil ya que nos permite destacar la relación de varios hechos observados y comparar fenómenos que aunque se presenten en diferentes circunstancias, concuerdan en lo que concierne a la sucesión de aspectos que el investigador quiera estudiar de manera particular, aislandolos de los demás. La lógica tradicional dice "puesta la causa se pone el efecto", si el investigador busca la causa de un hecho y encuentra su presencia en varios casos, totalmente diferentes que no tienen circunstancias comunes, en consecuencia es probable que tal hecho que se repite en todas las circunstancias sea la causa buscada. Por ejemplo si una persona sufre de dolor de estómago cuando come carne y queremos saber la causa que lo ha producido observamos varios casos en que varia la clase de carne y su proceso de preparación, pero sabemos que en todo se ha utilizado el mismo ablandador de carne, de lo cual sacamos la conclusión que este es la causa del dolor de estómago.
  
- 2) **Diferencias.** La lógica afirma que "quitada la causa se quita el efecto". Significa que si se reúnen varios casos y observamos que siempre que falte una circunstancia no se produce un efecto, permaneciendo siempre todas las demás circunstancias, concluimos que lo que desaparece es la causa de lo investigado. Por ejemplo si en un automóvil tenemos cuatro fusibles y quitamos uno, dejando funcionar los otros, y observamos que se apaga el motor, sabemos que la falta de ese fusible es la causa de que no funcione el motor.
  
- 3) **Residuos.** Consiste en ir eliminando de un fenómeno las circunstancias cuyas causas son ya conocidas. La circunstancia que queda como residuo

se considera la causa del fenómeno. Ejemplo, si un funcionario público recibe una llamada telefónica, la cual solamente cuatro personas - pueden hacerlo ya que son las únicas que conocen ese número telefónico, y si tres de ellas se encuentran imposibilitadas para hacerlo, se concluye que la persona que queda, el residuo es la que marco el número.

4) Variaciones Concomitantes. Según la lógica tradicional nos dice que al "variar la causa se varia el efecto". Lo que significa también, - que al buscar la causa de un fenómeno para saber si algún elemento es la causa del hecho, se varía este elemento observandose en forma concomitante que tal variación de la causa produce también una modificación del efecto. Entonces se presume que tal elemento es la causa - buscada. Pongamos un ejemplo para aclarar lo anterior; si una persona aumenta la cantidad que ingiere de un alimento, y de esto se sigue que aumente de peso, podemos decir que uno es la causa de otro.

Estas cuatro variantes del método inductivo propuesto por John Stuart - Mill, coinciden en eliminar todo aquello que no es la causa del fenómeno de - que se trate. Son de utilidad en la investigación económica, aunque no siempre son satisfactorios, dado que muchos fenómenos de índole social no tienen una, sino varias causas.

La utilización del método inductivo en el desarrollo de la ciencia econó - mica ha sido limitado aunque no es excluyente, dado que la ciencia económica con su carácter de ciencia social, es poco posible someterla a experimentos - de laboratorio, como sucede con las ciencias naturales y físicas.

Pero en el presente siglo y muy particularmente a consecuencia de la crisis que surgieron a la Primera Guerra Mundial, se ha impuesto más y más en la investigación económica el pensamiento inductivo basado en la observación y el análisis de los hechos económicos y sociales con medios más refinados de investigación, que anteriormente la ciencia económica no disponía. Algunos de estos medios de investigación son: el método estadístico y su desarrollo en problemas sociales, el método matemático y hoy en día la más reciente utilización de la computadora, como un fuerte instrumento que le permite obtener al investigador soluciones a problemas económicos ya sea micro o macroeconómicos.

D.- DEDUCTIVO

Las primeras teorías elaboradas para la ciencia económica partieron de la utilización del método deductivo. Adam Smith, David Ricardo, Robert Malthus, Stuart Mill, entre otros representantes de la Escuela Clásica, fundaron sus teorías no siempre en la observación y el análisis crítico de la realidad (método inductivo), sino más bien en supuestos que, según ellos, descansaban en consecuencias lógicas; como era el interés personal del individuo como móvil de toda la actividad económica, el raciocinio del individuo para saber en todo momento lo que más le conviene, y la supuesta existencia de un orden social "natural" creado por Dios o la naturaleza, y otros supuestos parecidos son afirmaciones de muy poco fundamento real, pero que servían a la Escuela Clásica para derivar de ellas todo un sistema de leyes naturales que dominaban la vida económica y social y que, lógicamente, debía negar al Estado todo derecho a entrometerse en asuntos económicos.

Ahora bien el proceder del método deductivo parte de verdades preestablecidas para inferir de ellas conclusiones respecto de casos particulares. Pero no sería correcto establecer que el método deductivo es solo la mera inversión del método inductivo. La deducción, al igual que la inducción, constituye un principio metodológico, una manera específica de proceder en la investigación. Mientras la inducción parte de la observación exacta de fenómenos particulares, la deducción se inicia de la razón inherente a cada fenómeno. Esto es cuando la inducción llega a conclusiones empíricas o sea "posteriori", sacadas de la experiencia, la deducción establece conclusiones lógicas que son "a priori".

Ambos métodos, el inductivo y el deductivo no se excluyen uno al otro, por el contrario se complementan mutuamente. Para la ciencia económica es necesario que las proposiciones que realce el pensamiento deductivo sean controladas y verificadas por el análisis inductivo. De lo contrario se podría caer en abstracciones que pueden ser audaces e ingeniosas pero prácticamente inútiles, por estar fuera de la realidad, o peligrosas por que hay quienes creen que eso precisamente es la verdad.

#### E.- OBJETIVO

La filosofía define al concepto de objeto como lo real, lo efectivamente existente en el mundo en que vivimos, lo físico, lo que percibimos con los sentidos, lo práctico.

Para la ciencia económica este método se identifica con el análisis y la inducción, pero para el economista es el atributo de seriedad para sus inves-

tigaciones. Para el economista solo los hechos deben servir de guía, no debe de mezclar factores subjetivos, los instintos y los sentimientos del que in - vestiga y del que juzga lo investigado deben de permanecer al margen del mundo científico. Este requisito no es fácil de cumplir dentro de las investiga - ciones, pero implica un fin digno de alcanzar. Sin embargo, existen ciertas normas útiles que le permiten al economista obtener una investigación objeti - va. Como son: utilizar información de fuente directa y primaria, y solo recurrir a datos de fuentes secundarias cuando se tiene la seguridad de que pue - den considerarse como correctos; analizar los datos informativos con ojos crí - ticos para cerciorarse de su significado y no obtener en ellos más de lo que realmente contienen, y por último cuando es necesario tomar alguna decisión - de importancia, es necesario analizar fría y desapasionadamente todas las posi - ciones en contra o a favor de la proposición y el balance de esta confronta - ción nos indicará por cual decidimos.

#### F.- SUBJETIVO

Mientras que en el objetivismo el centro de gravedad del conocimiento - recide en el objeto, para el subjetivismo por el contrario, trata de fundar - el conocimiento humano en el sujeto. Hay quienes niegan al subjetivismo todo derecho a figurar en el ámbito de la ciencia. Ellos tienen razón mientras - piensan en aquella teoría según la cual la única fuente de nuestra experien - cia es la mente y la única realidad el mundo intelectual.

Sin embargo en toda investigación, un enfoque en cierto modo subjetivo de la materia o del problema que se estudia es inevitable e incluso imprescin - dible, ya que en ello se expresa la relación personal que se ha establecido -

entre el investigador y el objeto de su interés científico.

Ya que una investigación con carácter netamente objetivo se limitaría a la mera descripción de hechos dados pero tal cosa no despertaría ningún interés científico. Pero el economista no debe permitir que su investigación caiga en un subjetivismo vulgar, que se manifiesta por alcanzar objetivos unilaterales de determinadas clases sociales, o partidos políticos, su pensamiento y su forma de actuar deben ser siempre lo más objetivo posible, para que su investigación tenga carácter científico.

#### G.- METODO DE INVESTIGACION HISTORICA Y METODO HISTORICO DE INVESTIGACION

El análisis histórico fue introducido en la ciencia económica en el año de 1843 por un grupo de economistas Alemanes que formaron la Escuela Histórica que entre otros estan Roscher, Hildebrand, Schmoller<sub>4</sub>. Esta escuela se impresionó tanto con las limitaciones prácticas a la que están sujetas las leyes económicas, que quiso abandonar por completo el método deductivo utilizado hasta ese momento por la Escuela Clásica y reemplazarlo por el método inductivo. Esto es mientras que los economistas clásicos fundamentan su teoría en razonamientos lógicos que parten de postulados dados como naturales, la Escuela Histórica emplea el método realista de estudio, examinando datos históricos e investigando estadísticas. esto nos lleva a que las leyes económicas descubiertas, se deben de considerar esencialmente relativas y variables en el tiempo y el espacio, y no considerarlas como leyes absolutas e inviolables como se pensaba en la Escuela Clásica.

Las diferencias existentes entre los métodos utilizados por la Escuela -

Clásica y la Escuela Histórica Alemana, originaron una larga y apasionada con tro ver sia que se recuerda en la historia con el nombre de "conflicto de los m é t o d o s". No es de nuestro interés en la presente Tesis profundizar en la e v o l u c i ó n de la Escuela Histórica, que sin lugar a dudas ha tenido gran i n f l u e n c i a en el pensamiento económico. Más que estudiar su e v o l u c i ó n nos i n t e r e s a el proceder y su aplicación en la resolución de fenómenos económicos.

Para el economista que esta interesado en la historia económica habrá que utilizar la misma metodología que se da para estudios históricos que en general se resume en lo siguiente: Someter a estudio y análisis crítico los d a t o s que obtiene de fuentes de información tales como; museos u otros lugares donde se encuentren testigos del pasado ya sea en forma de documentos, o b j e t o s de uso, colecciones o cualquier otro utensilio que permita la explicación de fenómenos pasados, después el investigador tendrá que interpretar y explicar los datos obtenidos en forma lógica y verdadera que permita la r e c o n s t r u c i ó n mental de los hechos pasados. Es necesario marcar que no toda la información que se obtuvo, será de interés, sino solo la históricamente relevante y eficaz, así como también todos aquellos acontecimientos que dejaron profunda huella en la historia del hombre. Por último el investigador expondrá los resultados en forma escrita ya sea en monografía, biografía, novela histórica, drama histórico, etc. Esta etapa es muy importante ya que el éxito de la investigación depende del talento literario del historiador, de su forma de t r a n s m i t r a r sus conclusiones y resultados al resto de la comunidad científica.

Ahora bien la diferencia que existe entre el método de investigación h i s t ó r i c a y el método histórico de la investigación radica en que el primero se evoca al estudio del pasado con el propósito de escribir historia; mientras q u e el método histórico de la investigación se destina a estudiar los hechos

y fenómenos del presente para comprender y poder explicar a la historia.

El método histórico de la investigación, es muy útil para el investigador como para el economista práctico ya que les permite conducir el estudio económico por senderos objetivos en la explicación de la realidad.

#### H.- ESTATICOS Y DINAMICOS

Estos términos "Estático y Dinámico" fueron obtenidos de la Mecánica Teórica, rama de las matemáticas aplicadas que trata del movimiento de los cuerpos de las fuerzas que lo generan, y de la anulación recíproca de éstas en un cuerpo en reposo.

Para la ciencia económica se trasladaron ambos términos, pero su aplicación es en sentido figurado; hay que atribuir significados distintos de los que tienen en la física.

Dentro de la mecánica teórica se le considera al concepto "estático" el que estudia el reposo o equilibrio. Aplicado a la ciencia económica encierra al igual que en la teoría de la mecánica, la noción del "equilibrio" entre fuerzas antagónicas. Pero es conveniente cuidarse de no caer en el error de suponer que el equilibrio económico implica la inmovilidad completa resultante de la anulación recíproca de todas las fuerzas que pudieran alterarlo, sino la ausencia de motivos capaces de suscitar cambios en la situación económica a que se refiere. Por ejemplo: se dice en teoría económica que el consumidor está en equilibrio cuando nada lo induce a aumentar el consumo de uno de los bienes que aplica la satisfacción de sus necesidades, para disminuir

el de otro, porque con las cantidades de cada uno de ellos que usa obtiene la máxima satisfacción total; la empresa estará en equilibrio cuando no hay nada que lo motive a modificar el monto de producción, porque está obteniendo la máxima ganancia posible; y el mercado de cualquier mercancía habrá alcanzado el equilibrio cuando la cantidad de ella que se ofrece a un precio dado es la misma que a ese precio se demanda. En estos casos existe el equilibrio, reposo, falta de movimiento porque la respectiva situación económica permanece sin cambiar, aún cuando no por esto haya en ella absoluta carencia de movilidad física de cosas y personas.

La estática económica es considerada por la ciencia económica como la rama de la economía teórica que se ocupa del análisis en el equilibrio económico; entendiéndose este no como un estado de completo reposo como se explicó, sino como una situación que a lo largo de cierto tiempo permanece invariable.

Este método tiene gran importancia en la investigación económica, ya que le permite al investigador, formular hipótesis de la abstracción teórica, bajo el supuesto "Ceteris Paribus" lo cual significa un Estado en donde la variable que se quiere estudiar queda aislada de todas las demás que se consideran como invariables o constantes en cierto momento.

Para el investigador el método estático solo es un procedimiento metodológico, que le permite obtener una abstracción teórica de la realidad; pero en sí no es su finalidad, sino es el punto de partida para una investigación más profunda que mediante la complementación progresiva del modelo primitivo con la introducción de otras variables demuestra la forma en que varían las relaciones existentes y permite así formular conclusiones concretas e impor-

tantes acerca de la realidad. Con la introducción de otras variables al modelo, vienen a modificar el estado de equilibrio supuesto, y el método deja de ser estático y se convierte en dinámico.

El concepto de lo dinámico es también obtenido de la mecánica, que trata de las fuerzas y del movimiento que producen. Sin embargo en la ciencia económica este concepto tiene otro sentido, se considera como evolución y desarrollo.

El método dinámico a pesar de su nombre que se le ha asignado no tiene nada común con la mecánica, para la cual no existen los conceptos de evolución y desarrollo; de aquí se desprende la idea de algunos investigadores que el concepto de economía dinámica, debería llamarse más propiamente "economía evolutiva o histórica"<sup>8</sup>.

Anteriormente se dijo que para el método estático la idea central es la supuesta existencia de un "estado" de equilibrio, que se puede ejemplificar en un mercado en que no se efectúa ninguna transacción. Pero en el momento en que se da movimiento y vida a este mercado, por medio de las fuerzas vivas de los compradores y vendedores, en este momento entramos al campo de la dinámica. La diferencia del método estático que parte de supuestos preestablecidos e inmutables, en condiciones constantes y hacia un proceso de estado de la economía en reposo; en el método dinámico no existen condiciones fijas, sino condiciones constantemente cambiantes y su finalidad es estudiar las causas que originan los cambios y la forma en que se producen en la vida económica los ajustes que estos cambios requieren. Por lo tanto el método dinámico introduce en la investigación económica la consideración del movimiento, tanto en el tiempo como en el espacio.

## I.- MICROECONOMICO Y MACROECONOMICO

Estos términos no se sabe a ciencia cierta quien los utilizo por primera vez en la ciencia económica. Pero hoy en día son usados por los economistas como medio de clasificación para los estudios económicos.

El término microeconómico (del griego mikros, pequeño y oikonomia, economía), se encarga del estudio del comportamiento del hombre como unidad económica elemental, ya sea en su carácter de productor, consumidor, empresario, obrero, propietario, etc. En otras palabras el estudio de la microeconomía se centra al estudio del individuo y su comportamiento frente a las cosas de la vida práctica, que serían los factores que determinan los fenómenos económicos. En contraposición a lo cual el pensamiento macroeconómico (del griego makros, grande, y oikonomia, economía), está más interesado en estudiar las formaciones y reacciones de grupos económicos y sociales por medio de agregados económicos.

El pensamiento microeconómico es esencialmente analítico para él un conocimiento minucioso y exacto de todos los elementos que integran la economía es de fundamental importancia; en cambio el pensamiento macroeconómico centra su atención a obtener una visión sintética de la economía como un conjunto, como un todo en sí cerrado, y por eso no se detiene en la observación de los detalles, sino que pone acento especial en el estudio de las variaciones de cantidades y valores globales, detrás de los cuales la acción del hombre a veces pasa desapercibida.

Se trata pues de dos diferentes maneras de enfocar y estudiar los proble-

mas de la economía, pero ambos términos forman parte de la teoría económica, siendo la microeconomía la que estudia el establecimiento del "equilibrio parcial", entendiéndose como el estudio del mercado de un único producto, que al analizarlo solo se tomará en cuenta un limitado grupo de datos, haciendo caso omiso de lo que ocurre en los mercados del resto de las mercancías que habrá de suponer inmutables. Mientras que la macroeconomía su estudio se centra en la formación del "equilibrio general", tal sería un estudio basado, en las interrelaciones de cada mercado particular con los demás, la influencia que ejercen las condiciones prevaecientes en los unos sobre los que reinan en los otros. En estos casos solo se interpretan los términos micro-macroeconómicos a un modelo de "economía estacionaria o estática", pero también se pueden emplear para un modelo de "economía dinámica", que su finalidad es estudiar las causas que originan los cambios y la forma en que se producen en la vida económica.

Otra de las particularidades de la macroeconomía, es la formación de promedios, números índices y otros medios análogos de observación proporcionados por el desarrollo de nuevas técnicas de la estadística, que permiten obtener una visión macroscópica de situaciones o tendencias, por ejemplo: de la producción global, del nivel general de los precios, la formación del ingreso nacional, la ocupación total de la economía, etc. Mientras que la microeconomía sería el estudio de cantidades y valores individuales, por ejemplo: la producción de determinados artículos o materiales, los precios de productos individuales, los salarios y la ocupación parcial en diferentes industrias.

#### J.- MÉTODOS CUANTITATIVOS UTILIZADOS POR LA CIENCIA ECONOMICA

La utilización de los métodos de análisis cuantitativos en la ciencia eco

nómica, revisten gran ventaja: la objetividad. Por medio de ellos se pretende eliminar el lado subjetivo de la interpretación independiente de la personalidad del interprete, así como también le permiten al investigador la traducción de los fenómenos económicos en cifras y en símbolos, comparando muchos a la vez, confrontar sus respectivas características con gran precisión y llevar a otros horizontes el análisis.

Los métodos cuantitativos que originalmente ha utilizado la ciencia económica son:

- 1) Las Matemáticas. El empleo de las matemáticas en la ciencia económica ha sido con mayor grado, como un lenguaje simplificador y un método rápido de expresar relaciones entre los datos económicos. Pueden utilizarse en forma eficaz debido a las sorprendentes similitudes entre las teorías de la producción, elección del consumidor, comercio internacional, finanzas públicas, etc. Uno de los objetivos de las matemáticas consiste en que ayudan a establecer hipótesis sobre los datos económicos derivados de métodos comparables en otras ciencias, siendo la característica básica de estas hipótesis que, en principio pueden verificarse y posiblemente refutarse.

El creciente carácter técnico de la ciencia económica se debe principalmente al empleo de conceptos matemáticos. Es probable que el empleo de métodos matemáticos exija una formulación más precisa de los conceptos; también es posible que algunos teoremas de la ciencia económica habrían sido muy difíciles, sino imposibles de formular claramente sin el empleo de estos métodos.

La aplicación de las matemáticas a los aspectos puramente teóricos del análisis económico (como es la determinación del equilibrio económico ya sea parcial o general), se le denomina en la actualidad "Economía Matemática". El economista Alpha C. Chiang analiza las ventajas que da la utilización de la "Economía Matemática" con respecto a la "Economía Discursiva"<sup>10</sup>. Esto reside en que la primera los supuestos y las conclusiones se formulan utilizando símbolos matemáticos y no palabras, ecuaciones y no proposiciones; además reemplaza en el razonamiento la lógica discursiva por los teoremas matemáticos (siendo muchos los que puede utilizar), y por último obliga al investigador a exponer en forma explícita sus supuestos en todas las etapas del razonamiento.

Estas ventajas son poco utilizadas por los economistas debido principalmente que el lenguaje matemático no es la lengua materna de todos los economistas, a ello trae aparejadas dificultades de comunicación entre los matemáticos y los no matemáticos. Por lo tanto es conveniente que el economista tenga en la actualidad un conocimiento más profundo sobre los métodos matemáticos y su aplicación en la ciencia económica.

2) **Métodos Estadísticos.** El desarrollo y aplicación de la estadística en la ciencia económica fue elaborada durante las décadas de 1920 y principalmente por Sir R.A. Fisher, J. Neyman y E.S. Pearson<sup>11</sup>.  
de la estadística en la ciencia económica surgió de la necesidad de formular técnicas más apropiadas para organizar e interpretar los datos que se obtienen de censos, muestras, en el campo económico, utilizados muy frecuentemente.

La aplicación de las matemáticas a los aspectos puramente teóricos del análisis económico (como es la determinación del equilibrio económico ya sea parcial o general), se le denomina en la actualidad "Economía Matemática". El economista Alpha C. Chiang analiza las ventajas que da la utilización de la "Economía Matemática" con respecto a la "Economía Discursiva"<sup>10</sup>. Esto reside en que la primera los supuestos y las conclusiones se formulan utilizando símbolos matemáticos y no palabras, ecuaciones y no proposiciones; además reemplaza en el razonamiento la lógica discursiva por los teoremas matemáticos (siendo muchos los que puede utilizar), y por último obliga al investigador a exponer en forma explícita sus supuestos en todas las etapas del razonamiento.

Estas ventajas son poco utilizadas por los economistas debido principalmente que el lenguaje matemático no es la lengua materna de todos los economistas, a ello trae aparejadas dificultades de comunicación entre los matemáticos y los no matemáticos. Por lo tanto es conveniente que el economista tenga en la actualidad un conocimiento más profundo sobre los métodos matemáticos y su aplicación en la ciencia económica.

- 2) **Métodos Estadísticos.** El desarrollo y aplicación de la estadística en la ciencia económica fue elaborada durante las décadas de 1920 y 1930 principalmente por Sir R.A. Fisher, J. Neyman y E.S. Pearson<sup>11</sup>. La aplicación de la estadística en la ciencia económica surgió de la necesidad de proporcionar técnicas más apropiadas para organizar e interpretar los datos numéricos que se obtienen de censos, muestras, encuestas y registros de todo tipo económico, utilizados muy frecuente:

hoy en día por el economista. Algunas de las técnicas de la estadística más utilizadas en la ciencia económica son:

- Medidas de posición. Que se utilizan primordialmente para la elaboración de "medias o promedios".
- Medidas de dispersión. Permite la elaboración de medidas de dispersión como son: la amplitud total, la desviación media y la desviación típica.
- Inferencia estadística. Es un procedimiento para seleccionar una muestra de datos y establecer inferencias en torno al conjunto original de datos del que se ha extraído la muestra.
- Estimación. Es utilizado por el método de muestreo, que permite la estimación de los parámetros de la población.
- Comprobación de hipótesis. Permite desarrollar problemas de probabilidad, partiendo de un X número de muestra.
- Teoría de la decisión. Nos sirve para elegir la mejor decisión de algún problema probabilístico muy común en la economía.
- Números índice. Este método es muy utilizado en la economía para la determinación de los índices de precios, índices del costo de la vida, el índice de producción industrial, el índice de ingresos.
- Análisis de regresión lineal. Esta es una de las técnicas usadas con mayor frecuencia en la investigación económica (econometría), que permite la búsqueda de la relación entre dos o más variables ligadas de un modo casual.
- Series de tiempo. Técnica con gran importancia para la ciencia económica, que se aplica a la interpretación de los cambios surgidos en el sistema económico.

La utilización de estas técnicas en el análisis económico, le permiten al economista examinar las cantidades resultantes de fenómenos empíricos de la economía como por ejemplo: el nivel de producción, empleo, precios, tipos de interés, volumen de la renta nacional, etc.; y utilizando principios económicos para interpretar las medidas de esta clase de categorías económicas, el economista puede construir un cuadro del funcionamiento de una economía, valorar el impacto económico de los cambios en su estructura y colaborar en la previsión de los desarrollos probables.

Por lo tanto la aplicación de la estadística en la ciencia económica es de gran ayuda para el economista, como herramienta de análisis en el estudio de las cantidades económicas resultado de los fenómenos, y como base, para la construcción de políticas más apropiadas para la regulación de los fenómenos económicos.

- 3) Contabilidad. La inclusión de la contabilidad entre los métodos cuantitativos de la investigación económica, se justifica por el hecho de que el conocimiento de los principios de esta técnica y la aplicación de los procedimientos contables son, en muchos casos, indispensables para lograr una visión más clara de la realidad económica.

Una de las tantas definiciones de contabilidad dice "es el arte de registrar, clasificar y resumir de manera significativa y en términos monetarios, transacciones que son, en parte al menos, de carácter financiera, así como de interpretar los resultados obtenidos"<sup>12</sup>.

Las cuentas contables deben realizar las siguientes funciones:

- Revelar la situación financiera.
- Capacitar la preparación de los cálculos del impuesto sobre la renta.
- Proporcionar a la dirección la información necesaria para el control eficiente de la empresa.

El sistema contable más utilizado es el de partida doble: reconoce que cada transacción comercial tiene un aspecto doble, la entrada y la salida. Cada cantidad (pago o cobro), se pone en el débito o en el crédito de otra. Las ventajas de la partida doble consisten en:

- Un registro completo de cada transacción.
- Una información completa respecto al negocio.
- Una verificación aritmética.

En la práctica, todos los negocios excepto los más pequeños llevan a cabo cierta clase de registro contable, que varía desde la incompleta teneduría de libros de las pequeñas tiendas al por menor a los complejos sistemas contables de grandes grupos industriales basados en las calculadoras y otros equipos electrónicos como es la computadora. Hasta aquí se analiza el estudio de la contabilidad en un plano microeconómico (individuo, empresa), pero la contabilidad cada vez desempeña un papel más considerable, no solo en la industria y el comercio, sino también en el conjunto del sistema económico (macroeconómico).

Después de la Segunda Guerra Mundial se ha desarrollado de un modo extensivo la "contabilidad social", que registra las transacciones de terminantes de la situación económica de cualquier país en su conjunto. Sistema de cuentas que proporciona el marco para describir las relaciones de mercado dentro y entre las economías nacionales en términos cuantitativos.

Otra de las aplicaciones macroeconómicas de la contabilidad la tenemos en los estudios de las "cuentas nacionales" al determinar y presentar el monto, las fluctuaciones y la distribución del ingreso nacional; y en el cálculo de la balanza de pagos, "en donde enumera y cuantifica en el lado del activo todos los rubros por medio de los cuales los residentes de un país recibieron poder de compra externo a través de las mercancías y servicios proporcionados y por la venta de títulos-valores (importación de capital). Al mismo tiempo, enumera y cuantifica en el lado del pasivo, todos los usos que los residentes de dicho país le dieron a su poder de compra externo, por concepto de importaciones de bienes y el pago de servicios recibidos y por exportación de capital (importación de títulos)"<sup>13</sup>.

En todos esos casos el estudio de la contabilidad es de gran transcendencia para el economista, ya que además de proporcionar una información estadística muy útil para el investigador y las instituciones; pueden ayudar a los gobiernos a valorar la efectividad de la política económica y obtener cierta guía para la política futura.

En este momento se concluye con el estudio de los métodos que tradicio -

nalmente ha utilizado la ciencia económica, y que hoy en día se siguen utilizando para la resolución de problemas económicos. Pero la ciencia económica como cualquier otra ciencia ha evolucionado y ha dado origen a nuevos métodos y análisis, que le permiten al investigador una mejor comprensión de la realidad económica; entre ellos se encuentra la econometría que a continuación se analizará.

## 2.3 METODO ECONOMETRICO

### A.- INTRODUCCION

El surgimiento de la econometría se dio precisamente, cuando se sintió la necesidad de crear algo inexistente, de llenar un hueco en la investigación económica, hueco que se hacia sentir cada vez más a medida que la estadística, por una parte, iba teniendo progresos fructíferos, y la teoría económica, por otra, iba brindando nuevas teorías que era preciso constatar con la realidad.

Fue en 1930 cuando se fundo la "Econometric Society", que vino a cristalizar los esfuerzos separados que se estaban produciendo en la ciencia económica. Más tarde, en 1939 Tinbergen incorpora a las técnicas usadas por entonces los modelos macroeconómicos multiecuacionales que habían de ser uno de los pilares del método que ya estaba en gestión. En 1943 Haavelmo plantea la estimación simultánea de relaciones interdependientes, pero la aportación más general que se dio en la econometría fue por la Cowles Commission con su libro "Statistical inference in dynamic economic models" publicado en 1950 por prestigiosos investigadores.<sup>14</sup>

Posteriormente surgen una gran cantidad de investigadores con estudios orientados al desarrollo de la econometría entre otros están Klein; Manual de Econometría, G. Tintner; Econometrics, H. Wold; Demand Analysis, R. Stone; The Analysis of Economic Systems<sup>15</sup>. Todos estos trabajos estaban más al alcance del público que el editado por la "Cowles Commission". Otro portavoz de los adelantos de la econometría fue la Revista Econométrica, que hoy en día sigue teniendo una gran importancia como medio de difusión de todas las nuevas aportaciones que se dan en este campo.

En la actualidad es difícil saber el número de publicaciones de libros que se han dado en el estudio de la econometría, pero se han destacado una serie de investigadores como son Foote, Valavanis, Stowe, Castiglioni, Lange, Barbancho, Alcaide, Klein, Johnston, Malinvaud, Goldberger, Fisher y Christ, todos estos investigadores se han avocados a estudiar las técnicas más apropiadas para la econometría con el objetivo de explicar los fenómenos económicos.

#### B.- DEFINICION DE ECONOMETRIA

Existe una gran cantidad de definiciones de la econometría, pero todas coinciden en que la econometría es parte de la Ciencia Económica en que la teoría económica, las matemáticas y la estadística se funden en el análisis de los datos numéricos para la explicación de los fenómenos económicos.

Esto en otras palabras nos dice que la econometría abarca tanto los aspectos teóricos como los empíricos del análisis económico. En realidad, los estudios empíricos y los análisis teóricos resultan a menudo complementarios. Por una parte, las teorías deben ser confirmadas por los datos para asegurar

su validez, antes de poder aplicarlas con confianza. Por la otra, la labor estadística necesita guiarse por la teoría económica a fin de determinar la orientación más fructífera de los investigadores.

El objeto primordial de la econometría es la estimación y verificación de los Modelos Económicos. Donde la teoría económica o análisis económico, como frecuentemente se llama (que por naturaleza es una abstracción del mundo real), da una explicación simplificada de la forma en que un sistema económico funciona y de los rasgos más importantes de tal sistema, pero tal explicación es tan solo "a priori" que difícilmente da un conocimiento real del fenómeno, de aquí se desprende la necesidad de elevar un modelo que interprete en forma matemática a la teoría económica. Posteriormente se debe reunir datos económicos (empíricos), apropiados y relevantes de la economía o sector que el modelo se propone describir. Estos datos se utilizarán para estimar los parámetros del modelo y finalmente realizar pruebas del modelo estimado en un intento de juzgar si constituye una descripción suficientemente real de la economía sometida a estudios o si hay que estimar especificaciones algo diferentes.

#### C.- CLASIFICACION DE LOS MODELOS ECONOMICOS

Como modelo se entiende, a la representación abstracta de la realidad que pone a la luz lo que es relevante en una cuestión particular y que hace a un lado todos los aspectos restantes<sub>16</sub>. La ciencia económica ha recurrido a la elaboración de modelos, puesto que no puede realizar experimentos controlados, debido a la complejidad de sus fenómenos.

Los modelos económicos se clasifican principalmente en cuatro que son:

- 1) Modelos Determinísticos. En los modelos determinísticos, ni las variables exógenas, ni las endógenas (términos que posteriormente se analizarán), se les permite ser variables al azar o probabilísticas, en tanto que se suponen relaciones exactas para las características de operación en lugar de funciones de densidad de probabilidad. En estos modelos se requiere de menos procesamiento en computadoras que en los modelos estocásticos y con frecuencia es posible resolverlos analíticamente, por medio de la utilización de técnicas como el cálculo de máximos y mínimos. La mayoría de los modelos tradicionales que se encuentran en la teoría microeconómica, son modelos determinísticos que asumen implícitamente circunstancias de completa certeza.
- 2) Modelos Estáticos. Son aquellos modelos que no toman en cuenta, explícitamente, la variable tiempo. La mayoría de los modelos llamados de equilibrio en teoría económica, son modelos estáticos.
- 3) Modelos Dinámicos. Son modelos principalmente matemáticos que tratan de las interacciones que varían con el tiempo. Esto es son modelos que estudian los fenómenos económicos en relación con los eventos pasados y futuros.
- 4) Modelos Estocásticos. Son aquellos modelos en los que por lo menos una de las características de operación esta dada por una función de probabilidad. La suficiencia de las técnicas analíticas para solu -

cionar modelos estocásticos, se encuentra bastante restringida debido a que estos modelos son considerablemente más complejos que los modelos determinísticos. Por esta razón la econometría, es un método mucho más atractivo para analizar y resolver los modelos estocásticos.

De aquí se desprende la necesidad de estudiar la estructura y sus elementos más importantes que forman a un modelo económico.

#### D.- ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN MODELO ECONOMICO

Un modelo económico no es sino un marco teórico; donde no hay razón alguna para que deba ser matemático, pero generalmente se expresa por un conjunto de ecuaciones o funciones entre variables más relevantes que concurren a explicar una tecnología incorporada, un orden institucional o legal y/o el comportamiento de los sujetos de la actividad económica en un sistema, subsistema, sector o subsector. Las ecuaciones con la cual se especifica un modelo se llama "estructurales o primarias". Por lo general los modelos econométricos también están formados por un conjunto de ecuaciones o funciones.

Ahora bien en la concepción expuesta sobre los modelos en economía es necesario hablar de las categorías de ecuaciones, variables y parámetros como elementos integrantes de los modelos.

- 1) Ecuaciones. Los modelos económicos se pueden especificar mediante una ecuación, que son llamados modelos unicuacionales como es la función de consumo, oferta monetaria, demanda de un bien, etc.; o por

varias ecuaciones llamados modelos multiecuacionales, que cada ecuación explica un sector (agricultura, manufactura, gobierno, etc.) o una categoría (consumidores, productores, inversionistas, etc.), de la actividad económica objeto de la investigación.

Las ecuaciones de un modelo se clasifican según sea su contenido empírico en:

- Ecuaciones de comportamiento. Expresan el modo de actuar de los sujetos de la actividad económica pertenecientes a una categoría determinada ya sea: consumidores, productores, importadores, etc.; por ejemplo la función consumo:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 (Y_{t-1} - T_{t-1}) + \alpha_2 t + U_t, \quad 0 < \alpha_1 < 1$$

En donde representa el comportamiento de los consumidores; según la cual el consumo  $C_t$  es función del ingreso disponible del período presedente medido por  $(Y_{t-1} - T_{t-1})$  esto es, el Ingreso Nacional menos los Impuestos, y de los hábitos de consumo y gasto de los consumidores reflejados en la componente tendencial - que se expresa por medio de la variable tiempo  $(t)$ .

- Ecuaciones Institucionales o Legales. Reflejan los efectos que producen en un modelo económico, la existencia de leyes o un modelo institucional dado, al condicionar la actividad económica; por ejemplo la Ecuación de Impuesto.

$$T_t = \alpha + \beta Y_t + U_t, \quad 0 < \beta < 1$$

Indica el impuesto total  $T_t$  del período  $t$  como una función del ingreso  $Y_t$ , los parámetros  $\alpha, \beta$  están dados institucionalmente.

- Ecuaciones Tecnológicas. En general ellas reflejan la tecnología que utiliza una economía; por ejemplo la Función de Producción de Cobb-Douglas.

$$Q = F(K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

Esta ecuación tecnológica considera que la producción es función de dos factores productivos, el capital  $K$  y el trabajo  $L$ , y supone rendimientos globales constantes a escala.

- Ecuaciones de Definición o Idénticas. Son relaciones que se verifican siempre, ya sea por construcción lógica o por definición contable; por ejemplo la Ecuación.

$$Y_t = C_t + I_t$$

Que particiona funcionalmente la demanda final total o producto nacional  $Y_t$  en la demanda de bienes de consumo  $C_t$  y la demanda de bienes de inversión  $I_t$ , es identidad por definición de las variables que intervienen.

- Ecuaciones de Equilibrio. Son aquellas igualdades que resultan de una condición impuesta o postulado introducido; por ejemplo - la Ecuación de Equilibrio de la Empresa.

$$Cmg = Img.$$

Donde  $Cmg$  es el costo marginal que es igual al Ingreso Marginal  $Img$ .

- 2) Variables. La clasificación de las variables que intervienen en un modelo son indispensables para determinar si el mismo cumple o no, - como sistema axiomático, con las propiedades de la consistencia y de la independencia. Por consistencia se entiende la no contradicción entre las diferentes hipótesis o ecuaciones que integran un modelo. Por independencia se entiende que cada hipótesis no puede ser deducida como proposición final de las restantes. Si el sistema de ecuaciones es consistente, entonces el modelo puede tener una única solución o infinitas soluciones. En caso contrario el modelo no admite solución alguna.

La clasificación de las variables en los modelos estructurales se da de la siguiente manera.

- Endógenas. Son aquellas variables que quedan determinadas internamente por el modelo o también se podría decir aquellos cuyos valores estimados van a ser determinados por las soluciones particulares del sistema de ecuaciones que integran el modelo.
- Predeterminadas. Son variables cuyos valores no se obtienen por la solución del modelo sino que provienen de fuera del mismo. - Estas se dividen a su vez en Exógenas y Endógenas con retardo. - Las primeras son aquellas variables que están dadas por condicio

nes externas al modelo; y las variables endógenas con retardo, - no obstante que son endógenas ya que quedaron determinadas en pe\_ ríodos anteriores, por el cual resultan ser exógenas por el pe\_ ríodo actual.

- Aleatorias o Estocásticas. Estas variables constituyen una cate\_ goria fundamental en el análisis econométrico de los modelos es\_ tructurales. Son variables no observables y su introducción ca\_ racteriza a los modelos estocásticos o probabilísticos; por opo\_ sición a los modelos deterministas. Estos últimos siguen domi\_ nando el contenido de la economía matemática, mientras que los - modelos estocásticos son de uso habitual en la econometría.

- Explicativas. Estas son variables no observables y su introduc\_ ción exige el enunciado de un postulado adicional en el que se - especifica su comportamiento en función de variables observables. Esto es, son variables que explican el comportamiento de otras - variables del modelo.

3) Parámetros. Toda ecuación expresa una relación ponderada entre va\_ riables. Los factores de ponderación en la forma primaria de las - ecuaciones de un modelo son los parámetros llamados estructurales. - En otras palabras se dice que una constante es una magnitud que no - cambia, como tal, es una antítesis de la variable. Cuando la cons\_ tante se une a la variable se le suele llamar coeficiente de una va\_ riable. No obstante, el coeficiente puede ser simbólico en lugar de numérico; por ejemplo el símbolo  $\alpha$  representa a una constante dada

y usar la expresión  $\alpha P$  en lugar de  $7P$  en un modelo para lograr un nivel mayor de generalización. Este símbolo  $\alpha$  es un caso bastante peculiar: se supone que representa a una constante dada, y sin embargo, puesto que no le hemos dado un valor específico puede tomar prácticamente cualquiera. Por lo que se puede decir que es una constante que es variable, y que para identificar ese estado especial se le da el nombre de constante paramétrica o simplemente parámetro<sup>17</sup>. Por ejemplo la ecuación de Consumo.

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 (Y_{t-1} - T_{t-1}) + \alpha_2 t + U_t$$

donde:  $0 < \alpha_1 < 1$

Esto es  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  son parámetros estructurales, donde  $\alpha_0$  define el consumo autónomo,  $\alpha_1$  la propensión marginal a consumir y  $\alpha_2$  la velocidad con que reacciona el consumo ante cambios en el hábito y en el gusto de los consumidores reflejados en la componente tendencial.

Estos son los elementos más importantes que forman a un Modelo Económico.

Para la Econometría el objetivo primordial es la estimación y verificación de los modelos económicos, utilizando como instrumento estadístico al Análisis de Regresión Lineal simple o múltiple, dependiendo del modelo en estudio.

## 2.4 INVESTIGACION DE OPERACIONES

### A.- INTRODUCCION

Es muy importante en la actualidad, siempre tomar en cuenta técnicas que vayan surgiendo como consecuencia de la necesidad de resolver cuestiones relacionadas con la economía y la sociedad y que sobre todo el economista esté al pendiente del desarrollo de nuevos métodos, los cuales puedan ser de gran utilidad para su campo. Desde el advenimiento de la Revolución Industrial el mundo ha tenido un notable crecimiento en la magnitud y complejidad de las organizaciones. Así, pequeños talleres artesanales en los inicios de la incipiente industrialización se han transformado hasta constituir en la actualidad empresas gigantes, producto de la integración vertical de las mismas. El crecimiento desmesurado de las empresas así como su complejidad y especialización, pone en evidencia la dificultad de asignar los recursos disponibles con la mayor eficiencia posible.

El cuestionamiento de esta problemática y la necesidad de hallar la mejor manera de resolverlo dio lugar al medio necesario para el surgimiento de la Investigación de Operaciones, esto quiere decir en otras palabras, que se deseaba dar un punto de vista científico a la solución de problemas empresariales. El origen de la Investigación de Operaciones se remonta desde 1900 cuando Frederick W. Taylor mejor conocido como "el padre de la administración científica", hizo los primeros pasos para el planteamiento de métodos cuantitativos a los problemas comerciales; las principales aportaciones de Taylor se enfocaron básicamente al nivel operativo de las empresas, teniendo que ver tareas de producción. En base a estas primeras aportaciones metodológicas se desarrolló lo llamado actualmente Ingeniería Industrial<sub>18</sub> lo cual fue el antecedente de la Investigación de Operaciones .

En la Segunda Guerra Mundial en Inglaterra, es cuando se instituye formalmente la IO. Debido a las prioridades militares se presentó la urgente necesidad de asignar recursos escasos a las diversas operaciones bélicas y a las actividades dentro de cada operación de una manera efectiva; en consecuencia la administración militar británica y después la de los Estados Unidos convocaron a un gran número de científicos con el fin de aplicar un procedimiento para tratar tanto este como otros problemas tácticos y estratégicos, se les encomendó que investigaran las operaciones (militares). Estos científicos fueron los primeros en aplicar la Investigación de Operaciones.

El análisis de sistemas "es un producto de la investigación de operaciones de la Segunda Guerra Mundial, aunque se ocupa típicamente de elecciones relacionadas con operaciones más alejadas hacia el futuro y adopta una visión más amplia de los problemas de la elección militar"<sup>19</sup>.

La IO desde entonces, comprende la aplicación de métodos científicos a los problemas de los sistemas para controlar estos con soluciones óptimas. En Inglaterra hay un gran legado de ideas sobre los sistemas llamado originalmente Investigación de Operaciones o Análisis de Operaciones<sup>20</sup>. Los primeros equipos de trabajo de IO los conformaron técnicos y profesionales de diversos campos entre los que destacan: físicos, ingenieros, psicólogos, administradores, economistas, etc. Los primeros investigadores de operaciones fueron por tanto gente cuyo entrenamiento y trabajo principal había sido en un campo tradicional como los ya citados. Esto produjo poca educación formal en Investigación de Operaciones, debido obviamente a lo reciente de su instauración y desarrollo. Los equipos de Investigación de Operaciones que intervinieron en la Segunda Guerra Mundial influyeron para ganar importantes batallas como: la

Batalla del Atlántico del Norte, la Batalla de Inglaterra, la Batalla de las Islas del Pacífico, entre otras<sup>21</sup>. La Unión Soviética no fue ajena a estos planteamientos y también formó grupos interdisciplinarios para la adecuada asignación de recursos entre las industrias que llevaban el peso del esfuerzo bélico. Uno de los grandes economistas que surgieron de estos grupos en la URSS es el Profesor L. V. Kantorovich, uno de los precursores de la Programación Lineal<sup>22</sup>.

En vista del éxito aparente de la Investigación de Operaciones en lo militar, al finalizar la Guerra se utilizó esta misma para resolver problemas comerciales y se encontró que era tan efectiva en esta nueva área de aplicación como en aquella para la cual se destinó originalmente. De esta manera, la IO comenzó a introducirse en la industria, los negocios y el Gobierno civil. Los métodos de la IO han llegado a ser uno de los principales medios que pueden emplear el administrador, o el analista de sistemas en el esfuerzo por solucionar problemas empresariales de una manera científica y sistemática; gran parte del éxito obtenido en la aplicación de la IO en diversos campos se debió al descubrimiento y desarrollo de la computadora electrónica. Estos procesos se complementarán uno con el otro para lograr la rápida aceptación de ambos en la operación de los sistemas empresariales y de las economías en general. Inclusive en los últimos años se ha acuñado el término de Administración Científica para describir las técnicas de IO empleadas en la solución de problemas de la administración en lugar de los operativos.

#### B.- DEFINICION DE INVESTIGACION DE OPERACIONES

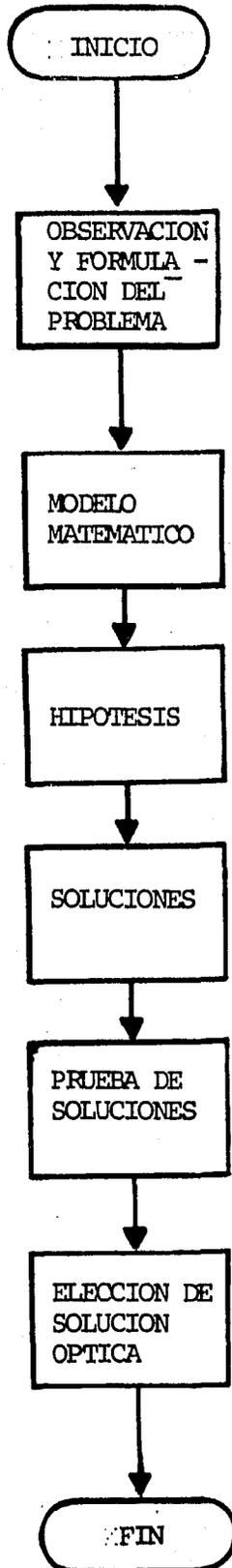
Hasta aquí se ha reseñado algo de historia de la IO pero, ¿Cuál es su significado?. Muchos autores han descrito a la Investigación de Operaciones

como un procedimiento científico para tomar decisiones que comprenden las operaciones de sistemas de organización. Pero esta descripción como muchas otras, es de carácter tan general que se puede aplicar a muchos otros campos; entonces la mejor forma de captar el significado de la IO es analizando sus características sobresalientes.

Como su nombre lo dice la Investigación de Operaciones implica una "investigación acerca de operaciones". La IO, se aplica a problemas los cuales tienen relación con la forma de conducir y coordinar las operaciones o actividades dentro de una organización. El carácter de la organización no interesa esencialmente y de hecho la IO se ha aplicado indistintamente en los negocios, la industria, la milicia, la administración pública, etc. Es por lo anterior que la IO tiene unas posibilidades amplias en el campo de la economía, posibilidades que se han aumentado con el desarrollo acelerado de las computadoras y la Informática. Algunos autores consideran diversas metodologías para la IO, tal es el ejemplo de la gráf. 2.2 que muestra los pasos a seguir para la solución de determinado problema mediante la IO. El proceso se inicia observando y formulando cuidadosamente el problema; se pasa a formular un modelo matemático, cuyo objetivo es intentar abstraer la esencia del problema real. Luego se establece la hipótesis de que el modelo es una representación suficientemente precisa de las características esenciales de la situación o problemática que se analiza, de manera tal que las conclusiones o soluciones que se obtengan a partir del modelo, también sean válidas para el problema real. Mediante la experimentación ya sea analítica o por medio de computadora se prueban las diversas soluciones conforme a las hipótesis manejadas, concluyendo con la selección de la mejor solución o en otras palabras "la solución óptima". Como es de notar el método descrito es similar al científico,

GRAFICA 2.2

DIAGRAMA : METODO DE ANALISIS DE INVESTIGACION DE OPERACIONES  
DE  
FLUJO



debido a que las soluciones derivadas de la IO son también de carácter científico. Por tanto, en cierta manera la IO comprende una investigación científica creativa hacia las propiedades fundamentales de las operaciones; también la IO adopta un punto de vista organizativo, intentando resolver los conflictos de interés entre todos los componentes de la organización de manera que sea lo mejor para esta como un todo.

Con base a lo expuesto se puede definir a la IO como el estudio o análisis de la toma de decisiones óptimas en sistemas determinísticos y probabilísticos que se originan en la vida real, y en la modelación de los mismos aplicados a diversos campos caracterizados por la necesidad de asignar recursos limitados como son: la Administración Pública (Gobierno) a nivel macroeconómico, las empresas a nivel microeconómico, así como la ingeniería y ciencias naturales y sociales, como ya también se había hecho mención.

### C.- INVESTIGACION DE OPERACIONES Y ECONOMIA

Un punto de partida: la optimización.

Uno de los aspectos centrales que persigue la IO, es la optimización, en la asignación de recursos escasos o limitados. Este aspecto central de la IO, coincide con una de las finalidades básicas de la economía, la cual es "el uso óptimo de los recursos, de forma que una cantidad dada produzca la máxima satisfacción, o que una cantidad dada de satisfacción derive de la cantidad de recursos más pequeña posible"<sup>23</sup>. Hay que hacer énfasis en que el problema básico de la ciencia económica -el economizar- constituye la distribución de recursos escasos entre objetivos que compiten entre sí. Como consecuencia de la escasez de recursos, es necesario hacer elecciones y las elecciones racionales son aquellas que alcanzan ciertos objetivos dentro de las limitaciones

que establece la escases de recursos.

La problemática de economizar puede considerarse como la aplicación a la ciencia económica del problema matemático de la optimización, definida como la elección de valores de ciertas variables de tal forma que puedan maximizar la función sujeta a restricciones. Las variables del problema de economizar son instrumentos que reflejan la elección de una determinada distribución, la función objetivo, es la función que debemos maximizar en el problema de economizar y que resumen los fines que se hallan en competencia; y las restricciones del problema de economizar que reflejan la escasez de recursos definen el conjunto de instrumentos que satisfacen todas las restricciones conocidas como conjunto de oportunidades. Matemáticamente en conclusión el problema de economizar consiste en seleccionar instrumentos partiendo del conjunto de oportunidades de modo de maximizar la función objetivo, al hacer esto se resuelve el problema de optimización. Todo el planteamiento anterior es una primera aproximación a la programación lineal, uno de los métodos o técnicas más utilizadas de la IO.

Para el economista el concepto de optimización es importante para poder realizar los análisis teóricos y aplicados tanto en la administración pública como privada.

#### D.- LA INVESTIGACION DE OPERACIONES EN UNA ECONOMIA DE MERCADO

En una economía de mercado capitalista la IO, la han utilizado en gran medida administradores, hombres de negocios, con el fin de que sus decisiones respecto a la dirección de la empresa sean las más óptimas o se acerquen lo -

más posible a ello. Claro, muchos empresarios recurren a su experiencia profesional en cuanto se presenta la necesidad de tomar una decisión importante para la empresa, decisión la cual puede a veces acercarse a ser la óptima, aunque no siempre sea así. Empero, la competencia puede eliminar muy pronto las empresas cuya capacidad para tomar decisiones es constantemente deficiente. En teoría económica se acostumbra, a utilizar una premisa de optimización, cuando se expone el comportamiento de la empresa, como cuando alcanza su punto de equilibrio (costos marginales = ingresos marginales). Así, de la misma forma cuando se quiere explicar en teoría económica el comportamiento de los consumidores y de otras unidades económicas, se parte también de la premisa de optimización. Se da sencillamente por supuesto que las decisiones de estas unidades son aproximadamente óptimas y por lo tanto, las consecuencias de esta presunción se presentan como una descripción aproximada del comportamiento en el mundo real. Volviendo al concepto de la empresa en equilibrio, según la teoría económica, es en el momento en que los costos marginales se igualan a sus ingresos marginales, indicándose esto mediante la intersección de la curva de la oferta de su mercancía, con la curva de la demanda de la misma. En ese punto en que hacen intersección las dos curvas, el empresario está obteniendo la máxima ganancia con los costos mínimos, y al mismo tiempo convina los factores de la producción de la manera más eficiente. Implícitamente se enuncia el punto óptimo en el cual debe funcionar la empresa, y se da como supuesto que la decisión sobre el punto de equilibrio será siempre la adecuada.

Los métodos o técnicas de IO, se utilizan en una economía de mercado para un manejo "óptimo" de los recursos de la empresa, que inciden en una reducción de costos y maximización de ganancias, esto de acuerdo a los cánones neoclásicos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se extendió la utilización de la IO, en los principales países industrializados, Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, principalmente. De la IO, surgió el análisis de sistemas, y ya con la combinación de estos se llevaron a cabo proyectos de gran envergadura. Se crearon también organismos especiales de regulación y planeación de toda la economía del país, como son: el Comisariado General de Planificación (Francia), la Oficina Central de Planificación (Holanda), el Ministerio de Economía y el Consejo Nacional de Desarrollo Económico (Inglaterra), etc.<sup>24</sup>. En todos estos organismos de planeación, combinan los métodos de IO, con el empleo de modelos econométricos y computadoras electrónicas.

#### E.- LA INVESTIGACION DE OPERACIONES EN UNA ECONOMIA PLANIFICADA

La IO, ha tenido su impacto en las economías socialistas también. Los criterios de eficacia que maneja una economía socialista respecto a una economía capitalista son diferentes. En una economía centralmente planificada "el principal criterio de la eficacia de la producción social es el resultado máximo con el mínimo de gastos en beneficio de la sociedad"<sup>25</sup>.

Uno de los métodos fundamentales que se utilizan en la U.R.S.S.; para su planificación económica es el de Optimización de los Planes. En dicha metodología se agrupan a su vez los métodos econométricos, de IO y de Informática empleados en la planificación. El organismo encargado de la planificación central de la economía soviética, es el Comité Estatal de Planificación del Consejo de Ministerios de la U.R.S.S. (El Gosplán de la U.R.S.S). Cabe señalar que el Gosplán tiene un centro de cálculo principal, donde se procesan todos los datos y se realizan los cálculos y proyecciones con la ayuda de compu

tadoras. Todo lo anterior, pone de manifiesto que la utilización de las técnicas de IO, así como otros métodos sofisticados, no son aplicables a determinados países o sistemas económicos, sino su aplicación es de carácter universal.

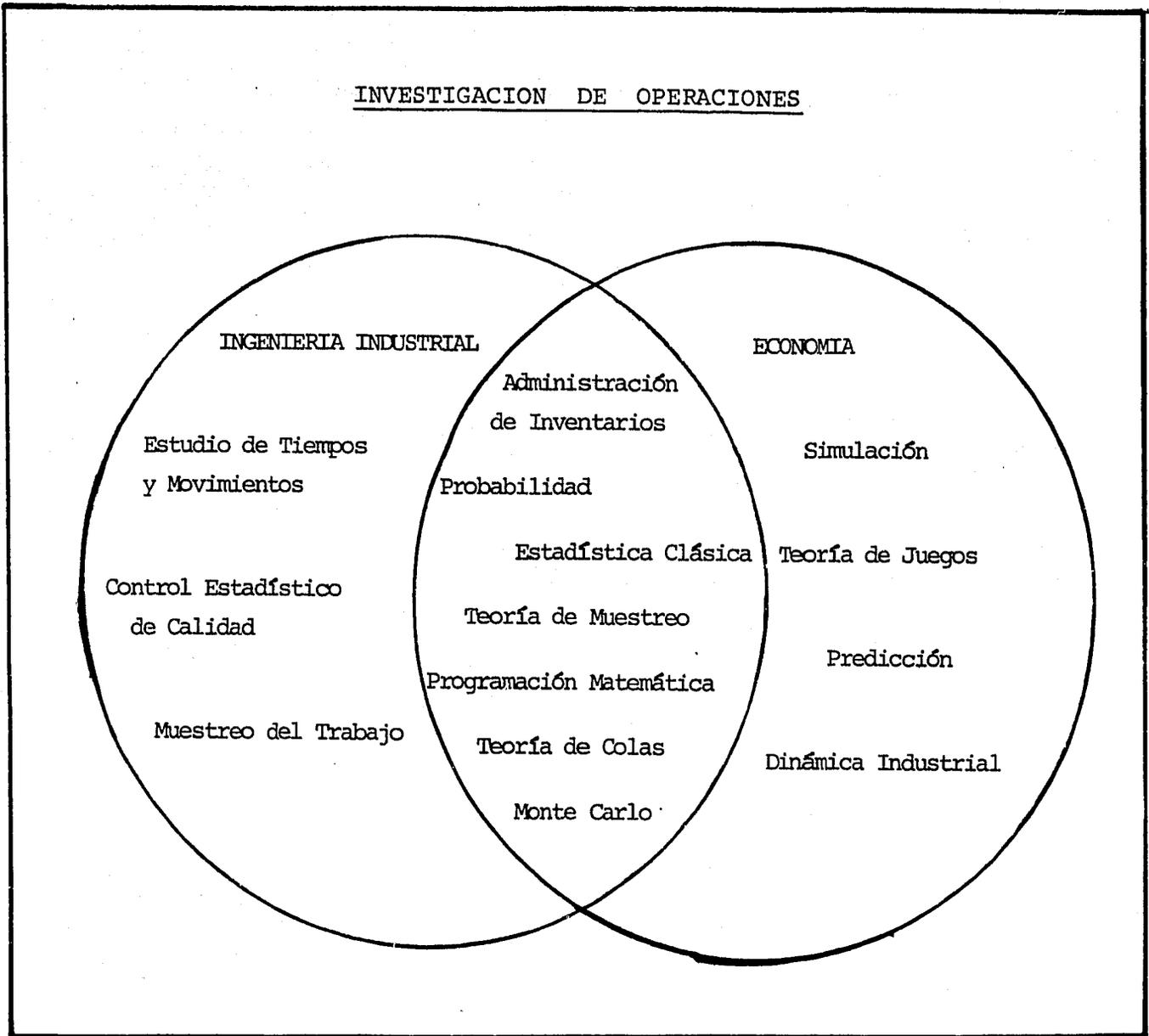
#### F.- MÉTODOS DE LA INVESTIGACION DE OPERACIONES

En los siguientes puntos se verán los principales métodos o técnicas de IO, los cuales son posibles de utilizar en la economía. La IO, tiene una gran variedad de métodos o técnicas que se utilizan dependiendo el área donde se esten aplicando. Por ejemplo en la Gráfica 2.3, se pueden ver los métodos que utilizan tanto la Economía como la Ingeniería Industrial, donde hacen intersección los dos círculos.

Por tanto la descripción que se hará de cada uno de los métodos, será exclusivamente de los relacionados a la Economía y en forma general, dada la complejidad y extensión de cada uno de ellos.

- 1) Programación Lineal. Muchos investigadores sitúan el desarrollo de la programación lineal entre los avances científicos más importantes de la mitad del siglo XX. Su impacto precisamente desde 1950 ha sido extraordinario. Es una herramienta estandar que ha ahorrado muchos recursos financieros a compañías o negocios, incluso de tamaño moderado, principalmente en países industrializados y su utilización en otros sectores de la sociedad se ha ido extendiendo rápidamente. De hecho una proporción muy importante de todo el cálculo científico, realizado en computadoras, se dedica al uso de la programación lineal

GRAFICA 2.3: METODOS DE INVESTIGACION DE OPERACIONES



y a técnicas muy relacionadas 26.

La programación lineal tiene como objetivo, determinar la solución óptima en la problemática de la asignación de recursos limitados entre actividades en competencia. Este problema de asignación puede surgir siempre que deba relacionarse el nivel de ciertas actividades que compitan por recursos escasos necesarios para realizar esas actividades. La variedad de situaciones a las cuales se aplica esta descripción es realmente amplia, variando desde la asignación de medios de producción a productos, hasta la asignación de recursos nacionales a necesidades domésticas, desde la selección de la cartera hasta la selección de patrones de embarque, desde la planificación de la agricultura hasta el proyecto de la terapia de radiación, etc. Sin embargo el común denominador en cada una de estas situaciones es la necesidad de asignar recursos limitados a las actividades.

La programación lineal utiliza un modelo matemático para describir el problema de interés. El adjetivo "lineal", implica la necesidad de que todas las funciones matemáticas en este modelo sean funciones lineales. El término programación, no hace referencia a la programación de computadoras, más bien se refiere a un sinónimo de planificación. Entonces la programación lineal comprende la planificación de actividades para obtener un resultado óptimo, es decir un resultado que alcance la meta especificada en la mejor forma (en base al modelo matemático), entre todas las alternativas posibles. El primero en hacer planteamientos de tipo de programación lineal, fue el economista soviético L. V. Kantorovich, sin embargo el que es considerado padre

de la programación lineal es el matemático George Dantzing, quien diseñó la primera de las técnicas de cálculo general que tuvo éxito y que sigue siendo uno de los más eficientes: el método simplex. Otros economistas han hecho importantes aportes como: T.C. Koupmans, R. Dorfman y W. W. Cooper<sup>27</sup>.

La razón por la cual la programación lineal ha tenido mucho auge en el ámbito económico, se debe principalmente a que antes del advenimiento de esta, muchos problemas económicos se resolvían por medio de sistemas de ecuaciones diferenciales, integrales, etc. Pero había muchos problemas económicos los cuales no era posible plantearlos con las ecuaciones anteriormente mencionadas, sobre todo problemas sujetos a restricciones y aquí es donde entra la programación lineal a solucionar estos tipos de problemas.

A continuación se expondrá un problema resuelto gráficamente en lugar de matemáticamente, pero el resultado será el mismo como si se hubiera utilizado el método simplex.

Ante todo la programación lineal facilita al administrador la tarea de utilizar eficientemente los recursos. La mayoría de las empresas operan con recursos limitados (factores de la producción). Las limitaciones reciben el nombre de restricciones y se establecen en forma de ecuaciones. La programación lineal permite alcanzar un equilibrio entre las restricciones y el objetivo buscado, lo cual se llama función objetivo. Esta función se asienta para maximizar los beneficios o para minimizar los costos. Los elementos básicos de un problema de

programación lineal son la función objetivo y las restricciones.

- Planteamiento del Problema.

Una compañía produce chamarras y cinturones, y desea obtener las cantidades de cada uno que optimizarían los beneficios. La compañía tiene una utilidad de \$30.00 en un cinturón (Producto X) y de \$60.00 en una chamarra (Producto Y). La función objetivo puede asentarse matemáticamente como:

$$P = 30 X + 60 Y$$

Esta ecuación establece que el beneficio (P) de la compañía estará determinado por 30 veces el número de cinturones vendidos más 60 veces el número de chamarras. El problema es encontrar los valores más altos para X y Y.

Las restricciones de la empresa consisten en las capacidades de producción de los tres principales departamentos. Estas capacidades que no pueden ser excedidas se mencionan a continuación:

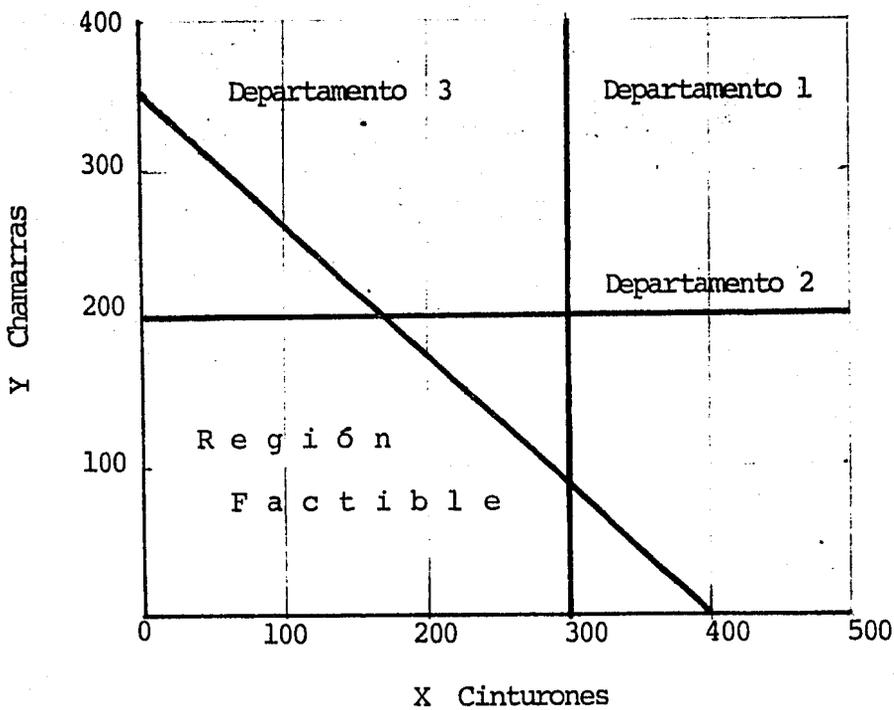
Departamento 1 (Fabricación de cuero): 300 cinturones por período.

Departamento 2 (Fabricación de lana): 200 chamarras por período.

Departamento 3 (Terminado y Empacado): 350 chamarras ó 400 cinturones por período, o cualquier combinación entre esos límites.

Las restricciones determinan las combinaciones factibles de los recursos gráfica 2.4.

GRAFICA 2.4



La cuestión es encontrar los valores X y Y que más se ajusten a las restricciones departamentales y que proporcionen el máximo beneficio. En la gráfica 2.4, se pueden ver las restricciones. Los valores posibles del producto Y forman el eje vertical de la gráfica y los del producto X, se trazan en el eje horizontal. Debido a que el límite -

de producción del departamento 1 es de 300 cinturones, esa limitación es una línea vertical que intercepta el eje X en 300. La producción del departamento 1 tendrá que ser de cero a 300. El límite de producción del departamento 2, se expresa con una línea horizontal que corta el eje Y en 200. El volumen productivo del departamento 2 será de cero a 200. El límite del departamento 3 es una línea recta (una función lineal), trazada de 350 en el eje Y a 400 en el eje X. Esta línea indica que el volumen de producción puede ser de 350 chamarras y ningún cinturón; ninguna chamarra y 400 cinturones o algunas combinaciones precisas de cada producto, como 260 chamarras y 100 cinturones. La línea recta indica que la relación entre las chamarras y los cinturones es lineal, es decir, la cantidad de un producto que se puede sustituir por otro es siempre la misma en cualquier punto de la línea.

El área en blanco de la gráfica indica cantidades de producción factible. El intento de fabricar en el área sombreada excedería una o más capacidades departamentales.

La etapa final es encontrar el punto de la región factible donde el beneficio es mayor. Se hace esto proyectando una línea que represente la función objetivo. Tres líneas de estas aparecen en la gráfica 2.5. Estas líneas las cuales están numeradas, y son por tanto las curvas de beneficio de la empresa. La curva de beneficio 1 intercepta el eje Y en 100 y el eje X en 200. La pendiente de esta curva representa la relación entre la utilidad en las chamarras y los cinturones. Debido a que la utilidad de las chamarras es dos veces que la de los cinturones, se requieren dos de estos para obtener el mismo

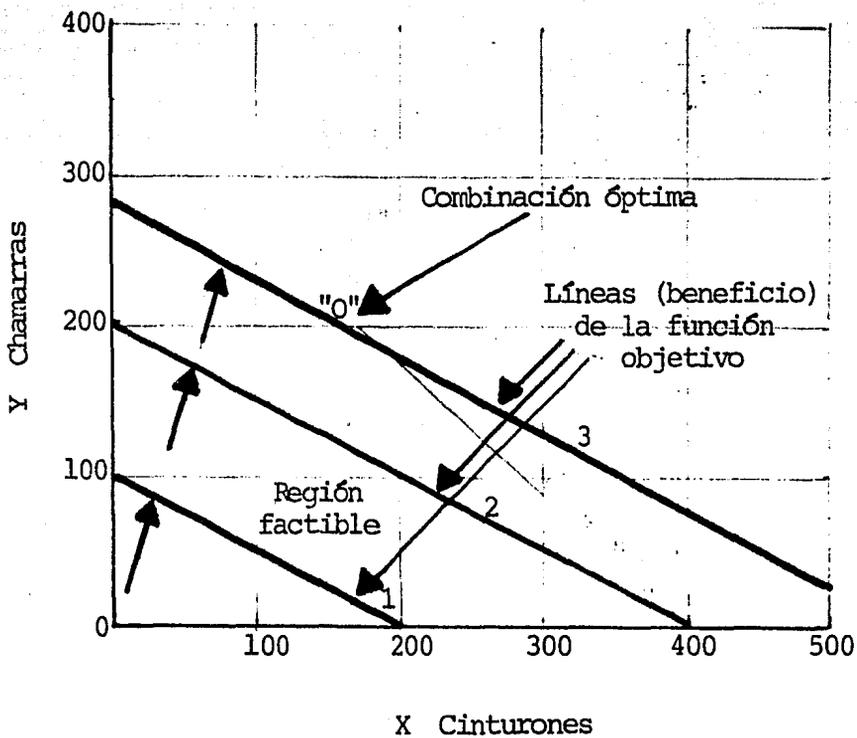
beneficio que por una chamarra. Cualquier punto de la curva de beneficio produce el mismo volumen de utilidad y da como resultado una utilidad de \$6,000 ( $P = 30 X + 60 Y$ ):

\$ 6000 = cero producto X + 100 producto Y por \$60 de beneficio, o

\$ 6000 = 200 producto X por \$30 de beneficio + cero producto Y, o

\$ 6000 = 100 producto X por \$30 + 50 producto Y por \$60, etc.

GRAFICA 2.5



Por supuesto la empresa tiene la opción para elevar sus niveles de producción, debido a que no se han alcanzado los límites de la región factible. El propósito es mover la curva de beneficio hacia la parte superior derecha de la gráfica 2.5 hasta llegar al punto factible más lejano. Ya se vio que en cualquier punto que se sitúe en la línea del beneficio 1, se obtiene el mismo beneficio. De la misma forma si nos situamos en cualquier punto de la curva de beneficio 2, se encontrará la misma situación. Por ejemplo si tenemos 100 cinturones (X) con una utilidad de \$30 c/u., esto dará una utilidad de \$3000 y si las chamarras (Y), se producen 150, con una utilidad de \$60 en c/u. da un total de \$9000 de utilidad, sumando las utilidades de los dos productos, da un total de \$12000, y esta misma cantidad nos resultará ya sea que nos situemos en cualquier punto de la curva de beneficio 2. Todavía es posible desplazarse aún más arriba estando dentro de la región factible. La curva de beneficio 3, toca a la región factible, en un solo punto en el cual se producen 200 chamarras y 170 cinturones, que multiplicando por su respectiva utilidad resulta  $\$12000 + \$5100 = \$17100$  de utilidad total. Por tanto el punto "O" es donde está el óptimo de producción de la empresa, y esto constituye la solución de la programación lineal para el problema planteado. Como es de notar en la combinación óptima de producción solamente los departamentos 2 y 3 trabajan a plena capacidad. Esto es debido a que el departamento 1 está fabricando solamente 170 cinturones mientras su capacidad es de 300, únicamente opera al 57% aproximadamente de sus posibilidades. Este tipo de solución es típica en los problemas de programación lineal, de aquí se deriva la conclusión de que es raro que todos los recursos sean utilizados cuando se encuentra el equilibrio óptimo.

2) Ruta Crítica (CPM) y Análisis de Redes (PERT). El CPM (Critical Path Method, Método de la Ruta Crítica) y el PERT (Program Evaluation and Review Technique, Técnica de Revisión y Evaluación de Programas), evolucionaron independientemente. Morgan R. Walker, de Du Pont, y James E. Kelly, de Remington Rand, desarrollaron el CPM en 1957. EL PERT, tuvo su origen en relación con el sistema de armamentos polaris, haciéndose referencia a él, por primera vez en 1959, en un artículo de Malcolm, Roseboom, Clark y Fazar en Operations Research<sub>28</sub>. Estos dos métodos pertenecen a otro cuerpo general de análisis denominado Análisis de Red de Actividades o Teoría del Flujo en Redes. En relación con la Economía, la Ruta Crítica y el Análisis de Redes, han sido utilizados principalmente en problemas de sistemas de transportes y para la planeación y control de proyectos de investigación y desarrollo. Ya desde hace tiempo se utilizaban estos métodos gráficos, sobre todo en la industria eléctrica debido a sus particulares características. En Economía, la dirección de proyectos a gran escala requieren de la planificación, programación y coordinación de numerosas actividades interrelacionadas.

El PERT, se utiliza para ayudar en la planeación y control, sus objetivos básicos son:

- Determinar la probabilidad de satisfacer límites de tiempo especificados.
- Identifica las actividades que tienen más probabilidad de convertirse en cuello de botella, y en las que por tanto debe programarse el esfuerzo máximo.

- Evalua el efecto de cambios posibles en el programa.
- Evalua diferentes combinaciones de recursos y rendimientos.
- Evalua el efecto de las desviaciones o retrasos en el programa.

Terminología de PERT. Los conceptos que maneja PERT, son los siguientes (c/u, tiene su símbolo):

- Etapa . Se llama etapa al comienzo o al fin de una tarea, esto no significa la ejecución de una tarea en sí. No consume ni tiempo ni recursos, las etapas deben sucederse en orden lógico; es decir que las etapas sucesivas de la red PERT, han de ser dependientes unas de otras.



- Actividad. Es el cumplimiento real de una tarea, es la parte consumidora de tiempo en la red, y por ello requiere de mano de obra, materiales, espacio, equipo y otros recursos.



- Secuencia Lógica. Indica el flujo de las actividades.



- Actividad Ficticia. Muestra unicamente relaciones de precedencia no representa actividades reales.



- Ruta o Camino Crítico. Ruta que a través del diagrama de redes, nos indica el lapso mayor desde el inicio hasta el final. Las actividades de la ruta crítica no tienen "holgura", cualquier aumento en los tiempos de las actividades de la ruta crítica incrementa el tiempo total del proyecto en una cantidad igual.

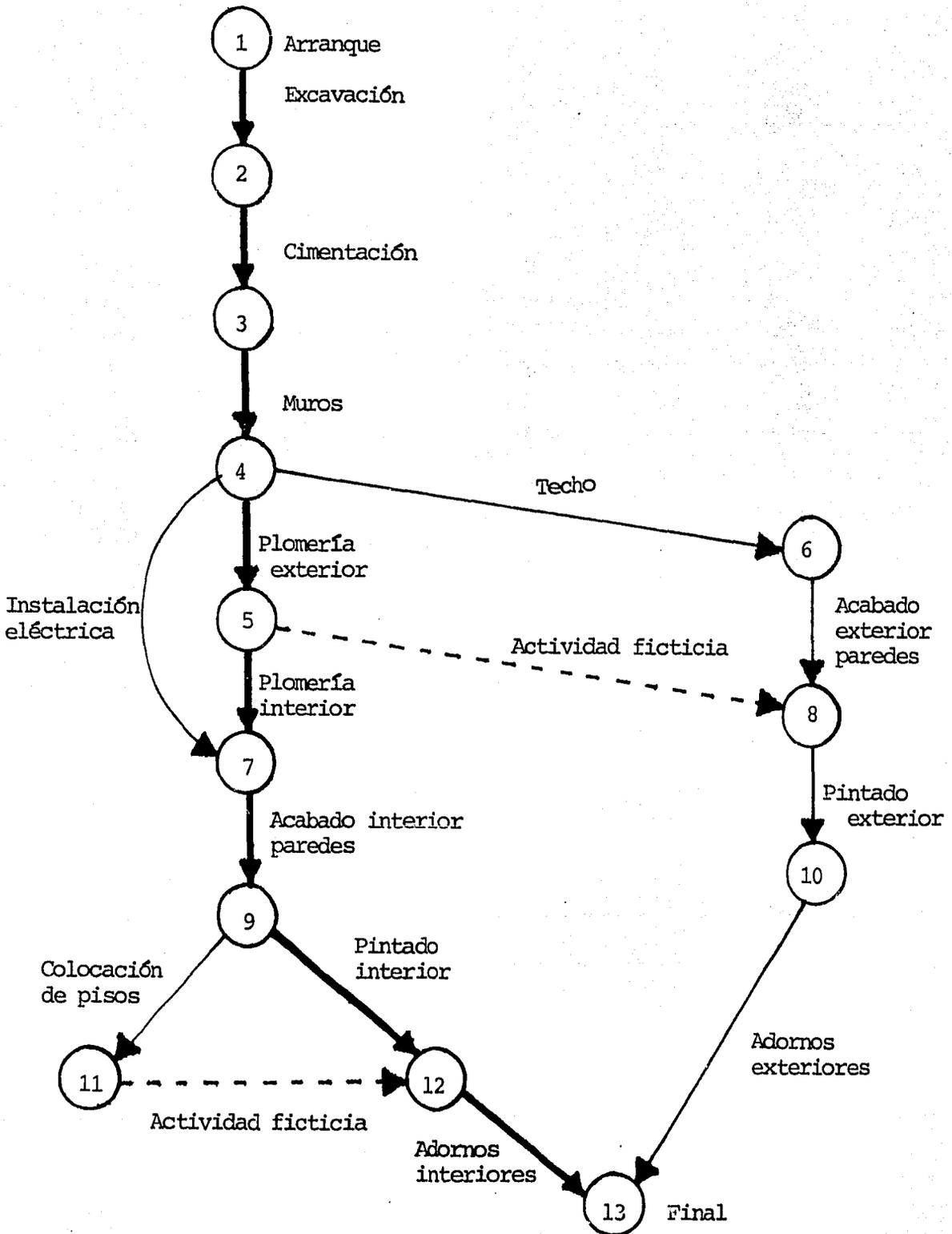


- Holgura (H). La holgura para una etapa es la diferencia entre su último tiempo y su tiempo más anticipado.
- Tiempo más Anticipado. Es el tiempo (estimado), en el cual ocurrirá el evento o etapa si las actividades precedentes se inician tan pronto como es posible.
- Ultimo tiempo. Es el último tiempo (estimado) más allá de su tiempo más anticipado, en el que puede ocurrir un evento o etapa sin retrasar la terminación del proyecto.
- Estimación Optimista (a). Es el tiempo mínimo posible, o el tiempo improbable pero posible si todo marcha bien. En términos estadísticos, es una estimación de la cota inferior de la distribución de probabilidad.

- Estimación más Probable (m). Es la estimación más realista del tiempo que podría consumir la actividad. En términos estadísticos es una estimación de la moda (el punto más alto), de la distribución de probabilidad para el tiempo de la actividad.
- Estimación Pesimista (b). Es el tiempo improbable, pero posible si todo marcha mal. En términos estadísticos, es esencialmente una estimación de la cota superior de la distribución de probabilidad.
- Varianza (V).
- Factor de Probabilidad (Z)

En terminología PERT, cada rama de la red del proyecto representa una actividad, que es una de las tareas requeridas por el proyecto. Cada nodo representa un evento o etapa que comunmente se define como punto en el tiempo, cuando todas las actividades que conducen hacia ese nodo se completa. Las puntas de flecha indican las sucesiones en las que deben lograrse los eventos. Además, un evento o etapa debe preceder a la iniciación de las actividades que parten de ese nodo. Para ilustrar lo anterior, está la gráfica 2.6 correspondiente a la Industria de la Construcción para la realización de una casa. En la gráfica se ve como las etapas para la construcción de una casa van sucediendo una a una, comenzando desde el arranque hasta el final, esto significa que todas las etapas de la construcción van a estar sobre la ruta crítica. Este es también un típico ejemplo del desarrollo de una red de proyecto.

GRAFICA 2.6 : Industria de la Contrucción: Red Inicial de Proyecto para la -  
Construcción de una Casa.

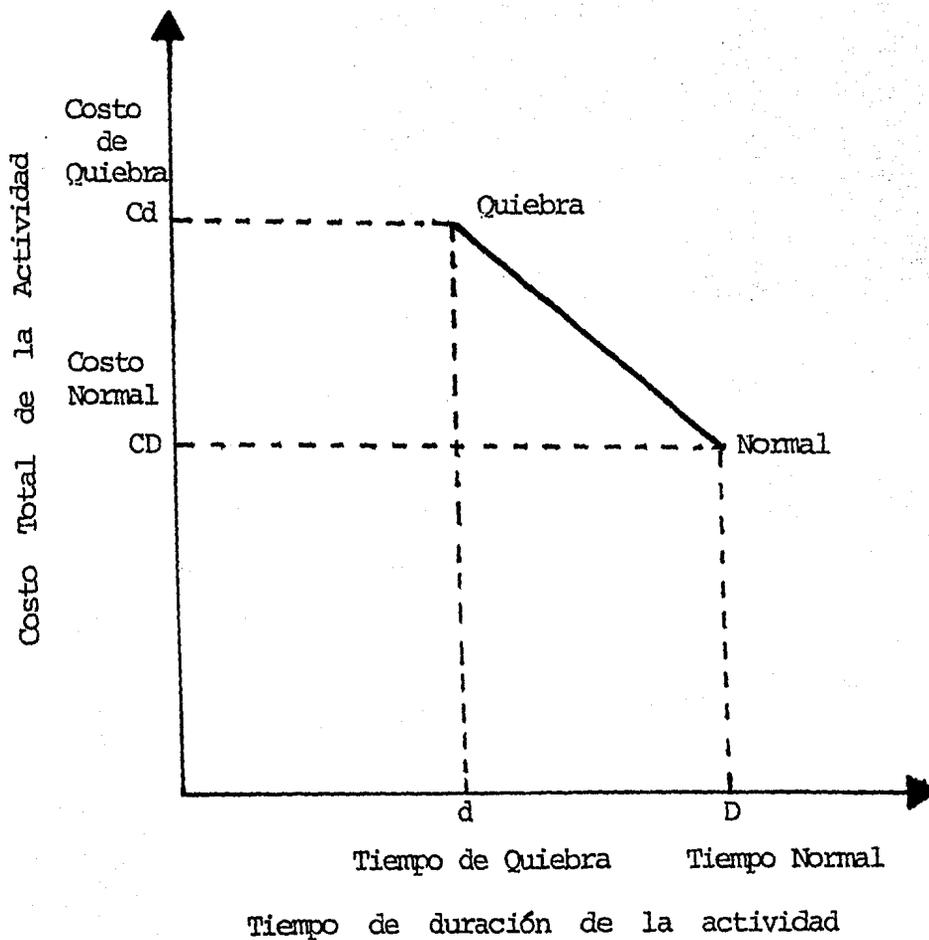


En toda red de proyecto, después de marcar las etapas o eventos que se realizarán se estiman los tiempos que se llevarán para la ejecución de cada uno de ellos. En PERT, hay tres enfoques para estimar el tiempo de la actividad para obtener una información básica respecto a su distribución de probabilidad y son: una estimación más probable (denotada por  $m$ ), una estimación optimista ( $a$ ), y una estimación pesimista ( $b$ ). Estas estimaciones ya se definieron antes. Los tres enfoques de estimaciones citados, se utilizan, debido a que hay gran incertidumbre acerca de cual será el tiempo de ejecución. En PERT, se considera al tiempo como una variable aleatoria, la cual tiene cierta distribución de probabilidad.

Las versiones originales del CPM y el PERT difieren en dos importantes aspectos. Primero, el CPM supone que los tiempos de las actividades son determinísticos (sin incertidumbre), de manera que no necesita de las estimaciones mencionadas en PERT. Segundo, en lugar de hacer incapie principalmente en el tiempo (explícitamente), el CPM da una importancia igual al tiempo y al costo. Esto se hace construyendo una curva de tiempo-costo para cada actividad como muestra la gráfica 2.7. La curva de la gráfica muestra la relación entre el costo total presupuestado para la actividad y su resultante tiempo de duración. El diseño de la gráfica, se basa por lo general en dos puntos: el normal y el de quiebra. El punto normal da el costo y el tiempo involucrados, cuando se realiza la actividad de la manera normal, sin costo extra alguno (mano de obra en tiempo extra, materiales o equipos especiales para ahorrar tiempo, etc.), que se aplican para acelerar la actividad. En contraste el punto de quiebra da el tiempo, y el

costo involucrados cuando se lleva a cabo la actividad sobre una base de quiebra, esto es, se apresura completamente sin escatimar costo al

GRAFICA 2.7, CURVA TIEMPO-COSTO PARA LA ACTIVIDAD (CPM)



guno para reducir el tiempo de duración tanto como sea posible. Se supone también que son posibles todas las combinaciones tiempo-costos intermedias y que se encuentran sobre el segmento rectilíneo entre estos dos puntos (gráfica 2.7). El objetivo básica del CPM es el definir con precisión cual combinación tiempo-costos debe usarse para ca

da actividad con el fin de satisfacer el tiempo programado de realización del proyecto a un costo mínimo.

La elección entre el método PERT de tres enfoques, o el CPM de reducciones tiempo-costo, depende del tiempo de proyecto. El PERT es muy apropiado cuando existe gran incertidumbre sobre los tiempos de las actividades y es importante controlar el programa del proyecto, tal es el caso de los proyectos de investigación, inversión y desarrollo, los cuales son de particular interés para el economista.

Por otro lado, el CPM, es adecuado cuando pueden predecirse precisamente los tiempos de las actividades y tienen gran importancia la planificación de una combinación apropiada entre el tiempo del proyecto y el costo.

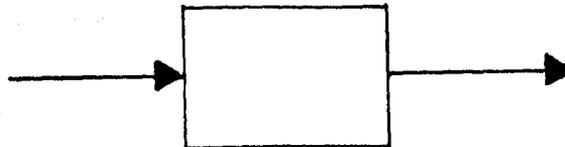
El Análisis de Redes, PERT o CPM, se han combinado con la programación lineal, y con la ayuda de computadoras se han resuelto problemas de transportes muy complejos. Hay un método el cual se llama "Primal", que puede solucionar problemas de transporte con un millón de variables (1000 orígenes, 1000 destinos), en 17 segundos<sup>29</sup>.

- 3) Teoría de Colas o Líneas de Espera. La teoría de colas, da al economista o administrador, un medio para equilibrar los recursos con las demandas de los clientes. Una cola es una línea, generalmente de gente que espera recibir un servicio. La instalación de servicio, se identifica con frecuencia como una estación, se compone de recursos, por ejemplo gente o equipo y proporciona un servicio necesario. Si los -

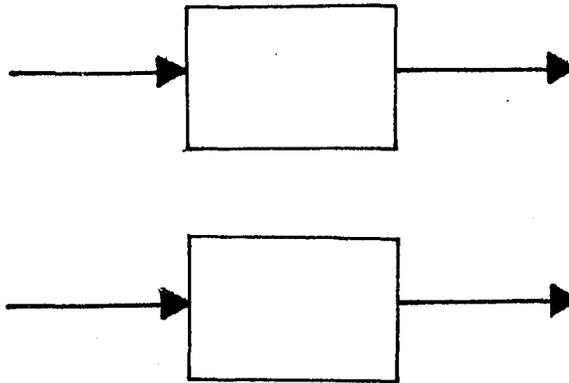
recursos de la instalación (de varios tipos) de servicios son insuficientes, se formará una cola y los clientes tendrán que esperar en línea para ser atendidos. Si hay demasiados recursos disponibles, no se utilizarán eficientemente y habrá tiempo de ocio. Se trata de encontrar entonces, el mejor equilibrio entre el servicio al cliente y el aprovechamiento de los recursos y la teoría de colas da una solución matemática. La formación de Colas o líneas de Espera es un fenómeno común que se presenta en la Industria y el Comercio siempre que la demanda actual de un servicio es mayor que la capacidad actual para proporcionar este servicio<sub>30</sub>.

Una empresa, se puede encontrar con cuatro tipos básicos de colas. Se expondrán a continuación cada una de ellas con su respectivo diagrama.

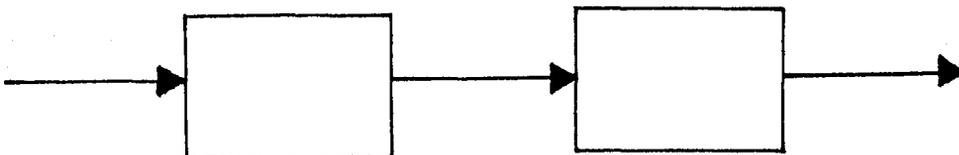
- a) La primera es el canal-simple, fase-simple. Un canal es una línea o cola, y una fase es una posición en esa línea. Por tanto, una situación canal-simple, fase-simple, consiste en una única línea de espera con una sola instalación de servicio en ella. Un ejemplo es la taquilla de un teatro o cine.



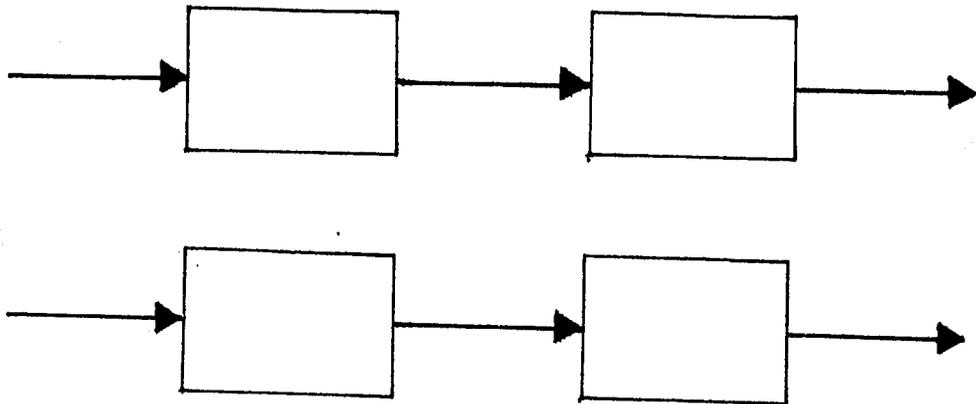
b) La segunda situación se identifica con un canal-múltiple, fase-simple. Existe aquí varias líneas, pero cada una tiene solamente una instalación. Las cajas de un supermercado son un ejemplo de esta condición.



c) El tercer tipo es el canal-simple, fase-múltiple, donde sólo hay una línea, pero contiene varias instalaciones. Un ejemplo es la línea de servicio de una cafetería, sólo existe una línea, pero hay varias paradas a lo largo de ella para seleccionar los diferentes alimentos, recibir la cuenta y pagar.



d) La cuarta y última situación, es de canal-múltiple, fase-múltiple. Es el más complejo y la mejor descripción de él es el procedimiento de inscripciones en un colegio. El estudiante puede escoger entre varias líneas, y cada una consta de varias estaciones.



Son muchos los sistemas industriales que se caracterizan por el arribo de algún tipo de unidad de entrada a una o más estaciones de servicio. Estas entradas pueden ser ordenes de ventas, producción, descomposturas de máquinas, aviones que llegan a un aeropuerto o automóviles los cuales llegan a una gasolinera. Las estaciones pueden ser una batería de máquinas, las etapas de un proceso de producción, un aeropuerto o la ventanilla de boletos de un teatro.

Un problema de colas, desde el punto de vista de la teoría económica, consiste fundamentalmente en equilibrar el costo marginal de la espera en función del costo marginal del tiempo de ocio para todas las estaciones de servicio de un sistema. Los costos relacionados con la espera incluyen la pérdida de clientes en potencia, así como de costos de inventario en proceso tales como los de almacenamiento, manejo, depreciación, deterioro, la oportunidad perdida del dinero invertido en el inventario, etc. Los costos del tiempo de ocio representan los costos imputados o de oportunidad es decir, los que consisten en tener recursos atados en un activo no productivo en lugar de asignarlos a activos que ganen un ingreso positivo. Sin embargo, ni los economistas, ni los matemáticos, han desarrollado, técnicas analíticas directas para determinar las condiciones en las que el costo marginal de espera sea igual al costo marginal del tiempo de ocio, para sistemas de colas complejos, de canales y estaciones múltiples.

4) Otros Métodos de Investigación de Operaciones. Hasta el punto anterior se han analizado los métodos más utilizados de la IO, en Economía, hay otros más, que también son utilizados y solamente se definirán a continuación.

- Dinámica Industrial. Es un método importante para abordar el modelado de sistemas económicos y urbanos, desarrollado por J. W. Forrester. Este método está enfocado a la toma de decisiones. Para el proceso de toma de decisiones, Forrester, especifica la existencia de seis redes interrelacionadas. En cuatro de ellas -la de materiales, dinero, personal y equipos de capital- fluyen

recursos; la quinta se denomina red de ordenes, y la sexta es la red de información, del uso que haga el administrador de esta, dependerá el éxito o fracaso del manejo de la empresa<sub>31</sub>.

- Teoría de Juegos. En economía, se utiliza este método sobre todo cuando hay empresas que están compitiendo en el mercado con un bien similar en producción. Gran parte de la investigación sobre teoría de juegos ha sido en relación con los juegos de dos personas y suma cero. Como el nombre lo indica, estos juegos comprenden dos adversarios o jugadores (pueden ser equipos, empresas, ejércitos, etc.). Se conocen como de suma cero porque uno de los jugadores gana en tanto que el otro pierde, de manera que la suma de sus ganancias es cero. El análisis, se realiza en forma matricial, donde se confrontan las estrategias de los dos jugadores. La teoría de juegos se combina con la programación lineal e informática para la solución de complejos problemas empresariales.
  
- Modelos Markovianos de Decisión. Estos modelos, se utilizan para la toma de decisiones adecuada en cuanto a las políticas óptimas de sustitución o reparación de maquinaria y equipo. El análisis de los modelos Markovianos, se hacen también en forma matricial - básicamente, distinguiéndose varios estados de la maquinaria o equipo, para después adoptar la decisión óptima en base a lo anterior.

## 2.5 ANALISIS DE SISTEMAS

### A.- INTRODUCCION

El desarrollo del análisis de sistemas, históricamente se planteó así: a falta de una metodología para la solución de problemas y en ausencia de métodos bien desarrollados para el entendimiento de la función de la organización, los especialistas atraídos por el problema recurrían simplemente a sus áreas de conocimiento especializado. Matemáticos, físicos, químicos, utilizaban sus métodos particulares. En el caso del economista, se aplicaban los métodos tradicionales como los que se expusieron al principio del capítulo, sin embargo, en parte el desarrollo de las computadoras y los proyectos de sistemas técnicamente avanzados fueron influenciados por la aplicación de la investigación de operaciones,\* y los métodos econométricos. A medida que aumentaba el poder de las computadoras y las técnicas de programación, hubo una conciencia creciente entre sus usuarios acerca de que la automatización y el análisis de sistemas podrían tener un efecto trascendente sobre la solución de los problemas más agudos de la sociedad y de la economía. El análisis de sistemas es considerado por muchos investigadores como un "método de métodos", debido a que entra indistintamente a solucionar problemas de cualquier área científica o técnica. Para el economista es de especial interés la utilidad que tiene el análisis de sistemas dentro de su área respectiva. Anteriormente los métodos tradicionales utilizados por el economista, los había combinado con otros métodos desarrollados desde antes de la Segunda Guerra Mundial como son los métodos econométricos. Durante y después de la Segunda Guerra Mundial como consecuencia de la necesidad de solucionar los problemas que implicaba esta, se

\* El Análisis de Sistemas es producto mismo de la IO.

desarrollo la investigación de operaciones, cuyos métodos volvieron a enriquecer el instrumental técnico del cual el economista podía disponer y el producto más reciente, es el análisis de sistemas como método susceptible de utilización por parte del economista. Las perspectivas del análisis de sistemas en el campo de la economía son todavía muy amplias, pues las aplicaciones que se han hecho han sido básicamente en el ámbito microeconómico y en mucha menor escala a nivel macroeconómico. En resumen se puede afirmar que el análisis de sistemas para el economista es un método muy útil el cual puede combinarlo con métodos econométricos, de investigación de operaciones y de simulación por computadora, para la solución de diversos problemas en el área de su competencia.

#### B.- QUE ES UN SISTEMA

Antes de llegar al concepto de análisis de sistemas de partirá primero de la definición de sistema, para lo cual hay varias definiciones muy parecidas entre sí:

Sistema es:

- Una colección de entidades relacionadas, cada una de las cuales se caracteriza por atributos o características que pueden estar relacionados entre sí<sub>32</sub>.
- Un conjunto de principios coordinados para formar un todo científico o un cuerpo de doctrina<sub>33</sub>.
- Un conjunto de elementos que trabajan agrupadamente para el objetivo general del todo<sub>34</sub>.

- Un conjunto de entidades (componentes) juntas y relacionadas entre sí<sup>35</sup>.

Es común a las definiciones mencionadas que un sistema está constituido por un grupo de elementos integrados, a un todo con un fin específico.

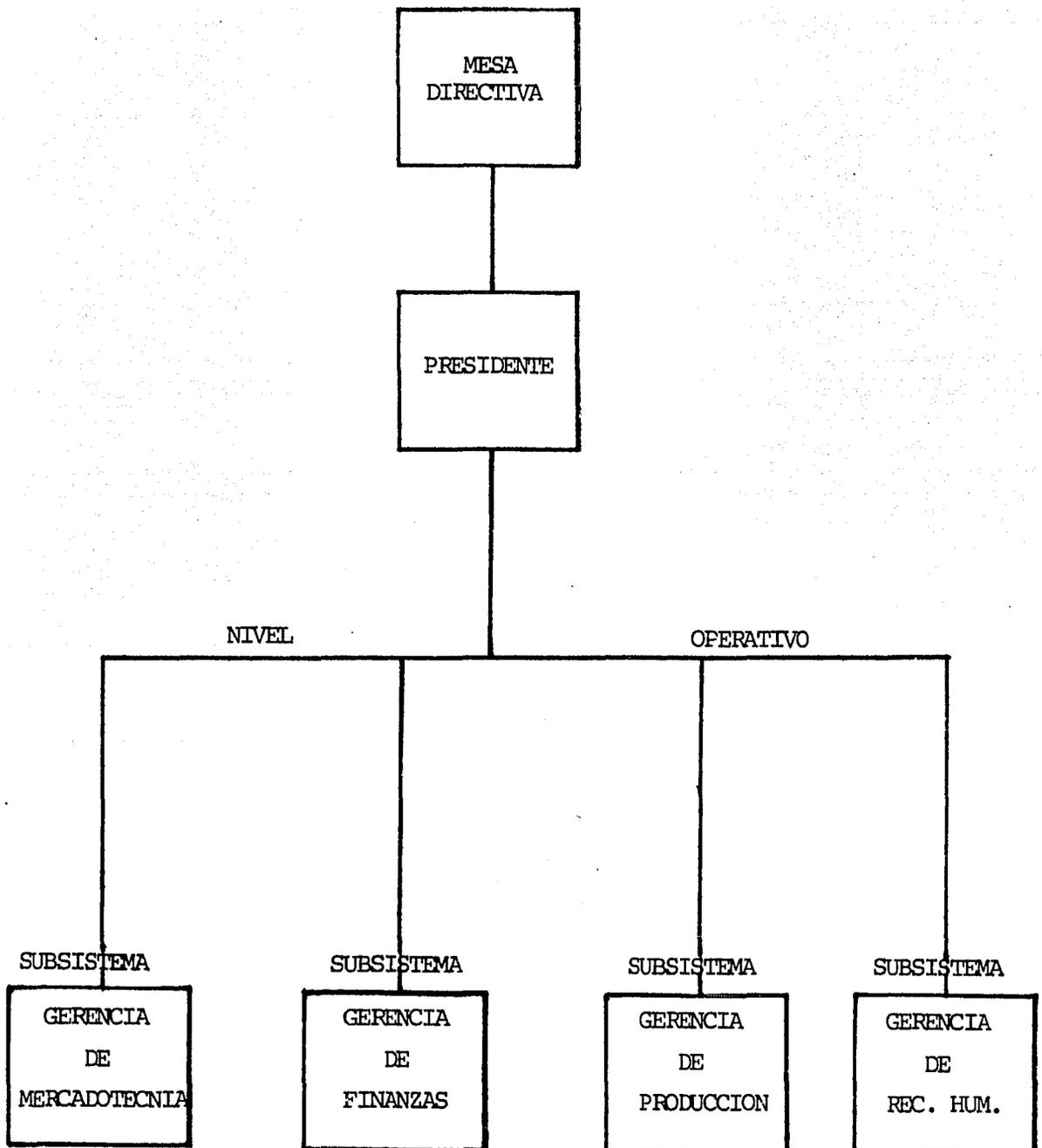
La definición de sistema no puede separarse de la definición de ambiente, pues cada sistema se desenvuelve en uno: "El ambiente es el conjunto de todas las entidades con atributos cuyo cambio afecta al sistema y así mismo a aquellas entidades cuyos atributos sufren cambios debido al comportamiento del sistema"<sup>36</sup>.

Se ha realizado la construcción de modelos de sistemas de empresas de negocios en los cuales se hace que la clientela forme parte del ambiente. Describir al consumidor de acuerdo con sus gustos y sus ingresos -de modo que algún cambio en esos atributos afecte a la empresa- parece estar de acuerdo con la definición de ambiente.

A partir de las definiciones de sistema y ambiente, es posible subdividir un sistema en subsistemas.

Desde el punto de vista microeconómico, una empresa considerandola como sistema puede subdividirse en subsistemas, constituidos por las gerencias del nivel operativo de la misma empresa, como puede verse en la gráfica 2.8.

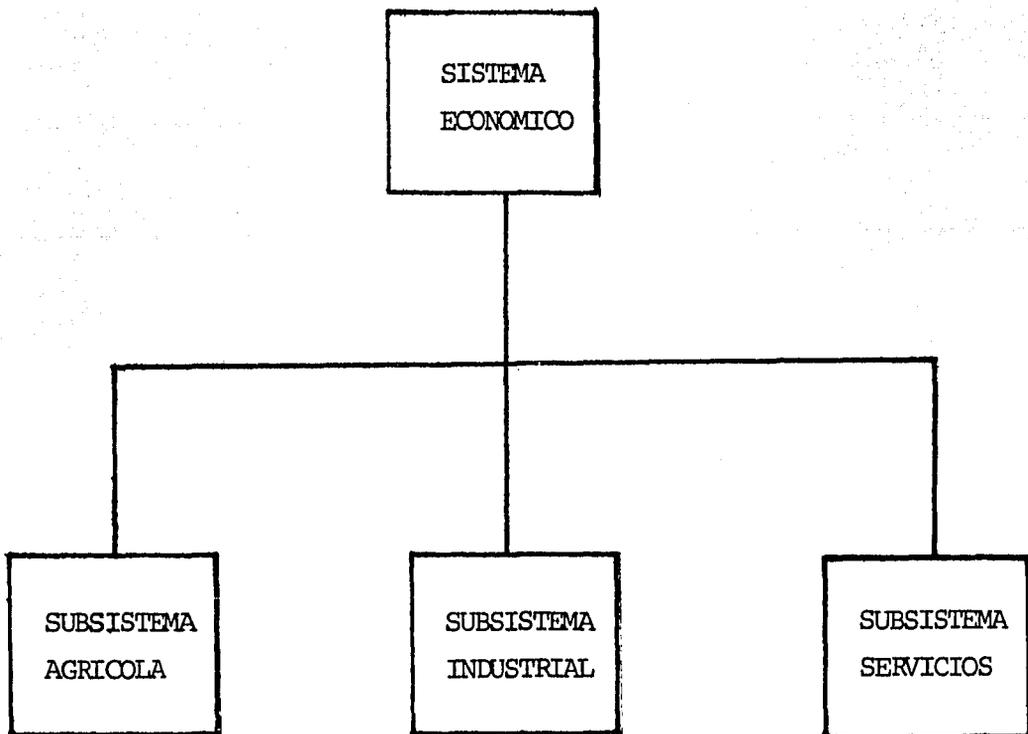
GRAFICA 2.8 : LA EMPRESA COMO SISTEMA



En el nivel operativo de la empresa (Gerencias), es donde el medio ambiente proporciona los recursos principales de la empresa (factores de la producción). En este ejemplo se divide el sistema empresarial descrito en los subsistemas de: Mercadotecnia, Finanzas, Producción y Recursos Humanos.

Ahora, pensado macroeconómicamente viendo la economía como un todo, se tiene a la economía como sistema, esto es un sistema económico, el cual también es susceptible de dividirse en subsistemas. En la gráfica 2.9, se subdivide a un sistema económico en los siguientes subsistemas: Agrícola, Industrial y de Servicios.

GRAFICA 2.9 : UN SISTEMA ECONOMICO GLOBAL



### C.- CONCEPTO DE ANALISIS DE SISTEMAS Y SISTEMA ECONOMICO

El análisis de sistemas o enfoque de sistemas esta denificado como "el estudio formal de los objetivos del sistema, los procedimientos, las estructuras, las corrientes de información, los niveles de rendimiento y las deficiencias"<sup>37</sup>. Esta definición está orientada al estudio de los sistemas en general. Sin embargo los sistemas que interesan a la presente tesis, son los sistemas económicos. Recordando el concepto, un sistema económico, es aquel que de alguna manera satisface las necesidades materiales o crea provisiones para llenar esas mismas necesidades y puede considerarse dicho sistema, como una unidad, dentro de la cual cada uno de los elementos los cuales integran el proceso económico presentan determinadas características<sup>38</sup>. Teniendo claro el tipo de sistemas a los cuales interesa esta investigación, el análisis de sistemas orientado a la economía, se puede definir como el estudio de los sistemas económicos (micros o macros), completos o de parte de estos y la aplicación de la información obtenida en dicho estudio al diseño, documentación e instalación de sistemas nuevos u optimizarlos.

El encargado de realizar las actividades de análisis, diseño e instalación de los sistemas, es el analista de sistemas.

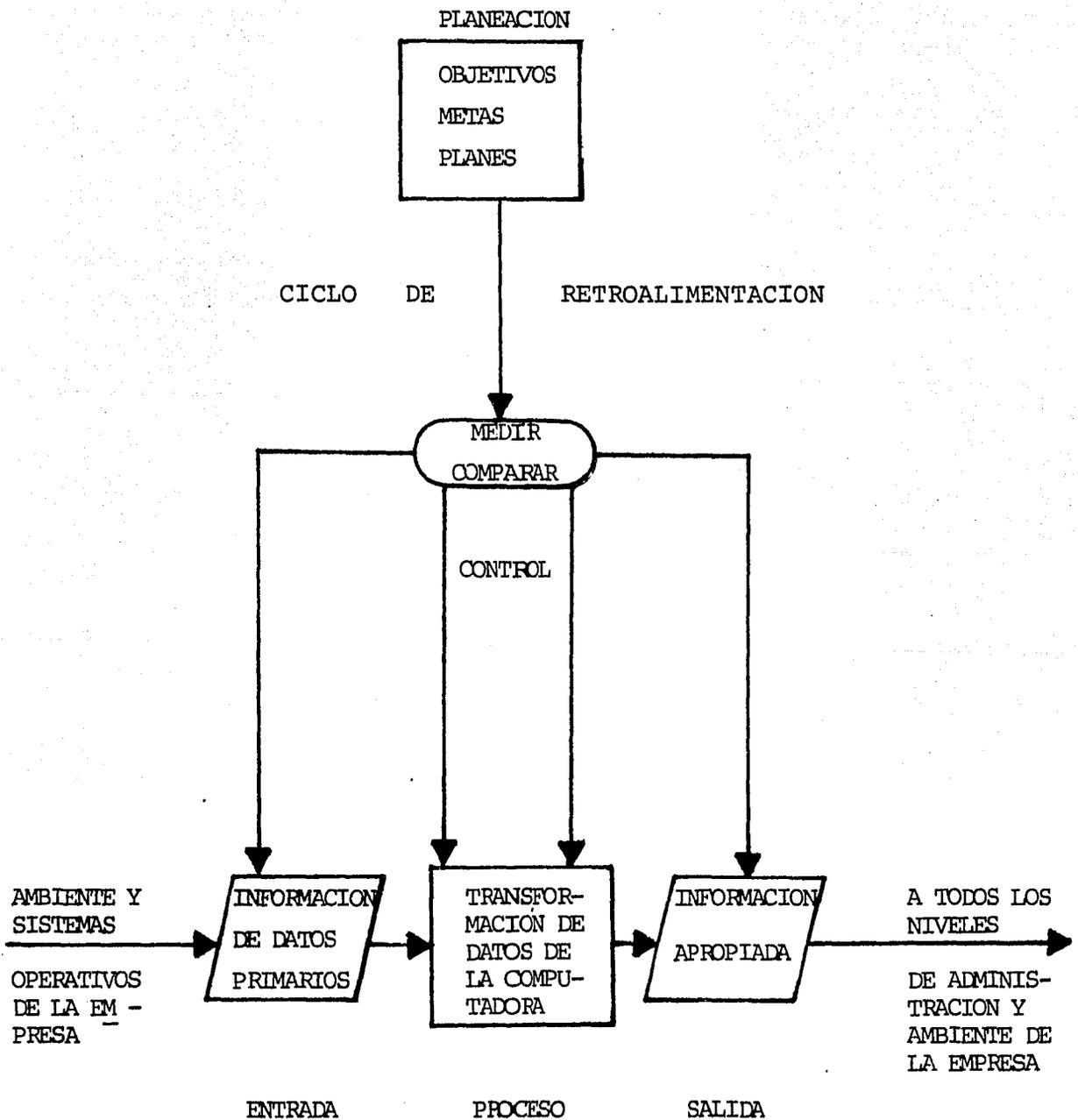
### D.- DESARROLLO DEL ANALISIS DE SISTEMAS

Como ya se había señalado cuando el análisis de sistemas se comenzó a utilizar en la toma de dicisiones para la solución de problemas de índole económico, se aplicó basicamente a la empresa.

Por los inicios de la década de los sesentas, es cuando el análisis de sistemas irrumpió en los sistemas microeconómicos. La función del análisis de sistemas se orientó en principio a descubrir las deficiencias de las estructuras empresariales como: falta de comunicación en la alta administración, falta de autoridad y responsabilidades, falta de optimización en la asignación de recursos, etc. Producto de estas aplicaciones es el SIG (Sistema de Información para la Gerencia). Un SIG, se define como el medio de destilar, refinar y filtrar la información para hacerla útil a todos los niveles de la administración de tal forma que se pueda seleccionar la trayectoria más efectiva para una empresa. Este concepto del SIG, es una derivación de la aplicación de las computadoras a los sistemas administrativos empresariales. El SIG es un medio por el cual la administración recibe la información que necesita para realizar las funciones de planeación y control sobre el sistema físico de la empresa.

En la gráfica 2.10, se observa el funcionamiento del SIG, en primer término el ambiente y sistemas operativos de la empresa (subsistemas de: finanzas, mercadotecnia, recursos humanos, producción, etc.), como entrada para generar la información de datos primarios, que luego son transformados en datos para la computadora, donde también son procesados los datos de planeación y control, los cuales se confrontan con los datos primarios. Teniendo todos estos datos procesados por la computadora, se produce la información apropiada, la cual constituye la salida y que va a influir a todos los niveles de la administración y ambiente de la empresa. Dicha información tiene un ciclo de retroalimentación.

GRAFICA 2.10 : SISTEMA DE INFORMACION PARA LA GERENCIA (SIG)



El fin principal del SIG, es el de proporcionar a todos los niveles de la administración, la información necesaria, para una correcta utilización de los recursos de la empresa, contribuyendo de esta forma al logro de sus objetivos y al manejo más eficiente la misma.

El SIG, es una de las aplicaciones más efectivas que tiene la informática a nivel empresa o microeconómico, utilizando el enfoque o análisis de sistemas. Los SIGs, se han desarrollado y popularizado más en países altamente industrializados debido al nivel tecnológico de sus empresas, sin embargo en países de escaso o mediano desarrollo industrial, se utilizan estos sistemas, en grandes o medianas empresas. Walter J. Kennevan, define con precisión el SIG:

"Es un método organizado de proporcionar la información pasada, presente y futura, acerca de las operaciones internas y las actividades externas. Sirve de apoyo a las funciones de planeación, de control y operativas de una organización y suministra información uniforme en el tiempo apropiado para ayudar en el proceso de toma de decisiones"<sup>39</sup>.

La definición no incluye la utilización de la computadora, sin embargo la utilización de esta es fundamental para la implantación del SIG.

#### E.- METODOLOGIA DEL ANALISIS DE SISTEMAS

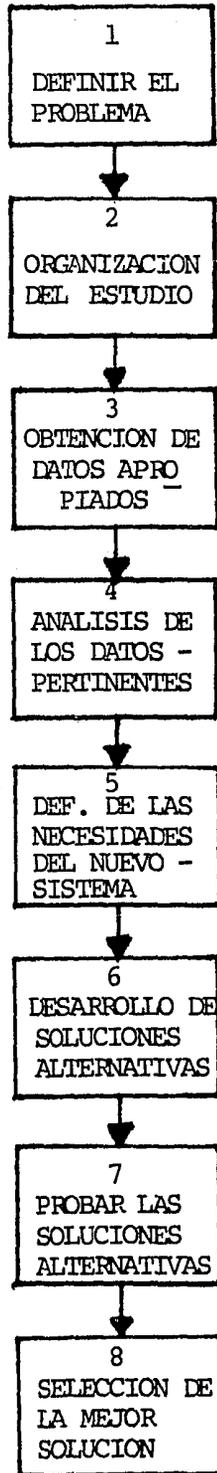
El método empleado por el análisis de sistemas es una derivación del método científico, debido a que precisamente se quería dar soluciones científicas y eficientes a los problemas de las empresas.

Las ciencias físicas y sociales emplean en método científico para el diseño de experimentos para probar la validez de hipótesis o supuestos.

El enfoque o análisis de sistemas modificó el método científico, para formular su propio método dividiéndolo en ocho etapas, como puede verse en la gráfica 2.11, y que a continuación se explicarán.

- 1) Definir el problema. En este primer paso el analista de sistemas debe ponerse de acuerdo con el responsable del sistema a estudiar acerca del problema o problemas los cuales hay que resolver. Si el problema a resolver es el de una empresa, se pide al administrador del área en cuestión, por ejemplo el director de compras, establecer y posiblemente describir el problema. Aquí el analista de sistemas trata de determinar si realmente existen dificultades en el sistema.
- 2) Organización del Estudio. Cuando el analista de sistemas ha definido el problema que va a resolver en el sistema, se elabora un plan general en el cual se pueden utilizar técnicas o métodos de investigación de operaciones, si es posible, se reúne a personal que colabore a la solución del problema. En esta fase se lleva a cabo en otras palabras, la planeación del estudio o trabajo.
- 3) Obtención de Datos Apropriados. En el esfuerzo de familiarizarse con las dificultades del sistema estudiado, el analista de sistemas obtiene los datos necesarios. El analista puede utilizar tres métodos diferentes de captación de datos: entrevista personal, observación y búsqueda de datos. Pudiendose usar separadamente o en combinación, dichos métodos.

GRAFICA 2.11 : ETAPAS O PASOS DEL ENFOQUE DE SISTEMAS



- 4) Análisis de los Datos Pertinentes. Aquí el analista en base a los datos obtenidos, busca aprender lo suficiente acerca del actual sistema empresarial de manera que pueda ayudar a diseñar e instalar uno mejor.
- 5) Definición de las Necesidades del Nuevo Sistema. Antes de diseñar el nuevo sistema el analista determina que requiera la administración y el criterio a utilizar para precisar el éxito o fracaso del sistema en el logro de sus necesidades.
- 6) Desarrollo de Soluciones Alternativas. Conforme el problema es más complicado también aumenta el número de soluciones. El analista de sistemas es responsable de señalar todas las posibilidades factibles.
- 7) Probar las Soluciones Alternativas. El probar cada una de las soluciones posibles, bajo condiciones casi idénticas a la realidad que influenciarán al sistema después de que este sea instalado, implica la utilización de la metodología de simulación por computadora, tema a tratar en otro punto.
- 8) Selección de la Mejor Solución. Si el proceso de prueba, se diseña con toda exactitud será una sencilla selección a la mejor solución. Por ejemplo, los resultados de las pruebas serán puntuaciones numéricas que pueden resaltar la solución que mejor satisfagan los objetivos del sistema.

## 2.6 METODOLOGIA DE SIMULACION

### A.- INTRODUCCION

Anteriormente los especialistas en política económica podían cuando menos teóricamente, efectuar experimentos controlados con un sistema económico determinado, como podría ser a nivel microeconómico una empresa, o a nivel macroeconómico, la economía de un país. Pero en la realidad hay impedimentos institucionales, políticos, sociales, etc., los cuales hacen imposible la experimentación en el caso de una industria o de un sistema económico. Lo que efectúan muchas empresas es experimentar con diferentes normas de publicidad y mercadotecnia y comparar resultados obtenidos.

Desde 1930, los economistas han recurrido a modelos econométricos, con soluciones de ecuaciones como técnicas analíticas standard. Pero cuando se introducen en estos modelos linealidades, ecuaciones de orden superior y variables computativas, las soluciones mediante técnicas analíticas directas, se hacen cada vez más difíciles, cuando no imposibles. La herramienta que va a permitir el estudio y la experimentación de un sistema dado, "ya sea que se trate de una compañía, una industria, un sistema económico o cualquier subsistema de estas"<sup>40</sup>, es la simulación.

### B.- CONCEPTOS DE SIMULACION

Se define a la simulación como una técnica numérica empleada para realizar experimentos con ciertos tipos de modelos matemáticos que describen el comportamiento de un sistema complejo, en una computadora digital y durante tiempos prolongados<sup>41</sup>. Se conoce como simulación, también al proceso de -

usar un modelo matemático para representar un objeto real o condición en acción. El modelo es una representación estática que muestra las interrelaciones de las partes y la simulación indica como éstas funcionan juntas en un período de tiempo. Así, se puede hacer la analogía entre un modelo económico a una fotografía instantánea y la simulación a una película.

El programa de la computadora que simula condiciones del modelo para cada lapso se llama simulador. Este programa simulador trabaja con los siguientes elementos que se definirán a continuación:

- Entidad. Es el objeto real o la circunstancia que representa el modelo. Por ejemplo, se puede simular el movimiento de un artículo específico del inventario, como un transistor de radio. Si la simulación es sobre las ventas de periódicos hechas por un voceador, el periódico es la entidad.
- Atributos. Son las características de la entidad del modelo estas pueden ser de dos tipos; variables de estado, que el simulador cambia en cada período de proceso y parámetros, que son invariables y establecidos por una persona al principio para dirigir la simulación. Un ejemplo de una variable de estado es el número de periódicos que el vendedor tiene al final del día y un parámetro es el número de periódicos que el voceador recibe diariamente. El primer atributo cambia durante la simulación, pero el segundo no.
- Regla de Decisión. Es la directriz que se da al simulador para controlar el proceso. Un gerente cualquiera puede tomar la decisión y

luego simula su efecto cuando el sistema este sujeto a condiciones - externas. Un ejemplo sería reducir el precio de venta de un artículo a \$1000.00 pesos, cuando el volumen llegue a 50 millones de pesos. Se puede simular más de una regla de decisión en un solo proceso.

- Calendario. Es el período de tiempo simulado. Un fabricante de artículos eléctricos puede representar cómo influye diariamente su regla de decisión al modelo en un lapso de un año a 250 días de trabajo.

La simulación puede estar enfocada a la solución de un problema determinístico o estocástico, dependiendo de lo anterior se procede a la elaboración del modelo matemático. Un problema es determinístico, cuando las variables se pueden establecer con exactitud y la simulación dará como resultado una sola solución.

Por otro lado, la mayoría de los problemas microeconómicos y macroeconómicos no son determinísticos, esto es, no son predecibles con certeza. El economista y el administrador, suelen tomar decisiones acerca del futuro - cuando llegan a este punto, se auxilian para la adecuada toma de decisiones, de un modelo probabilístico o estocástico, que como su nombre lo dice, tiene un alto grado de incertidumbre, que por lo cual recurre a la utilización de variables aleatorias.

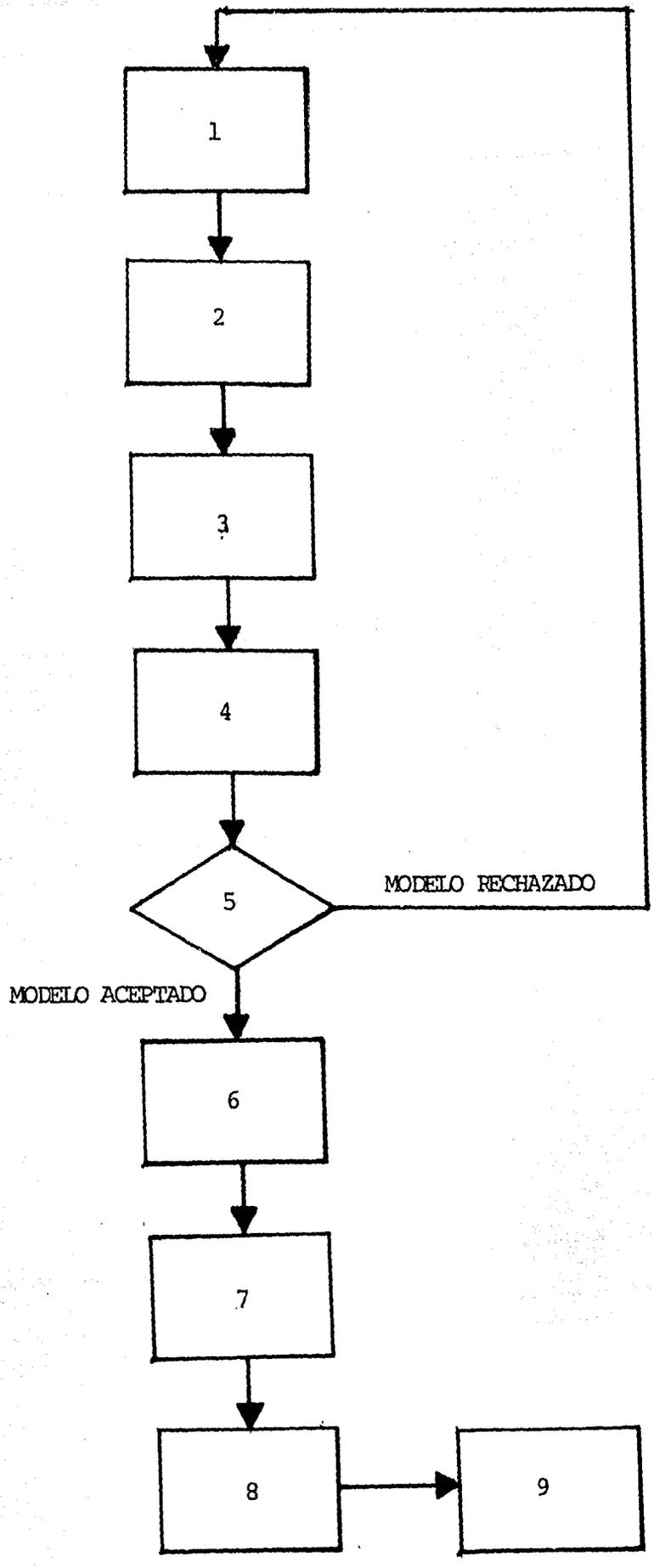
### C.- METODO DE SIMULACION

Los pasos a seguir para la simulación de un sistema son los siguientes:

Gráfica 2.12.

GRAFICA 2.12 :

ETAPAS PARA LA  
SIMULACION DE  
UN SISTEMA.



- 1) Formulación del Problema.
- 2) Recolección y Procesamiento de Datos.
- 3) Formulación del Modelo Matemático.
- 4) Estimación de los Parámetros.
- 5) Evaluación del Modelo.
- 6) Formulación del Programa de Computadora.
- 7) Verificación.
- 8) Diseño de Experimentos.
- 9) Análisis de Datos de la Simulación.

#### D.- SIMULACION DE SISTEMAS ECONOMICOS

El estudio de los fenómenos económicos, es sumamente difícil mediante la experimentación controlada y las pruebas, como sucede en otras ciencias sociales (sociología, ciencia política, etc.). En el mundo real es muy rara la posibilidad de observar casos en los que se puede dar, bajo condiciones ceteris paribus, tanto una variable independiente como una dependiente. Como ejemplo: sería muy complicado encontrar una situación en la que se pudiera observar los efectos de los cambios en los precios sobre las cantidades demandadas por los consumidores, manteniendo constantes el gusto del consumidor, el ingreso, etc., empero estas posibilidades con alternativas y pruebas de hipótesis en relación con el comportamiento de sistemas económicos, se han resuelto notablemente con el advenimiento de las computadoras. La principal ventaja que se presenta cuando se emplea la simulación en computadoras como instrumento del análisis económico, resulta ser no sólo la mera provi -

sión de un procedimiento para formular diversas teorías económicas, sino también para comprobarlas. La simulación por computadora de modelos de sistemas económicos, debe utilizarse, cuando no hay soluciones analíticas normales a dichos modelos. "Los modelos para la computadora se pueden elaborar tan complejos y realistas como lo permitan las teorías que se utilicen para construirlos"<sup>43</sup>. Sin embargo no se trata de decir que los modelos de simulación reemplacen totalmente a los modelos tradicionales (verbales, gráficos y matemáticos) de los economistas, aunque si se puede concluir que los economistas no deben continuar limitados a tales criterios de modelos. Claro, los modelos económicos han sido acusados frecuentemente de ser poco realistas, debido a que la adopción de realismo a un modelo económico iba acompañada de un correspondiente aumento en grado de complejidad del mismo modelo. Ya con anterioridad a la adopción de los modelos de simulación por la economía un subconjunto de modelos económicos, conocidos como modelos econométricos, habían permitido descripciones menos ambiguas del mundo económico.

En la presente investigación, se hará mención de los más ilustrativos desarrollos de modelos de sistemas microeconómicos y macroeconómicos, sin intentar resolver alguno de ellos, debido a que ello implicaría realizar un tratado sobre cada uno de ellos.

#### E.- SIMULACION DE SISTEMAS MICROECONOMICOS

Se han desarrollado varios modelos de simulación de sistemas de empresas o industrias, sobre todo norteamericanos. Se dará a continuación las principales características de estos modelos:

- 1) Modelo de Duopolio. Fue desarrollado por Cyert, Feigenbaum y March<sub>44</sub>. Los supuestos que maneja este modelo son:
  - a) Predice las reacciones de sus competidores.
  - b) Revisa las estimaciones de la curva de la demanda.
  - c) Revisa las estimaciones de su propia curva de costo.
  - d) Especifica su meta de ganancia.
  - e) Evalúa las alternativas de que dispone.
  
- 2) Modelo Industrial Dynamics. Este es uno de los modelos mejor conocido. Creado por Jay Forrester, Dinámica Industrial, no es un modelo de simulación en el sentido estricto sino una metodología para analizar sistemas económicos, por lo cual utiliza su propio lenguaje - DYNAMO. La dinámica Industrial se ha utilizado para analizar a compañías eléctricas (E.U.), la industria del calzado, cuero y piel y la industria textil<sub>45</sub>.
  
- 3) Modelo Bonini. Este modelo de simulación fue desarrollado por Charles Bonini, para su tesis doctoral "Simulación de Sistemas Informativos y Decisionales en la Empresa". Se simula en este modelo, el funcionamiento de una empresa comercial, y se combinan teorías de economía, contabilidad, organización y comportamiento.
  
- 4) Modelo de la Sun Oil. Este es un modelo financiero corporativo desarrollado por George Gershefski. El objetivo del modelo de computadora es proporcionar a la administración un método rápido y seguro - para predecir el papel financiero de la compañía basándose en cualquier grupo específico de condiciones anticipadas<sub>46</sub>.

5) Modelo IBM. El Instituto de Investigaciones de Sistemas de la IBM, desarrolló un modelo de computadora con las siguientes características:

- a) La compañía elabora un solo producto.
- b) La demanda de este producto aumenta con el tiempo.
- c) La compañía puede vender y arrendar su producto.
- d) Los inventarios se pueden acumular o reducir.
- e) La capacidad de producción se puede ampliar.
- f) La compañía se ve afectada por los cambios tecnológicos y la -  
inflación.
- g) La expansión del capital se puede financiar mediante la venta  
de acciones y bonos.

6) Modelo XEROX. Este modelo fue creado por la empresa XEROX, con la -  
finalidad de facilitar la formulación de planes a largo plazo y se -  
compone de submodelos de las principales funciones operativas de la  
empresa: mercadotecnia, manufactura y distribución<sub>47</sub>.

#### F.- SIMULACION DE SISTEMAS MACROECONOMICOS

Los principales modelos de simulación de sistemas económicos a gran es-  
cala son:

- 1) Modelo OBE. Fue el primero de tipo econométrico a gran escala que -  
el gobierno de los E.U. elaboró y utilizó. Lo desarrollo la División

Econométrica de la Oficina de Economía Empresarial del Departamento de Comercio de los E.U. La finalidad del modelo es determinar el nivel conjunto de la producción y el empleo. Contiene 56 ecuaciones de comportamiento, 46 identidades y 75 variables exógenas.

2) Modelo Brookings. Es el mayor de todos los de tipo econométrico de los E.U., fue desarrollado por un equipo de 20 diferentes economistas. La última versión del modelo consta de un total de 230 ecuaciones, orientadas a determinar el nivel de producción y empleo. Contiene 118 ecuaciones de comportamiento; 104 variables exógenas y de política.

3) Modelo Wharton. Este modelo fue desarrollado por Lawrence Klein y Michael Evans. Su denominación es de Modelo de Predicciones Econométricas de Wharton. Dicho modelo econométrico de la Universidad de Pennsylvania, es probablemente el más utilizado actualmente. De la misma forma que el modelo de Brookings y el OBE, el modelo Wharton es un modelo tipo Keynesiano que determina también el nivel de la producción y el empleo. Contiene un total de 76 ecuaciones de las cuales 47 son de tipo conductual y 29 son de identidad<sub>48</sub>.

NOTAS AL CAPITULO

1. MAX, HERMANN. Investigación Económica su Metodología y su Técnica p. 39.
2. Ibid., p. 52 .
3. ROLL, ERIC. Historia de las Doctrinas Económicas, p. 324 .
4. Ibid., p. 279 .
5. Ibid., p. 278 .
6. ZAMORA, FRANCISCO. Introducción a la Micro y Macro, Dinámica Económica, p. 15 .
7. ZAMORA, FRANCISCO. Tratado de Teoría Económica, p. 50 .
8. MAX, HERMANN. Op. Cit., p. 83 .
9. ZAMORA, FRANCISCO. Introducción a la Micro y Macro, Dinámica Económica, p. 25 .
10. CHIANG, C. ALPHA. Métodos Fundamentales de Economía Matemática, p. 2 .
11. YAMANE, TARO. Estadística, p. 1 .
12. PRIETO, ALEJANDRO. Principios de Contabilidad, p. 1 .
13. GAYTAN, RICARDO. Teoría del Comercio Internacional, p. 205 .
14. JOHNSTON, J. Métodos de Econometría, p. XIII .
15. DAGUM, C. y de D. BEE M. ESTELA, Introducción a la Econometría, p. 255 .
16. CRAMER, J. S., Econometría Empírica, p. 9 .
17. CHIANG, C. ALPHA. Op. Cit. p. 8 .
18. Ingeniería Industrial. Estudia y Diseña los Sistemas Físicos, como la distribución de las áreas de producción.
19. STANFORD I. Opner. Análisis de Sistemas, p. 38 .
20. Ibid., p. 164.
21. HILLIER/LIEBERMAN. Introducción a la Investigación de Operaciones, p. 2.
22. BAUMOL, J. WILLIAM. Teoría Económica y Análisis de Operaciones, p. 75 .

23. SELDON/PENNANCE. Diccionario de Economía.
24. BERRI, L. Planificación Socialista, p. 22 .
25. Ibid., p. 24 .
26. Esta proporción fue estimada por la IBM, en un 25% (1982) .
27. BAUMOL, J. WILLIAM. Op. Cit. p. 75 .
28. HILLIER/LIEBERMAN. Op. Cit., p. 393 .
29. Fundación Arturo Rosenblueth, Revista 010, Enero 1984.
30. HILLIER/LIEBERMAN. Op. Cit., p. 397 .
31. GONZALEZ / MC. MILLAN. Análisis de Sistemas, p. 547 .
32. FISHMAN, GEORGE S. Simulación Digital de Eventos Discretos, p. 21 .
33. Diccionario Pequeño Larousse en Color, p. 694 .
34. WEST, C. El Enfoque de Sistemas, p. 28 .
35. GONZALEZ / MC. MILLAN. Op. Cit. p. 17 .
36. Ibid., p. 18 .
37. VERZELLO/REUTER. Procesamiento de Datos, p. 329 .
38. ZAMORA, FRANCISCO. La Sociedad Económica Moderna, p. 41 .
39. FORKNER/MC. LEOP. Aplicaciones de la Computadora a los Sistemas Administrativos, p. 418 .
40. NAYLOR, TOMAS H. Experimentos de Simulación con Modelos de Sistemas Económicos. p. 20 .
41. Ibid., p. 14 .
42. NAYLOR, TOMAS H. Técnicas de Simulación en Computadoras, p. 24-25.
43. COHEN, KALMAN. Modelos de Computadora para la secuencia calzado, piel y cuero, p. 82 .
44. CYERT, RICHARD M., y MARCH, J. G. Models in a Behavioral Theory of the firm., p. 81-95 .
45. NAYLOR, TOMAS H. Técnicas de Simulación en Computadoras, p. 250 .
46. NAYLOR, TOMAS H. Experimentos de Simulación con Modelos de Sistemas Económicos.

47. Ibid., 81-82 .

48. Ibid., p. 151-152 .

## C A P I T U L O    I I I

### LENGUAJES DE PROGRAMACION UTILES PARA LA INVESTIGACION ECONOMICA.

#### 3.1 LENGUAJES DE PROGRAMACION

Como se definió anteriormente un lenguaje de programación es un conjunto de cadenas de símbolos acompañados de reglas y convenciones para asignar un significado a cada cadena del conjunto, es un programa procesador que especifica la disposición de los registros de entrada y salida especificando que clase de caracteres se recogen y en que orden deben leerse o manejarse<sub>1</sub>.

Ahora bien, el origen de los lenguajes de programación radica en que las computadoras pese a que son muy rápidas y exactas para resolver infinidad de problemas, estas máquinas deben estar aleccionadas. En otras palabras las computadoras son como niños a los cuales hay que indicarles mediante unas instrucciones lo que se desea que hagan para llevarlas casi de la mano al cumplimiento de las mismas. De la misma forma las computadoras necesitan de un conjunto de instrucciones que dirijan a la máquina para solucionar un problema específico.

Los lenguajes de programación se clasifican en tres niveles, según la orientación que tengan respecto a la máquina, si esta orientado totalmente a la máquina es un lenguaje de bajo nivel, si esta orientado a la máquina es de mediano nivel y si esta orientado totalmente al problema es un lenguaje de alto nivel. Como se observa en el cuadro 3.1.

CUADRO 3.1

CLASIFICACION DE LENGUAJES SEGUN ORIENTACION A LA  
MAQUINA.

NIVEL	LENGUAJE	ORIENTACION
Alto	Cobol, Fortran, Basic, RPG, Algol, PL/I, Pascal, etc.	Independiente de la máquina orientado al problema.
Medio	Ensamblador y simbólico.	Dependiente de la máquina.
Bajo	Máquina (binaria).	Orientado a la máquina.

Las características generales de los lenguajes en los distintos niveles son los siguientes:

A.- LENGUAJES DE BAJO NIVEL

En los albores de la computadora, es decir en la primera generación de ellas solo se programaba en este tipo de lenguajes-máquina o código binario. Dicha tarea era muy tediosa, cara, larga y propensa a errores; por ejemplo un programa para un sistema IBM no podía procesarse en uno UNIVAC y viceversa. - La programación de las máquinas era externa, por medio de cables lo cual ha - cia todavía más difícil la labor. "Para eliminar estos inconvenientes se - crearon lenguajes de programación cada vez más alejados del lenguaje de la má - quina pero más próximos al lenguaje humano" <sub>2</sub>.

## B.- LENGUAJES DE MEDIO NIVEL

Este tipo de lenguaje, denominado generalmente como ensamblador, sigue presentando el mismo problema que en el de bajo nivel, incompatibilidad entre máquinas. Se dice que son próximos o dependientes de la máquina estos lenguajes de ensamble debido, a que sigue estructuras de sus instrucciones y cada tipo de computadora tiene su propio lenguaje de ensamble. Pese a todo los lenguajes de ensamble propiciaron un acercamiento mayor entre el programador y la máquina computadora, "mediante estos resulta posible codificar programas en una forma que no es legible de manera directa para la máquina, pero que reduce la complejidad y facilita más las cosas al programador"<sub>3</sub>.

## C.- LENGUAJES DE ALTO NIVEL

Estos lenguajes corresponden al nivel más alto de desarrollo computacionales el cual corresponde hasta la actualidad, es decir a las computadoras de tercera y cuarta generación. La orientación de estos lenguajes es al problema o al programador, esto en otras palabras quiere decir que son lenguajes independientes del tipo o marca de máquina que se quiera utilizar.

De las razones más poderosas para el desarrollo de los lenguajes de alto nivel mencionaremos: el aumento increíble del número de computadoras usadas en los negocios y en las aplicaciones científicas.

Las ventajas de utilizar un lenguaje de alto nivel son:

- Un programa escrito en un lenguaje de alto nivel puede ser utili-

zado en distintos equipos.

- La instrucción de los programadores es de corto tiempo.
- El tiempo necesario para desarrollar un programa en lenguaje de alto nivel es mucho menor al que se necesitaría en caso de utilizar un lenguaje de nivel inferior.
- Resultan más fáciles los cambios y correcciones en los programas.
- Se reduce el costo de creación y mantenimiento de programas.

Así como hay ventajas en utilizar lenguajes de alto nivel, también hay desventajas como:

- El tiempo para la compilación es mayor.
- Se incrementa la utilización de la memoria interna tanto del programa compilador como en el programa objeto.
- El tiempo de ejecución es mayor debido al volumen de instrucciones que tiene que generar el compilador que es mayor al generado por el mismo programa escrito en código máquina.

Por lo que respecta a las aplicaciones que hay y que pueden desarrollarse en el campo de la ciencia económica tanto a nivel microeconómico como a macroeconómico los lenguajes de alto nivel son sin lugar a dudas los más indicados para emplearse. Puesto que en la actualidad existen registrados más de 200 lenguajes de alto nivel dedicados ya sea a uno u otro fin específico, solamente se hará mención de los más importantes por la utilización que se le puede dar en relación a la economía en los niveles mencionados. Se hace la aclaración que la exposición de los lenguajes de programación de alto nivel que se van hacer a continuación única y exclusivamente comprenderán características generales y la aplicación que se les puede dar en la ciencia económica.

### 3.2 BASIC

El BASIC, cuyas iniciales significan Beginnerus All-Purpose Symbolic Instruction Code (Código de Instrucciones Simbólicas de Uso General para principiantes), fue creado en 1963-1964. El primer desarrollo del BASIC, se llevó a cabo en el Dartmouth College de Hannover (New Hampshire, USA.), con la finalidad de que lo utilizaran estudiantes para aprender a programar y resolver problemas matemáticos en el equipo electrónico con terminales de tiempo compartido<sub>4</sub>. El BASIC, es fundamentalmente un lenguaje orientado al problema independientemente de la máquina y de naturaleza auténticamente matemática. Se utiliza intensamente en sistemas de tiempo compartido.

#### Ventajas del BASIC

- Fácil de aprender. El conjunto de instrucciones (20 aproximadamente) es muy pequeño y fácil de asimilar, en comparación con otros lenguajes de alto nivel.
- Fácil de codificar. La única regla de codificación es que cada instrucción debe tener un número de línea y estar en orden ascendente.
- Excelentes capacidades matemáticas. El BASIC maneja muchas funciones internas como: valor absoluto, logaritmo natural, seno, raíz cuadrada, también incluye varias instrucciones matriciales entre otras.

#### Aplicación a la Economía.

- Simulación del funcionamiento de una empresa o industria.
- Resolución de problemas mediante métodos matriciales.

- Resolución de problemas con funciones exponenciales, tasa de interés compuesto, tasa de interés efectivo, tasas de crecimiento.
- Diseño de sistemas de cola o líneas de espera.

### 3.3 FORTRAN

El significado de las siglas FORTRAN es "Formula Translator" (Traductor de Fórmulas)<sub>5</sub>. La I.B.M. fue la primera empresa que comenzó a desarrollar este lenguaje, debido a que Universidades y centros de investigación científica en Estados Unidos expresaron la necesidad de un lenguaje de programación el cual expresara modelos matemáticos, problemas aritméticos, ecuaciones, etc. Así surgió la idea de un lenguaje para la resolución de problemas científicos mediante técnicas de cálculos numéricos. En 1956 la I.B.M. publicó el primer manual de FORTRAN, y al año siguiente lo comenzó a introducir comercialmente. Este lenguaje ha sido revisado varias veces y estandarizado por la American National Standards Institute (ANSI, Instituto Americano de Estándares Nacionales). En un principio como ya se explicó este lenguaje se diseñó para usos científicos y matemáticos, sin embargo, debido a su sencillez, facilidad de aprendizaje y estructura casi "libre" se utiliza en una infinidad de campos técnicos y hasta domésticos; desde determinar las órbitas de los satélites espaciales, hasta la definición de distancia entre elementos atómicos.

Desde la aparición de la primera versión del FORTRAN surgieron otras cada vez más sofisticadas como:

- FORTRAN II. Apareció en 1958 con importantes innovaciones en el campo de subrutinas.

- FORTRAN IV. Diseñada en 1962 es el más utilizado en computadoras grandes.
- FORTRAN 77.
- FORTRAN 80. Es una versión desarrollada para equipos de cómputo pequeños como las minis y micros.

FORTRAN trabaja solo con compilador, la compilación la realiza en un paso o simultáneamente.

#### Ventajas del FORTRAN.

- Facilidad de aprendizaje. En general las instrucciones se expresan en términos matemáticos y quien tenga conocimientos elementales de álgebra puede aprenderlo.
- Facilmente codificable.
- Excelentes capacidades matemáticas. FORTRAN se diseñó como un lenguaje orientado a problemas matemáticos, el sistema de signos y el orden de ejecución son muy parecidos al álgebra. Varias funciones matemáticas constituyen aspectos automáticos de FORTRAN como la raíz cuadrada, seno, coseno, logaritmo natural, etc.
- Magnífica capacidad lógica. FORTRAN tiene la capacidad de hacer comparaciones: igual a, menor que, y mayor que; así como probar situaciones matemáticas en base a los números reales.

#### Aplicación a la economía.

Hay que hacer notar que el FORTRAN es uno de los lenguajes de alto nivel que mejor aplicación tiene en la economía, entre las múltiples utilidades

que se le puede dar estan:

- Diseño y simulación de sistemas de cola o líneas de espera.
- Resolución de problemas mediante métodos matriciales y de programación lineal.
- Diseño y desarrollo de modelos de análisis de redes y ruta crítica.
- Simulación de modelos microeconómicos (industriales y comerciales).
- Simulación de modelos macroeconómicos.
- Resolución de problemas con funciones exponenciales: Tasa de interés efectiva, y tasa de crecimiento.
- Diseño de modelos econométricos.

### 3.4 COBOL

Las siglas COBOL, significan Common Business Oriented Language (Lenguaje Común Orientado a los Negocios). Es un lenguaje orientado a los procedimientos administrativos, diseñado para simplificar la aplicación de la computadora en el ámbito de los negocios. Esta fundamentado en el idioma inglés y permite construir las instrucciones de los programas en formas semejantes a párrafos y frases usando palabras que se encuentran comunmente en las situaciones de los negocios. El desarrollo de este lenguaje se inicio en 1959 cuando el departamento de los Estados Unidos citó a las principales empresas fabricantes de computadoras, para exponer la necesidad de crear un lenguaje orientado a las empresas y el cual fuera compatible con todos los equipos de computo. A raíz de esta reunión se formo el CODASYL (Conference on Data Systems Languages, Conferencia sobre Lenguajes de Sistemas de Datos), donde se hicieron las especificaciones del COBOL. De es-

ta forma, se logró que COBOL fuera desde entonces el más estandarizado lenguaje de alto nivel, debido a la transportabilidad y compatibilidad entre las diferentes computadoras.

Debido a los desarrollos que ha tenido el COBOL desde su aparición, existen diversas versiones las cuales son:

- COBOL 60.
- COBOL ANSI 74.
- COBOL 80.
- CISCOBOL. Diseñado para el manejo de pantallas.
- RM-COBOL. Diseño para microprocesadores.

El lenguaje COBOL, esta integrado por 4 divisiones que son:

- 1) Identification Division. La División de Identificación tiene como objetivo dar una etiqueta o nombre al programa y mencionar al autor, definir el problema que se va a solucionar, la fecha del programa y comentar o proporcionar información respecto al programa.
- 2) Environment Division. La División del Medio Ambiente tiene dos objetivos: Especificar el equipo exacto que se va a utilizar y asignar dispositivos de entrada o salida de acuerdo con los archivos del programa.
- 3) Data Division. La División de Datos es la tercera parte del programa COBOL. En esta división se asignan posiciones de memoria a los datos de entrada y salida, se indica si los datos son alfabéticos, numéricos

alfanuméricos y especifica el tamaño de cada campo. Esta división también establece las áreas intermedias de almacenamiento para los resultados de las operaciones aritméticas llamadas áreas de trabajo (Working Storage); y los símbolos característicos de la mayoría de los reportes comerciales.

- 4) Procedure Division. La División de Procedimiento es la última división de un programa COBOL y como su nombre lo indica detalla los procesos de la solución del problema. Esta división es la que contiene el conjunto de instrucciones necesarias para traducir el diagrama de flujo a la forma que utiliza la computadora .

#### Ventajas del COBOL.

- Instrucciones en Inglés. La codificación del lenguaje COBOL es frases parecidas a las expresiones y palabras inglesas lo cual significa su escritura y aprendizaje.
- El COBOL tiene las mismas capacidades lógicas que FORTRAN. Esto quiere decir que el programador tiene posibilidades de realizar programas de gran complejidad.
- Excelente capacidad de procesamiento alfanumérico. COBOL fue diseñado específicamente para procesar datos comerciales y por tanto, puede captar, procesar y emitir información alfanumérica con muy poca o ninguna dificultad.
- El COBOL contiene aspecto de clasificación (SORT) e impresión de reportes (Report Writer). El SORT permite que el programador detalle el archivo que va a clasificar, lo cual hace que la computa

dora ordene los registros del archivo en la secuencia deseada. El área de impresión de reportes simplifica la salida de información comercial con títulos, líneas de detalle, contador de página, - pies de página, totales acumulados, etc. Estas características - hacen a COBOL un método sencillo y rápido de programar rutinas pa - ra imprimir reportes empresariales.

A diferencia del BASIC y del FORTRAN, el COBOL no puede manejar funcio - nes matemáticas como seno, coseno y logaritmo natural; maneja básicamente las cuatro operaciones aritméticas fundamentales: suma, resta, multiplicación y división; también maneja raíz cuadrada.

#### Aplicación a la Economía.

Las aplicaciones que tiene el COBOL son principalmente de índole micro-- económico.

- Control de Inventarios.
- Elaboración de Nóminas.
- Control de Cuentas de Cheques, Tarjetas de Crédito, de Ahorro; en la - Banca.
- Procesamiento de Censos Poblacionales, Agrícolas, Económicos, etc.

#### 3.5 R P G.

Las iniciales RPG significan Report Program Generator (Programa Generador de Reportes). Es un lenguaje de alto nivel de fácil aprendizaje, "por su es

estructura el programador no necesita conocer muy en profundidad la máquina, -  
confiando esta tarea al compilador".<sup>7</sup>.

El RPG se comenzó a desarrollar por la IBM a comienzos de los años sesen-  
ta.

La finalidad básica de este lenguaje es permitir y facilitar la extrac-  
ción de información y manipularla para crear informes escritos, por tanto su  
uso es limitado; orientado al problema y especialmente diseñado para producir  
reportes comerciales que requieren poca lógica o matemáticas pero mucha entra-  
da y salida de datos alfanuméricos y numéricos.

#### Ventajas del RPG.

- Facilidad de aprendizaje.
- Buen lenguaje comercial. RPG esta orientado a la salida y parti-  
cularmente diseñado para elaborar reportes comerciales con datos  
editados, totales de página, contador de página, títulos del re-  
porte y de las columnas, etc.

#### Aplicación a la Economía.

- Debido a las limitaciones del RPG entre las que se encuentran la no -  
extracción de raíz cuadrada, ni desviación estandar entre otras, impli-  
ca que este lenguaje no puede utilizarse para la resolución de proble-  
mas estadísticos ni administrativos; por tanto su empleo a la economía  
quedaría reducido a la generación de reportes la cual es su finalidad  
básica.

### 3.6 PL/1

El PL/1 (Programming Language Version 1, Lenguaje de Programación Ver -  
sión 1) fue creado en 1963 por la IBM. El PL/1 tiene la cualidad de que com-  
bina la efectividad en la resolución de problemas numéricos, con facilidades  
en la manipulación de caracteres y datos alfanuméricos, permitiénd<sup>o</sup> definir -  
estructuras de datos como COBOL y realizar cálculos aritméticos como en - -  
FORTRAN y BASIC; esto quiere decir, que el PL/1 tiene aplicaciones tanto cien-  
tíficas como administrativas o de gestión, razón por la cual es muy utilizado  
en diversas áreas como son: psicología, pedagogía, sociología, etc.

#### Ventajas del PL/1.

- Fácil de aprender.
- Gran flexibilidad. Tiene aplicaciones científicas y administrativas-comerciales.
- Buenas cualidades matemáticas.

#### Aplicación a la Economía.

- Estudios demográficos.
- Análisis de series de tiempo.
- Diseños de sistemas de cola y líneas de espera.
- Diseños de modelos de análisis de redes y ruta crítica.
- Simulación de sistemas microeconómicos.

### 3.7 ALGOL

El ALGOL (Algoritmico Language, Lenguaje Algorítmico), se comenzó a desarrollar en mayo de 1957 en una conferencia convocada por la ACM (Association of Computers Machines, Asociación de Máquinas de Computación) de los Estados Unidos, con la presencia también de otros grupos procedentes de Europa. En dicha conferencia se planteó la necesidad de unificar los lenguajes de programación.

En Alemania el Grupo GAMM, que había estado trabajando en la construcción de un traductor de formulas expresó también este problema. Así a principios de 1958 se hizo otra reunión en la cual participaron usuarios, fabricantes e investigadores y se discutieron los detalles que debería reunir un nuevo lenguaje orientado al problema. El lenguaje de todo lo anterior fue el ALGOL 58.

Posteriormente se hicieron otras versiones las cuales son:

- ALGOL 60. Esta versión introdujo "el concepto de los lenguajes modernos: sintáxis algebraica, estructura de bloque, procedimientos, recursos, modo de paso de los parámetros". Debido a problemas derivados de definiciones de entrada/salida de los programas el ALGOL 60 tuvo poco éxito práctico; sin embargo su influencia para el desarrollo de otros lenguajes como el PL/I y PASCAL fue determinante.

- ALGOL 68. Fue definido formalmente en 1969 corrigiendo detalles de la versión original y del ALGOL 60.

#### Ventajas del ALGOL.

- Poca notación matemática.
- Legible, con poca explicación.
- Excelentes cualidades para la descripción de procesos computacionales en forma de algoritmos.

#### Aplicación a la Economía.

- Resolución de problemas económicos mediante programación lineal (Método Simplex).
- Estudios estadísticos (Análisis de Regresión y Varianza).
- Modelos Econométricos.
- Simulación de Sistemas Microeconómicos.
- Simulación de Sistemas Macroeconómicos.

### 3.8 LENGUAJES ESPECIALES

Los lenguajes que caen dentro de esta categoría son los utilizados en campos muy especializados y que por tanto no son de uso general. Se agrupan en áreas de aplicación, por ejemplo para la ingeniería industrial existen varios lenguajes orientados para el control de máquinas-herramientas (APT, AUTOSPOT, PRONTO, etc.); para la ingeniería civil : COGO, STRESS, ICETRAN; para diseño lógico, IOTIS, LDP, y así muchos campos especializados tienen sus -

lenguajes particulares<sub>9</sub>. En Economía los lenguajes especiales que más se utilizan son los de simulación, a continuación se verán los más importantes.

A.- SIMSCRIPT. Este lenguaje de simulación fue creado a principio de los - años sesenta, es un lenguaje derivado del FORTRAN.

Después se desarrollo el SIMSCRIPT II, que es una extensión considerable de las características y capacidades originales<sub>10</sub>.

#### Características:

- Es un lenguaje de fácil aprendizaje diseñado para introducir los conceptos de programación a principiantes.
- Es comparable en eficacia al FORTRAN.
- Está básicamente orientado a la simulación, contiene proposiciones para el avance del tiempo, el procesamiento de eventos, generación de variaciones estadísticas, la acumulación y el análisis de los datos generados por la simulación.

La utilización que tiene en economía es la simulación de modelos económtricos de sistemas microeconómicos (industriales o comerciales) y sistemas - macroeconómicos.

B.- SIMULA. Este lenguaje fue diseñado en el centro Noruego de computo por encargo de la Sperry Rand UNIVAC. A diferencia del SIMSCRIPT, el cual se basa en FORTRAN, el SIMULA tiene una estructura basada en el ALGOL<sub>11</sub>.

Características.

- Se pueden realizar procedimientos computacionales muy especiales (algoritmos).
- Dispone de varios procedimientos analíticos de muestreo y de datos.

La utilización que tiene en economía es similar a la que se le da al SIMSCRIPT, además se simulan sistemas de colas.

C.- GPSS. El "General Purpose Simulation System" (Sistema de Simulación para Propósitos Generales) lo desarrolló la IBM a finales de la década de 1950, desde entonces se han venido haciendo versiones con muchas mejoras<sub>12</sub>.

Características.

- Realiza cálculos algebraicos similares al FORTRAN.
- Maneja diagramas de bloque para sus gráficas.
- Utiliza subrutinas con versatilidad.
- Es un lenguaje especialmente orientado para el modelado de colas.

Por ser un lenguaje diseñado especialmente para el modelado de colas, es utilizado fundamentalmente para solucionar problemas de este tipo en la industria, servicios y agricultura.

D.- DYNAMO. Alexander Pugh elaboró en el Instituto Tecnológico de Massachusetts este lenguaje, que debía acompañar a la obra de Forrester, "Dinámica Industrial"<sub>13</sub>.

Características:

- Es un lenguaje de simulación muy parecido al FORTRAN.
- Tiene excelentes capacidades matemáticas.
- Tiene sus propios símbolos, para la elaboración de diagramas de flujo.

Se utiliza principalmente para la simulación de modelos econométricos de sistemas económicos y de empresas.

NOTAS AL CAPITULO

1. AWAD, ELIAS M. Procesamiento Automático de Datos, p. 371.
2. Enciclopedia Práctica de la Informática No. 19, p. 370.
3. MORA, JOSE LUIS. Introducción a la Informática, p. 197 .
4. Enciclopedia Práctica de la Informatica No. 6, p. 109 .
5. AWAD, ELIAS M. Op. Cit., p. 389 .
6. Enciclopedia Práctica de la Informática No. 12, p. 229 .
7. Ibid No. 44, p. 869 .
8. Fundación Arturo Rosenblueth. Revista de Computación 010, No. 1, Vol. 4, Enero-1984, p. 16 .
9. Enciclopedia Práctica de la Informática No. 4, p. 71 .
10. FISHMAN, George S. Conceptos y Métodos en la Simulación Digital de Eventos Discretos, p. 138 .
11. Ibid. p. 158 .
12. NAYLOR, TOMAS H. Técnicas de Simulación en Computadoras, p. 281 .
13. NAYLOR, TOMAS H. Experimentos de Simulación en Computadoras, p. 118 .

## C A P I T U L O I V

APLICACION DE LA INFORMATICA A LA SOLUCION DE UN PROBLEMA EMPIRICO:

"MODELO ECONOMETRICO DEL CAMBIO TECNOLOGICO EN LA INDUSTRIA

MAQUILADORA DE EXPORTACION (IME) EN MEXICO

1975-1982."

### 4.1 INTRODUCCION

A continuación como un ejemplo práctico de la aplicación de la Informática a la Ciencia Económica, se expondrá el planteamiento y desarrollo de un trabajo de economía empírica, para lo cual se formula un Modelo Econométrico con la finalidad de determinar si existe cambio tecnológico en la Industria Maquiladora de Exportación (IME), en base al análisis de su producción utilizando la Función de Producción.

La investigación parte del estudio de la naturaleza de la IME, posteriormente se analiza las características que asume la IME en México; luego se da la identificación y teoría del problema, planteamiento del modelo, procesamiento y estimaciones de los modelos, resultados y anexos.

El período que se analiza corresponde a 1975-1980, abarcando catorce municipios de la franja fronteriza norte, en base a estadísticas publicadas<sub>1</sub>.

Para el análisis empírico se utilizó la Función de Producción Cobb-Douglas (C-D) y la Función Lineal (F-L), y la regresión lineal de los modelos -

se ejecutó en una Microcomputadora H.P. 3000, utilizando el paquete económico PEMCIDE.

La importancia de la IME, en el ámbito nacional es evidente, debido al auge que tiene en la actualidad basta decir que constituyó la segunda fuente de divisas del país, con 1,800 millones de dólares en 1985<sub>2</sub>. Superando por primera vez a la industria turística.

Es por esta razón entre otras que se eligió este tema para desarrollar el ejemplo práctico de la presente tesis.

#### 4.2 LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACION

##### A.- NATURALEZA INTERNACIONAL.

La Industria Maquiladora de Exportación (IME), se encuentra estrechamente vinculada al concepto de la División Internacional del Trabajo, el cual - juega un papel fundamental en el desarrollo de la Revolución Industrial y el surgimiento del Capitalismo Industrial Moderno.

También de la División del Trabajo vista desde la perspectiva del Comercio Exterior, surgió la Teoría Clásica del Comercio Internacional, basada en las ventajas comparativas expuestas por primera vez por David Ricardo quien demostró que no obstante tener un país la ventaja en dos artículos y el otro país la desventaja (en los dos artículos), a ambos les convenía especializarse en intercambiar, a condición que la ventaja o la desventaja fuera de dife

rente proporción en cada artículo<sub>3</sub>. Así las ventajas comparativas han alcanzado una renovada importancia en las últimas décadas y el auge en unos países de la IME es una manifestación de lo anterior.

Ante todo la naturaleza de la IME es Internacional. Las empresas que dan origen a la maquila de exportación son Transnacionales, las cuales fragmentan los procesos productivos de sus bienes y sus partes se asignan a diversos países, donde son producidas esas partes en las maquilas para ser ensambladas y reexportadas a su país de origen inicial para integrar el bien final.

Uno de los problemas a los cuales se enfrenta una economía altamente industrializada, es de que conforme va alcanzando mayores niveles de desarrollo y expansión del aparato productivo, esto va a tener impacto en el índice inflacionario y le costará más producir los productos que su población le demanda. De esta forma sus productos a costos crecientes pierden competitividad en comercio internacional<sub>4</sub>. Para contrarrestar esta tendencia, muchos de los países altamente industrializados han recurrido a la maquila de exportación en otros países de menor nivel de industrialización y desarrollo, y así no perder competitividad en sus productos.

Entre las causas que originan esta problemática se encuentra una que tal vez sea la más importante: el elevado costo de la mano de obra debido al incremento en el nivel de vida de su sociedad y de los costos de seguridad social, jubilación, seguro de desempleo, préstamos, etc. El bajo costo de la fuerza de trabajo es una de las ventajas comparativas más relevantes que buscan los países desarrollados en los menos desarrollados, para maquilar -

procesos productivos que requieren utilización intensiva de mano de obra.

Hay otros factores que también inciden en la localización de una maquiladora de exportación los cuales son:

- La cercanía geográfica al consumidor o proveedor.
- La estabilidad política social.
- El costo de la tierra.
- Disponibilidad de energéticos.
- Condiciones técnicas, fiscales, culturales, etc.

Los principales países del tercer mundo o en vías de desarrollo que desde hace más de veinte años se han caracterizado por ser receptores de inversión productiva vía maquiladoras son: Hong Kong, Taiwan, Singapur, Corea, México y algunos países del Caribe y América Central; estos dos últimos grupos de países han tenido que conformarse con la inversión por poco tiempo dado que sus condiciones políticas y sociales en conflicto han hecho que la inversión en maquila se retire buscando estabilidad en otros países.

Hay muchos teóricos, inversionistas y políticos que defienden a la IME, citando para esto el ejemplo de Japón como país el cual comenzó su industrialización con maquiladoras.

Como ventajas de la implantación de empresas maquiladoras de exportación se exponen las siguientes:

- Empleo de mano de obra.

- Capacitación de mano de obra.
- Utilización de tecnología moderna con posibilidad de transferencia de la misma (Progreso o cambio tecnológico).
- Utilización de insumos nacionales por parte de la maquiladora.
- Posibilidades de integración horizontal de empresas nacionales con extranjeras.
- Capacitación de inversión extranjera.

Al lado de las ventajas otros exponen desventajas como las siguientes:

- Distorsión de la planta industrial en beneficio de los intereses de las empresas transnacionales.
- Extracción de recursos productivos a la elaboración de productos ajenos a las necesidades económicas nacionales.
- Utilización de tecnología que no ayuda a la modernización de la planta productiva nacional.

Se han visto los pros y los contras de las empresas maquiladoras, la de ci si o no, depende de la decisión política sobre el modelo de desarrollo que se desee seguir en el país donde se suscite el debate.

#### 4.3 LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACION EN MEXICO.

##### A.- ANTECEDENTES Y DESARROLLO.

Por definición una empresa maquiladora de exportación, "es una unidad de producción que desarrolla una actividad productiva en base a importaciones temporales y que destinará la totalidad de su producto final a la exp orta -

ción"<sub>5</sub> (aunque puede haber excepciones a esta regla).

En México, la Industria Maquiladora de Exportación comienza en 1965 a la luz del Plan de Industrialización Fronterizo. Este Plan consideraba a esta industria como uno de los principales instrumentos de fomento para el desarrollo económico y creación de fuentes de trabajo en la franja fronteriza norte del país.

El desarrollo de la IME en México se puede resumir brevemente en los siguientes puntos.

- En 1966 aparte de México solamente tres países ofrecían programas de maquila de exportación: Hong Kong, Corea del Sur y Taiwan.
- En 1968 se fueron introduciendo los primeros procesos tecnológicos en las empresas maquiladoras, los cuales se caracterizaron por su simpleza y fueron paulatinamente sustituyéndose por tecnología más avanzada.
- En 1976 México ocupa el cuarto lugar en el mundo de las exportaciones vía maquiladoras a E.U.
- En 1979 la industria automotriz incrementa la maquila de exportación en México.
- En 1982 E.U., importó de México el 16% del total importado por concepto de maquila en el exterior.
- En 1984 México ocupó el primer lugar a nivel mundial como receptor de inversiones productivas por concepto de maquila de exportación<sub>6</sub>.
- En 1985 se exportó más de 1,500 millones de dólares superando al turismo en materia de ingreso de divisas.
- En la actualidad la IME cuenta con aproximadamente 750 empresas que ocupan a 280 mil trabajadores y 15 mil técnicos altamente calificados.
- Para 1986 se estima que la IME exportará más de 2000 millones de dólares.

B.- CARACTERISTICAS

La IME nacional aprovecha las ventajas que el Código Aduanal de los E.U. brinda en las fracciones 806.30 y 807.00, que gravan a los productos maquilados en el exterior solo por el equivalente del valor agregado en el país subcontratado<sub>7</sub>.

Las empresas que quieren maquilar en México deben registrar su programa en el cual se indican que artículos serán importados temporalmente y el producto final que sera reexportado, así como las condiciones que deberán observarse en dicho programa.

El marco legal en el cual se desenvuelve la IME es:

- La Ley para promover la Inversión Mexicana y regular la Inversión Extranjera.
- El Decreto para el Fomento y Operación de la IME.
- La Ley Aduanera<sub>8</sub>.

Otras características son:

- Una IME se puede constituir y operar hasta con un 100% de capital extranjero (excluyendo a empresas de la rama textil).
- En cuanto a la internación de insumos y de materia prima, esta tiene un plazo de permanencia hasta de 6 meses a partir de la fecha de introducción.
- Los técnicos o personal administrativo extranjero que requieran las maquiladoras para su instalación y operación no tienen restricción para entrar, siempre y cuando cubran los requisitos exigidos por la Secretaría de Gobernación.

- No hay restricción en cuanto al sitio donde se pretende instalar la maquiladora, puede ser en cualquier parte del territorio nacional exceptuando el Area Metropolitana.
- Las empresas maquiladoras tampoco tienen restricciones en cuanto los sectores productivos en que pueden operar, exceptuando cuando se trata de procesos contaminantes y radiactivos y equipo bélico.

#### C.- VENTAJAS

Las ventajas que ofrece México para la instalación de maquila son:

- Experiencia de casi dos décadas de ser un país receptor de empresas maquiladoras, con esquemas administrativos sencillos y eficientes.
- Amplia cantidad de parques industriales debidamente equipados con luz, agua, comunicaciones, etc.
- Una industria nacional relativamente diversificada que permite una oferta abundante de insumos y materias primas locales que pueden ser utilizados en los procesos productivos de maquila.
- Una oferta de mano de obra, mandos medios y niveles gerenciales.
- Las ventajas comparativas que en materia de costos tiene México, según un estudio de el Flagstaff Institute de Arizona, México está por debajo de los 21 principales países en desarrollo exportadores de productos maquilados, tanto de Asia como el Caribe, en lo que se refiere a costo de mano de obra y transporte.

#### 4.4 IDENTIFICACION Y TEORIA.

A.- FUNCION DE PRODUCCION Y CAMBIO TECNICO.

En este punto se introduce el concepto de "cambio técnico", utilizando la metodología de la función de producción para lo cual se definirá a continuación en primer término el concepto de función de producción.

Intuitivamente la función de producción describe la transformación de un conjunto de insumos en productos. Más específicamente "Y" para cada combinación de insumos y productos, representa la cantidad mínima de insumos que genera una cantidad dada de producción. Para un grupo de empresas homogéneas podemos escribir la función de producción como:

$$Y = f(X_1, \dots, X_i, \dots, X_n) \quad (1)$$

Donde Y, es la función observada de las empresas con diferentes conjuntos de insumos,  $X_1, \dots, X_i, \dots, X_n$ . El paso siguiente consiste en elegir una forma algebraica específica para la descripción de esta función. La elección entre numerosas posibilidades se hace de ordinario de acuerdo con criterios como la satisfacción de nociones previas acerca de la ingeniería y las leyes económicas de la producción, la facilidad de computación etc.

Tomando el caso tradicional de tener un producto Y y dos insumos homogéneos, trabajo l y capital k se define:

$$Y = f(l, k) \quad (2)$$

Los datos para la estimación de la función de producción pueden ser de corte transversal, de series de tiempo o una mezcla de ambos (información - panel).

Por el momento se soslayará la infinidad de problemas que existen en la medición de  $l$  y  $k$ , al momento de desarrollar el trabajo empírico se volverá sobre estos, ahora lo que se pretende es hacer comprensibles los conceptos de función de producción y cambio tecnológico.

Las hipótesis de la teoría neoclásica sobre las funciones de producción son principalmente tres:

$$f(0, k) = f(1, 0) = 0 \quad (3)$$

Esta ecuación (3) dice que ambos insumos ( $k, l$ ), capital y trabajo son indispensables para la producción y que sin la concurrencia de uno de los dos, no es posible efectuarla.

$$\frac{\partial f}{\partial l} \geq 0, \quad \frac{\partial f}{\partial k} \geq 0 \quad (4)$$

Aquí se dice que las productividades son no negativas que es una de las condiciones fundamentales de la función de producción Cobb-Douglas (C-D).

$$\frac{\partial^2 f}{\partial l^2} \leq 0, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial k^2} \leq 0, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial l^2} \frac{\partial^2 f}{\partial k^2} - \left( \frac{\partial^2 f}{\partial l \partial k} \right)^2 \geq 0 \quad (5)$$

Esto asegura que no se den en las funciones de producción cortes abruptos

tos o bruscos, que sean suaves y alcancen un máximo.

La función de producción  $Y = f(l, k)$ , puede exhibir "rendimientos a escala". Se dice que en el punto  $(l^0, k^0)$ , la función de producción tiene:

Rendimientos a Escala	}	Constantes Crecientes Decrecientes	si $f(\lambda l, \lambda k)$	$\left\{ \begin{array}{l} = \\ > \\ < \end{array} \right\}$	$\lambda f(l, k)$
-----------------------------	---	--	------------------------------	---	-------------------

Los rendimientos a escala constantes indican que la función de producción es homogénea de grado 1, es decir:

$$f(\lambda l, \lambda k) = \lambda f(l, k) \quad \forall \lambda > 0 \quad \forall (l, k) \quad (6)$$

Si sucede esto el teorema de Euler concluye que:

$$\frac{\partial f}{\partial l} l + \frac{\partial f}{\partial k} k = f(l, k) \quad (7)$$

Teniendo que a los factores se le paga su productividad marginal,  $w$  y  $r$ , entonces (7) implica que:  $w l + r k = p f(l, k)$  (8)

Donde  $w$  es el salario,  $r$  es el precio del capital y  $p$  es el precio del producto, lo que significa que el ingreso total es igual a los costos de producción.

En general, la función de producción será homogénea de grado  $h$  si:

$$f(\lambda l, \lambda k) = \lambda^h f(l, k) \quad \forall \lambda > 0 \quad (9)$$

en el caso de  $h = 1$  tenemos rendimientos a escala constantes, cuando  $h > 1$  crecientes y cuando  $h < 1$  decrecientes.

Otra propiedad importante de la función de producción es la "sustituibilidad entre insumos", esta se puede medir mediante la "elasticidad de sustitución"  $\sigma$ , dicha elasticidad la definimos como la razón de cambio en las proporciones de los insumos con los cambios en las proporciones de productividades marginales.

$$\sigma_{kl} = \frac{\text{Porcentaje de cambio en } (k/l)}{\text{Porcentaje de cambio en } (f_l/f_k)} \quad (10)$$

En donde  $\frac{f_l}{f_k} = \frac{dk}{dl} = TMST_{kl}$  es decir la "Tasa Marginal -

de Sustitución Técnica" es así:

$$\sigma_{kl} = \frac{d \ln (k/l)}{d \ln (TMST_{lk})} \quad (11)$$

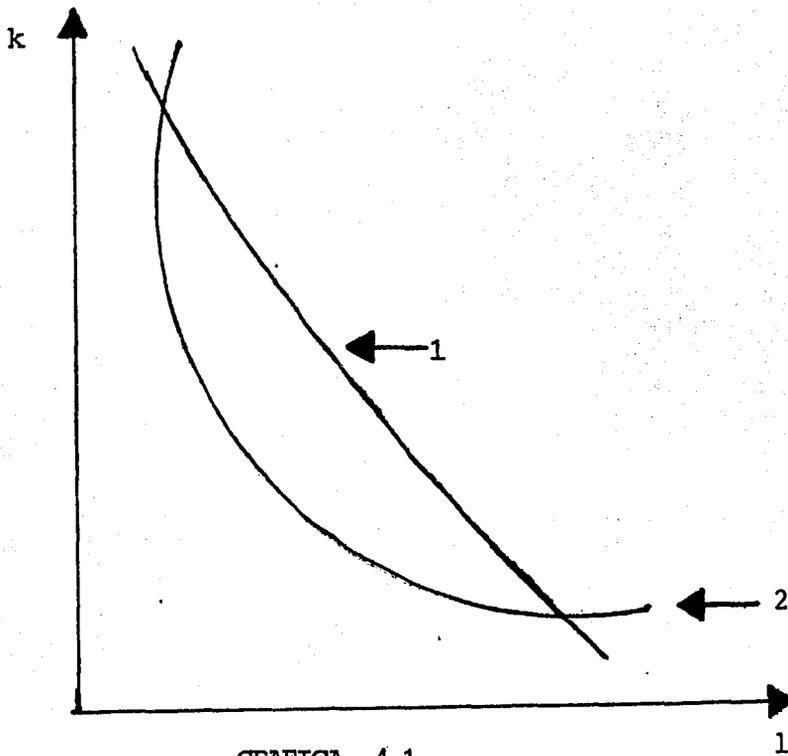
Si a los factores productivos se les paga su productividad marginal se tiene:

$$\sigma_{kl} = \frac{d \ln (k/l)}{d \ln (w/r)} = \frac{d (k/l) / (k/l)}{d (w/r) / (w/r)} = \frac{(w/r) d (k/l)}{(k/l) d (w/r)} \quad (12)$$

Así,  $\sigma_{kl}$  sería una medida de ¿Qué tan rápidamente cambian las proporciones de los factores ante un cambio en los precios relativos de los mismos?

Definiendo a una "Isocuanta", como una función que indica todas las combinaciones de factores que permiten producir exactamente a  $Y$ .

En la gráfica 4.1 se tienen 2 isocuantas, 1 y 2, en este caso  $\sigma_{kl}$  de 1 es mayor que  $\sigma_{kl}$  de 2.



GRAFICA 4.1

En los estudios de series temporales se puede representar la función de producción como dependiente del tiempo, es decir:

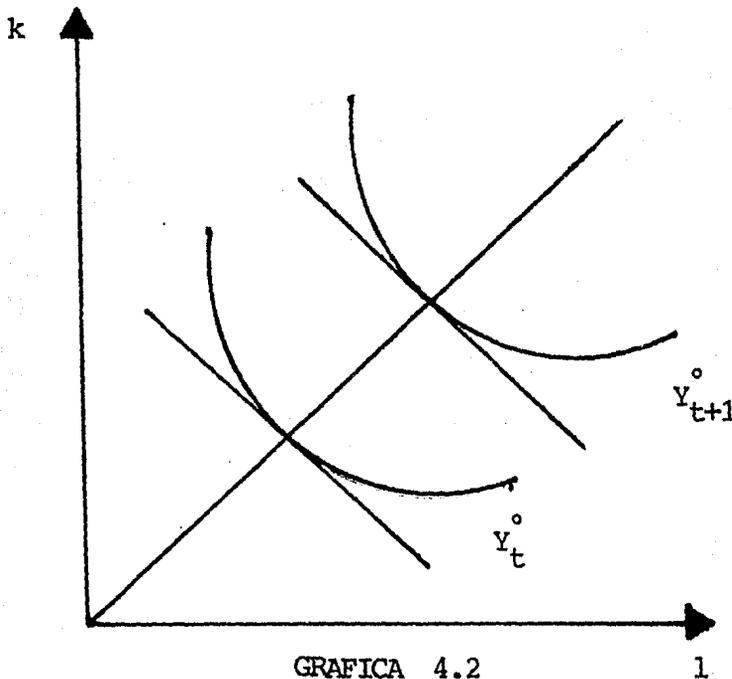
$$Y_t = f(k_t, l_t, t) \quad (13)$$

esto implica que la misma cantidad de insumos puede conducir a diferentes niveles de producción dependiendo del tiempo en que se sitúe.

Esta investigación tendrá el supuesto del "cambio tecnológico neutral", es decir (según Hicks)<sub>10</sub> es el cambio que no es ni ahorrador ni usador de ningún factor, quiere decir que dicho cambio deja inalterada la TMST.

Este tipo de cambio técnico lo que hace es desplazar las curvas de isocuantas hacia arriba (al noreste) y las pendientes de las isocuantas a través de cualquier rayo que parta del origen permanecen inalteradas. Es decir no existirían incentivos para variar las proporciones de los factores a menos que cambien los precios relativos de los mismos.

La gráfica 4.2 muestra las isocuantas para  $Y^o$  ante un cambio técnico neutral que se da en el período  $t + 1$ .



GRAFICA 4.2

Una manera sencilla de modelar es como lo hace Solow, en la siguiente ecuación:

$$Y_t = A(t) f(k_t, l_t) \quad (14)$$

en donde si  $\partial Y / \partial t = \dot{Y}$ ,  $\partial k / \partial t = \dot{k}$  y  $\partial l / \partial t = \dot{l}$

$$\text{se tiene: } \dot{Y} = \dot{A} f(k_t, l_t) + A \frac{\partial f}{\partial k} \dot{k} + A \frac{\partial f}{\partial l} \dot{l} \quad (15)$$

Es decir el crecimiento del producto ya no depende solamente de los crecimientos de  $k$  y  $l$ , sino también del cambio técnico representado por  $\dot{A}$ , y que va a ser el tema central en el modelo econométrico que se desarrolla a continuación.

#### 4.5 PLANTEAMIENTO DEL MODELO.

El interés de este modelo econométrico es estudiar el comportamiento de la IME, más específicamente el cambio técnico que se a dado en la misma. Si se intenta estudiar la producción de dicha industria es conveniente utilizar una función de producción valor agregado y no una función de producción común, la razón de esto es:

Anteriormente se ejemplificaron algunos conceptos tomando funciones en las cuales el producto  $Y$ , es producido por trabajo  $l$  y el capital  $k$ . En este tipo de funciones el producto es realmente el valor agregado, es decir la producción bruta menos los insumos intermedios, pero este tipo de funciones no es útil no solo para propósitos pedagógicos, sino también por razones prácticas.

La mayoría de las veces los economistas utilizan funciones de producción de valor agregado en estimaciones econométricas, esto porque desde el punto de vista de una industria, el producto bruto sufre una doble contabilidad debido a que la producción de una empresa puede ser usada como insumo por otras empresas. De aquí que el producto bruto de la industria pueda variar con el grado de integración vertical de la misma. Para evitar esta fa-

lla se utiliza el concepto de valor agregado\*.

De esta forma la función de producción de la industria es la siguiente:

$$Y = f ( l_1, l_2, \dots, l_n, k_1, k_2, \dots, k_r, \dots, x_1, x_2, \dots, x_m ) \quad ( 1 )$$

en donde  $l_1, l_2, \dots, l_n$  son los "n" tipos de trabajo que utiliza la industria,  $k_1, k_2, \dots, k_r$  son los "r" tipos de capital y  $x_1, x_2, \dots, x_m$  son las "m" materias primas que utiliza la industria. Para evitar el problema de la doble contabilidad debemos suponer que (1) se puede separar como:

$$Y = f ( l_1, l_2, \dots, l_n, k_1, k_2, \dots, k_r ) \vartheta ( x_1, x_2, \dots, x_m ) \quad ( 2 )$$

y que la función  $\vartheta$  es invertible de manera que podemos escribir ( 2 ) como:

$$Y \vartheta^{-1} ( x_1, x_2, \dots, x_m ) = f ( l_1, l_2, \dots, l_n, k_1, k_2, \dots, k_r ) \quad ( 3 )$$

y en donde a  $Y \vartheta^{-1} ( x_1, x_2, \dots, x_m )$ , se le denomina el valor agregado de la producción, naturalmente se debe pensar que se cumple :

$$Y \vartheta^{-1} ( x_1, x_2, \dots, x_m ) = Y - p_1 x_1 - p_2 x_2 - \dots - p_m x_m \quad ( 4 )$$

en donde  $p_1, p_2, \dots, p_m$  son los precios de las materias primas relativos al precio del producto, sin embargo solo se toman en cuenta que existe una can-

\* También para medir adecuadamente el valor agregado se deben deducir impuestos, depreciaciones, sin embargo, por el tipo de información que se dispone no se toman en cuenta.

idad,  $Y_0^{-1} (x_1, x_2, \dots, x_m)$ , que se denomina valor agregado y que de ahora en adelante se llamará  $V$ , se tiene entonces:

$$V = f ( l_1, l_2, \dots, l_n, k_1, k_2, \dots, k_r ) \quad ( 5 )$$

Para este tipo de funciones que se estudian se pueden suponer diversas formas funcionales, por su sencillez estructural y facilidad de estimación - se trabajan con dos funciones la llamada función lineal ( F-L ) y la llamada función Cobb-Douglas ( C-D ), estas tienen respectivamente las siguientes - formas:

$$V = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i l_i + \sum_{i=1}^r b_i k_i \quad ( 6 )$$

$$V = \alpha_0 \prod_{i=1}^n l_i^{\alpha_i} \prod_{i=1}^r k_i^{\beta_i} \quad ( 7 )$$

La facilidad de estimación de estas funciones se debe a que si se utiliza el método de regresión lineal de mínimos cuadrados ordinarios ( M C O ), en la función ( 6 ), pueden estimarse los parámetros  $a_i$  y  $b_i$  regresionando  $l_i$  y  $k_i$  contra  $V$ , y en la función ( 7 ), se pueden obtener los  $\alpha_i$  y  $\beta_i$  regresionando a  $\ln l_i$  y  $\ln k_i$  contra  $\ln V$ .

Como vimos en la ecuación ( 14 ) el cambio técnico se puede expresar como  $A ( t )$ , es decir un parámetro que depende solamente del tiempo.

En el caso de las ecuaciones ( 6 ) y ( 7 ), es posible expresar el cambio técnico con el término A ( t ), en las siguientes funciones:

$$V = A ( t ) + \sum_{i=1}^n a_i l_i + \sum_{i=1}^r b_i k_i \quad ( 8 )$$

$$V = A ( t ) \prod_{i=1}^n \alpha_i l_i \prod_{i=1}^r \beta_i k_i \quad ( 9 )$$

En donde el término A ( t ), es un parámetro que varía según el año en que se efectúe la producción\*.

Suponiendo que en la IME se introdujeran innovaciones tecnológicas en el año de 1980, entonces habría que esperar lo siguiente.

$$A ( 1980 ) < A ( 1981 ) \quad ( 10 )$$

en general como las técnicas de producción se conocen cada vez mejor por sus usuarios y constantemente se introducen mejoras en estas, entonces se tiene como hipótesis que:

$$A ( i ) < A ( i + k ) \quad \forall k > 1 \quad ( 11 )$$

\*Existen otras formas de medir el cambio técnico, que son por medio de índices estadísticos sin embargo dichos índices, no tienen una sustentación firme en teoría económica y es por eso que no se utilizó en el presente modelo.

En el caso de la IME en México se dispone de la siguiente información.

$V$  = media municipal de los sueldos, salarios, prestaciones y utilidades.\*

$l_1$  = media municipal de las horas trabajadas en promedio por los obreros hombres.

$l_2$  = media municipal de las horas trabajadas en promedio por los obreros mujeres.

$l_3$  = media municipal de las horas trabajadas en promedio por los técnicos de producción.

$l_4$  = media municipal de las horas trabajadas en promedio por los empleados.

$k_1$  = media municipal del alquiler de maquinaria y equipo.

$k_2$  = media municipal de los pagos por rentas de edificios y terrenos.

$k_3$  = media municipal de los gastos realizados en energía.

$k_4$  = media municipal de los gastos en mantenimiento de edificios y maquinaria.

Como es obvio estas variables son solo aproximaciones de lo que en realidad se quiere medir, en el caso de las variables de capital, se toman a estas como indicadores del uso de capital que hacen las empresas. En las funciones de producción la medición del capital es uno de los principales problemas, pero se piensa que estas variables pueden dar una buena idea del uso que en esta industria se hace del mismo.

\* Para fines del modelo, se considera el valor agregado en términos en que está definido  $V$ , dada la información con que se cuenta.

Para utilizar el enfoque anterior de la función de producción y medir el cambio técnico se hace el siguiente procedimiento, dado que se tiene información de catorce municipios de la zona fronteriza norte para ocho años ( 1975-1982 ), se necesita ordenar la información de la siguiente manera\*:

1975	V	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
Municipio 1									
Municipio 2									
.									
.									
Municipio 14									
1976									
Municipio 1									
Municipio 2									
.									
.									
Municipio 14									
.									
.									
1982									
Municipio 1									
Municipio 2									
.									
.									
Municipio 14									

\* La captura de la información se encuentra en el anexo de este capítulo.

Así que para estimar los parámetros  $A(t)$  de ( 8 ) y ( 9 ) , es necesario introducir ocho variables falsas\*  $D_1, D_2, \dots, D_8$ , variables con unos (1) en las observaciones sobre los municipios de un año específico y ceros (0) - en todos los demás años, se representa esta información por medio de la matriz  $D$  como sigue:

$D_1$	$D_2$	.	.	.	.	.	$D_8$
1	0	.	.	.	.	.	0
1	0	.	.	.	.	.	0
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
1	0	.	.	.	.	.	0
0	1	.	.	.	.	.	0
0	1	.	.	.	.	.	0
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
0	1	.	.	.	.	.	0
0	0	.	.	.	.	.	1
0	0	.	.	.	.	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
0	0	.	.	.	.	.	1

\* Llamadas también binarias o dummy.

Así para estimar ocho parámetros  $A(t)$  diferentes en cada una de las ecuaciones ( 8 ) y ( 9 ), se estimará por M C O , respectivamente a:

$$V = \sum_{i=1}^8 A_i D_i + \sum_{i=1}^4 a_i l_i + \sum_{i=1}^4 b_i k_i \quad ( 12 )$$

Este modelo corresponde a la función de producción lineal (F-L), en la cual se utiliza, como es de notar cuatro tipos de insumos de capital (k), y cuatro tipos de trabajo (l).

$$\ln V = \sum_{i=1}^8 \ln A_i D_i + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \ln l_i + \sum_{i=1}^4 \beta_i \ln k_i \quad ( 13 )$$

En este modelo se observa ya la linealización de la función de producción Cobb-Douglas (C-D), utilizando los logaritmos neperianos o naturales, para hacer la estimación por M C O.

Entonces para corroborar la hipótesis se espera que  $A_i < A_{i+k} \forall k > 1$  tanto en ( 12 ) como en ( 13 ).

#### 4.6 PROCESAMIENTO Y ESTIMACIONES.

En primer término se ven las estimaciones de las ecuaciones ( 12 ) y ( 13 ), es decir utilizando toda la información proporcionada por la publicación<sub>11</sub>.

Las estimaciones se presentan a continuación, en donde los valores entre paréntesis son los estadísticos "t" del valor estimado del parámetro:

$$\begin{aligned}
 V = & 1.10254 D_1 + .93489 D_2 + 1.02051 D_3 + 3.53996 D_4 + 4.04016 D_5 \\
 & ( .49128 ) \quad ( .42904 ) \quad ( .45726 ) \quad ( 1.54175 ) \quad ( 1.74833 ) \\
 & + 3.44695 D_6 + 7.45433 D_7 + 8.70202 D_8 - .00004 l_1 - .00001 l_2 \\
 & ( 1.48314 ) \quad ( 2.99274 ) \quad ( 2.14076 ) \quad ( -.71015 ) \quad ( -.97414 ) \\
 & - .00027 l_3 + .00060 l_4 + 52.33466 k_1 + 7.6712 k_2 + 25.03783 k_3 \\
 & ( -2.05277 ) \quad ( 3.34125 ) \quad ( 1.59994 ) \quad ( 2.39061 ) \quad ( 10.91978 ) \\
 & - 5.05291 k_4 \\
 & ( -1.85468 )
 \end{aligned}
 \quad \text{con } R^2 = .9344 \quad \text{y} \quad \bar{R}^2 = .92415 \quad ( 14 )$$

$$\begin{aligned}
 \ln V = & .42161 D_1 + .54578 D_2 + .74507 D_3 + 1.07298 D_4 + 1.12969 D_5 \\
 & ( 2.69909 ) \quad ( 3.58868 ) \quad ( 4.75624 ) \quad ( 6.81658 ) \quad ( 7.17766 ) \\
 & + 1.15447 D_6 + 1.38237 D_7 + 1.76362 D_8 - .16969 \ln l_1 + .08592 \ln l_2 \\
 & ( 7.48269 ) \quad ( 9.12187 ) \quad ( 11.79565 ) \quad ( -3.62804 ) \quad ( 1.31845 ) \\
 & + .21918 \ln l_3 + .08012 \ln l_4 + .02771 \ln k_1 + .08225 \ln k_2 \\
 & ( 3.46204 ) \quad ( 1.20528 ) \quad ( 2.30033 ) \quad ( 1.57432 ) \\
 & + .19778 \ln k_3 + .00350 \ln k_4 \\
 & ( 5.27414 ) \quad ( .07649 )
 \end{aligned}
 \quad \text{con } R^2 = .99339 \\
 \bar{R}^2 = .99236 \quad ( 15 )$$

Después de observar las dos estimaciones, es obvio que resulta más confiable la estimación de la ecuación ( 15 ), que la ( 14 ), debido que el coeficiente de determinación es de  $\bar{R}^2 = .99236$  por lo tanto decidimos trabajar con la Función de Producción Cobb-Douglas (C-D), que con la Función Lineal (F-L), como una aproximación mejor a la estimación del cambio tecnológico del sector maquilador de exportación.

Una prueba sobre la existencia de cambios técnicos es comparar las estimaciones de las ecuaciones ( 14 ) y ( 15 ) con las siguientes estimaciones, que son hechas sin tomar en cuenta la existencia de cambios técnicos esto es, sin considerar las variables falsas.

$$V = 2.38210 A - .00005 l_1 - .00001 l_2 - .00029 l_3 + .00063 l_4$$

(2.26063)    (-1.08419)    (-1.21275)    (-2.26931)    (3.84507)

$$+ 48.97820 k_1 + 10.34107 k_2 + 26.40704 k_3 - 4.82312 k_4$$

(1.58690)    (3.98720)    (12.33504)    (-1.77644)

$$R^2 = .87582 \qquad \bar{R}^2 = .86618 \qquad (16)$$

$$\ln V = 1.17481 A - .15528 \ln l_1 + .35228 \ln l_2 + .12345 \ln l_3$$

(4.84755)    (-1.93530)    (3.29426)    (1.13336)

$$- .16136 \ln l_4 - .03427 \ln k_1 + .26265 \ln k_2 + .10257 \ln k_3$$

(-.44692)    (1.63857)    (3.10887)    (1.64058)

$$+ .23269 \ln k_4$$

(3.21084)

$$R^2 = .83102 \qquad \bar{R}^2 = .81790 \qquad (17)$$

Inmediatamente al comparar los estadísticos  $R^2$  y  $\bar{R}^2$  se observa - que son mejores modelos ( 14 ) y ( 15 ) que ( 16 ) y ( 17 ). De los ante- riores modelos se tiene como mejor estimación a ( 15 ), sin embargo en este modelo existen algunos valores de los parámetros que hacen intentar con otros modelos.

En primer término preocupa el signo negativo del parámetro de  $\ln l_1$ , en el modelo ( 15 ), esto se interpreta como que el trabajo de los obreros-hom- bres tienen una productividad negativa. Lo que podría estar sucediendo en - este caso, es que existen barreras institucionales que causen lo anterior, o que la medición de dicha variable no sea del todo correcta. A continuación estimamos el modelo que excluye dicha variable:

$$\begin{aligned}
 \ln V = & \quad .37477 D_1 + .47370 D_2 + .66059 D_3 + .98259 D_4 + 1.03930 D_5 \\
 & \quad (2.26940) \quad (2,96146) \quad (4.01972) \quad (5.95946) \quad (6.30411) \\
 & + 1.07280 D_6 + 1.31262 D_7 + 1.70532 D_8 + .02381 \ln l_2 \\
 & \quad (6.62547) \quad (8.23135) \quad (10.81423) \quad (.35694) \\
 & + .14633 \ln l_3 + .05340 \ln l_4 + .03465 \ln k_1 + .07656 \ln k_2 \\
 & \quad (2.29730) \quad (.76200) \quad (2.74640) \quad (1.38206) \\
 & + .19934 \ln k_3 + .00671 \ln k_4 \\
 & \quad (5.01110) \quad (.13899)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = .99249 \quad \bar{R}^2 = .99141 \quad (18)$$

En el modelo ( 18 ), los signos de los parámetros no toman valores contradictorios (son todos positivos). Sin embargo los estadísticos "t" de los parámetros de  $\ln l_2$  y  $\ln k_4$  son muy bajos, lo que hace dudar que dichos parámetros sean diferentes de 0 . Se prueba entonces en el modelo ( 19 ):

$$\begin{aligned}
 \ln V = & \quad .39354 D_1 + .49029 D_2 + .68409 D_3 + 1.00323 D_4 + \\
 & \quad (2.61926) \quad (3.31105) \quad (4.69225) \quad (6.80397) \\
 & 1.06397 D_5 + 1.09738 D_6 + 1.33725 D_7 + 1.73645 D_8 + \\
 & \quad (7.20845) \quad (7.59659) \quad (9.44490) \quad (13.45991) \\
 & .15747 \ln l_3 + .06868 \ln l_4 + .03443 \ln k_1 + .07084 \ln k_2 \\
 & \quad (3.10240) \quad (1.27101) \quad (2.77179) \quad (1.67842) \\
 & + .20143 \ln k_3 \\
 & \quad (5.84865)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = .99248 \quad \bar{R}^2 = .99157 \quad (19)$$

En ( 19 ) es notable que el estadístico "t" del parámetro de  $\ln l_4$ , sigue siendo bajo, esto hace intentar con otro modelo el ( 20 ):

$$\begin{aligned} \ln V = & \frac{.41146}{(2.74220)} D_1 + \frac{.50514}{(3.41154)} D_2 + \frac{.69896}{(4.79507)} D_3 + \frac{1.02705}{(6.95535)} D_4 \\ & + \frac{1.08552}{(7.38080)} D_5 + \frac{1.11530}{(7.73392)} D_6 + \frac{1.35330}{(9.56711)} D_7 + \frac{1.75042}{(13.57597)} D_8 \\ & + \frac{.21993}{(17.27499)} \ln l_3 + \frac{.03275}{(2.64351)} \ln k_1 + \frac{.06984}{(1.64995)} \ln k_2 \\ & + \frac{.20547}{(5.97325)} \ln k_3 \end{aligned}$$

$$R^2 = .99236 \quad \bar{R}^2 = .99152 \quad (20)$$

En el modelo ( 20 ) se puede estar satisfecho en cuanto a la significancia de los parámetros. Los estadísticos "t" son significativos con un nivel de confianza de un 95%, además se obtuvo en este modelo una  $\bar{R}^2$  de .99152 - que es muy elevada.

Por último se decidió por ( 20 ) como la mejor estimación de la función (C-D), se ratifican los valores de los términos A (t), que se toman como - índices del cambio técnico. Esto puede observarse muy claramente en los coeficientes "beta" (  $\beta$  ), correspondientes a las variables falsas o dummy - ( $D_1 \dots D_8$ ), las cuales en términos económicos expresan un cambio técnico en - la serie observada de ocho años como consecuencia del incremento en la pro-ducción año con año como también lo indican los valores crecientes de los - coeficientes "beta".

Por tanto se cumple en ( 20 ) que:

$$A(t) < A(t+k) \quad \forall \quad k > 1$$

lo que comprueba la hipótesis de aumento en los niveles tecnológicos de la -  
IME.

#### 4.7 RESULTADOS.

- 1.- Pese a su gran desarrollo tecnológico industrial, muchas empresas transnacionales de países de alto nivel de desarrollo, invierten en países de menor desarrollo en la IME, con el fin de disminuir sus costos de producción y no perder competitividad tanto en su mercado de origen como en el comercio internacional.
- 2.- Las ventajas comparativas sobre todo en lo que se refiere a mano de obra, es lo que da origen e incentivos a la creación y desarrollo de la IME.
- 3.- México en la coyuntura actual ofrece muchos incentivos al desarrollo de la IME, muestra de ello es el auge que presenta a últimas fechas.
- 4.- La IME no es la panacea para sacar al país de la crisis pero instrumentandola adecuadamente en programas de integración horizontal con la industria nacional puede coadyuvar al desarrollo y expansión de la misma y servir realmente como mecanismo de desarrollo, cuidando no caer en distorsiones de la planta industrial en necesidades ajenas a la economía nacional.
- 5.- Las propiedades de la Función de Producción Cobb-Douglas y Lineal (C-D y F-L respectivamente), se adaptan muy bien al análisis de regresión para realizar confiables estimaciones de economía empírica.

- 6.- La Función de Producción (C-D) es la que mejor se adecuó para la estimación del cambio tecnológico en los catorce municipios de la franja fronteriza de la serie de ocho años analizada (1975-1982) debido a los altos coeficientes de determinación ( $R^2$  y  $\bar{R}^2$ ) que resultaron de las regresiones de los modelos ( 15 ), ( 17 ), ( 18 ), ( 19 ) y ( 20 ).
  
- 7.- La Función de Producción Lineal (F-L), mostró un margen de confiabilidad menor para medir el cambio tecnológico en la IME, debido a que sus coeficientes de determinación ( $R^2$  y  $\bar{R}^2$ ), no resultaron muy elevados en las regresiones de los modelos ( 14 ) y ( 16 ).
  
- 8.- Mediante la regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios ( M C O ), de la Función de Producción (C-D), del período observado, queda comprobada la hipótesis de que se dió un cambio tecnológico gradual, año con año como se podrá notar en la ecuación ( 20 ) en los coeficientes "beta" los cuales nos indican un incremento en la producción en cada año de la serie de años analizados. Esto implica que ( 20 ) resultó el mejor modelo de estimación del cambio tecnológico.
  
- 9.- El cambio tecnológico que se dio en la IME, en el período analizado es muy importante pues indica la utilización de una alta tecnología en las maquiladoras, la cual se está renovando constantemente, que puede aplicarse en la industria nacional mediante adecuadas políticas de transferencia de tecnología y así ayudar a su cambio tecnológico.

NOTAS AL CAPITULO

1. S.P.P. Estadísticas de la IME 1974-1982.
2. Excelsior, Sección F, 10-V-86, p. 2.
3. TORRES GAYTAN, R. Teoría del Comercio Internacional, p. 85.
4. Pese a su gran tecnología y productividad.
5. IMCE-SECOFIN. La IME en México, p. 7.
6. OLMEDO, RAUL. México Maquilador, parte IV.
7. Ibid, parte XV.
8. IMCE-SECOFIN. Op. Cit. p. 7-8.
9. YOTOPOULUS, P. A. Investigaciones sobre el Desarrollo Económico, p.78.
10. Ibid, p. 234.
11. S.P.P. Op. Cit.

4.8 ANEXOS

PERIODO	SP	EST	POP	HHP	INST	VA	OBH	OBN	TEC	EMP	SOB
1	0	6.000	314.000	41.000	43.900	14.700	97.000	200.000	6.000	11.000	5.200
2	0	67.000	6324.000	1097.000	1732.100	423.700	1272.000	4279.000	516.000	257.000	157.100
3	0	10.000	803.000	131.000	67.700	51.400	108.000	630.000	31.000	34.000	18.800
4	0	99.000	7844.000	1143.000	1025.500	550.800	1406.000	5316.000	692.000	430.000	197.400
5	0	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6	0	10.000	1090.000	292.000	164.800	61.700	307.000	1251.000	263.000	79.000	32.000
7	0	12.000	2561.000	448.000	212.900	105.800	188.000	2100.000	197.000	76.000	41.900
8	0	86.000	19775.000	3270.000	2553.000	1223.000	3640.000	136663.000	1370.000	1102.000	429.900
9	0	20.000	2636.000	452.000	341.000	115.300	631.000	1546.000	369.000	90.000	43.900
10	0	38.000	6794.000	1025.000	1008.800	455.300	2180.000	3453.000	738.000	423.000	145.900
11	0	40.000	9778.000	1516.000	844.600	467.200	1432.000	7096.000	765.000	485.000	189.400
12	0	14.000	1928.000	298.000	94.700	81.400	250.000	1441.000	168.000	69.000	36.500
13	0	11.000	1255.000	200.000	141.400	62.300	91.000	992.000	81.000	91.000	22.400
14	0	41.000	5302.000	870.000	578.900	401.900	973.000	3308.000	728.000	293.000	84.300
15	0	6.000	163.000	26.000	8.600	8.500	69.000	84.000	5.000	5.000	3.500
16	0	69.000	6604.000	1124.000	1872.900	474.500	1241.000	4622.000	509.000	232.000	196.700
17	0	13.000	717.000	117.000	45.900	42.700	112.000	532.000	47.000	26.000	16.800
18	0	93.000	7795.000	1220.000	1304.700	614.400	1498.000	5232.000	584.000	481.000	237.000
19	0	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
20	0	9.000	1984.000	332.000	208.500	83.100	291.000	1326.000	285.000	82.000	47.000
21	0	12.000	2295.000	398.000	258.000	136.800	362.000	1683.000	177.000	73.000	53.700
22	0	81.000	23580.000	3968.000	4280.300	1808.300	4214.000	16448.000	1589.000	1329.000	657.800
23	0	18.000	3090.000	529.000	548.700	183.000	706.000	1915.000	377.000	92.000	69.600
24	0	36.000	7078.000	1134.000	1353.500	564.000	2258.000	3763.000	696.000	361.000	189.900
25	0	39.000	10966.000	1777.000	1098.500	744.000	1528.000	7992.000	1018.000	428.000	295.200
26	0	16.000	1605.000	248.000	88.100	82.300	221.000	1237.000	92.000	95.000	40.200
27	0	9.000	1381.000	226.000	223.300	86.800	108.000	1121.000	83.000	69.000	34.500
28	0	47.000	7238.000	1186.000	914.600	596.600	1078.000	5029.000	703.000	428.000	135.300
29	0	5.000	160.000	28.000	11.700	13.000	85.000	65.000	5.000	5.000	5.200
30	0	70.000	6351.000	1062.000	2200.000	607.100	1203.000	4445.000	481.000	222.000	238.900
31	0	11.000	774.000	133.000	66.600	64.800	122.000	575.000	52.000	25.000	27.900
32	0	92.000	7111.000	1207.000	1664.800	712.800	1617.000	4692.000	352.000	450.000	276.900
33	0	3.000	120.000	21.000	33.700	12.300	16.000	90.000	8.000	6.000	3.600
34	0	9.000	1815.000	339.000	372.800	98.600	266.000	1324.000	152.000	73.000	60.200
35	0	12.000	2337.000	402.000	380.200	172.900	402.000	1663.000	191.000	81.000	71.600
36	0	80.000	26792.000	4527.000	6473.500	2526.000	4914.000	18644.000	1856.000	1378.000	940.000
37	0	18.000	3247.000	567.000	886.500	241.500	706.000	2059.000	388.000	94.000	99.200
38	0	37.000	7521.000	1192.000	2546.000	683.600	2453.000	3807.000	836.000	425.000	249.900
39	0	37.000	11357.000	1895.000	1907.600	907.300	1791.000	8002.000	1112.000	452.000	392.700
40	0	14.000	1651.000	253.000	118.700	113.000	225.000	1263.000	104.000	59.000	59.500

PERIODO	SP	EST	POP	HHP	INST	VA	OBH	OBN	TEC	EMP	SOB
41	0	8.000	1258.000	212.000	298.400	97.900	92.000	1044.000	72.000	50.000	39.800
42	0	47.000	7939.000	1279.000	1566.900	887.000	1007.000	5515.000	739.000	578.000	202.600
43	0	4.000	154.000	24.000	25.700	15.700	39.000	102.000	5.000	8.000	5.200
44	0	65.000	6543.000	1120.000	2260.800	755.800	1443.000	4330.000	539.000	231.000	282.100
45	0	15.000	640.000	111.000	65.400	62.400	226.000	365.000	30.000	19.000	28.900
46	0	95.000	8778.000	1508.000	2397.900	1045.500	1829.000	5931.000	552.000	466.000	414.000
47	0	3.000	131.000	23.000	48.000	18.900	10.000	101.000	11.000	9.000	3.900
48	0	8.000	2248.000	398.000	505.600	134.500	358.000	1660.000	115.000	115.000	80.500
49	0	14.000	2589.000	458.000	363.700	210.100	561.000	1742.000	222.000	64.000	89.500
50	0	92.000	30374.000	5106.000	8878.800	3301.500	5666.000	21051.000	2117.000	1545.000	1181.000
51	0	19.000	3568.000	626.000	1028.200	317.300	856.000	2212.000	408.000	92.000	129.400
52	0	39.000	8849.000	1437.000	3190.400	1072.000	3037.000	4250.000	1104.000	458.000	332.200

53	0	40.000	13443.000	2235.000	3418.600	1382.100	2219.000	9426.000	1222.000	576.000	557.700
54	0	15.000	1916.000	293.000	203.000	169.400	324.000	1360.000	177.000	59.000	73.100
55	0	9.000	2897.000	422.000	1517.800	307.900	402.000	1951.000	241.000	303.000	94.800
56	0	39.000	8574.000	1340.000	2010.500	1206.900	1240.000	5884.000	804.000	646.000	256.800
57	0	5.000	275.000	45.000	40.700	30.800	48.000	207.000	9.000	11.000	13.700
58	0	77.000	7965.000	1348.000	2752.100	1085.500	1646.000	5332.000	685.000	302.000	383.100
59	0	20.000	560.000	96.000	66.800	58.500	215.000	293.000	28.000	24.000	27.600
60	0	101.000	10889.000	1859.000	3486.600	1494.800	2196.000	7542.000	637.000	514.000	565.500
61	0	4.000	138.000	24.000	47.500	20.000	9.000	109.000	11.000	9.000	5.100
62	0	10.000	2738.000	464.000	493.000	194.500	385.000	2018.000	211.000	124.000	106.700
63	0	16.000	2676.000	446.000	370.200	240.900	580.000	1809.000	213.000	74.000	101.700
64	0	103.000	36206.000	6088.000	12399.801	4736.500	6250.000	24890.000	3021.000	2045.000	1559.200
65	0	21.000	4123.000	737.000	1355.600	433.700	940.000	2588.000	482.000	113.000	175.600
66	0	47.000	12183.000	1937.000	4860.600	1445.800	3932.000	6242.000	1413.000	596.000	508.700
67	0	46.000	15894.000	2593.000	4994.200	1889.800	2611.000	11230.000	1352.000	701.000	739.300
68	0	15.000	2254.000	349.000	280.800	206.900	472.000	1513.000	203.000	66.000	95.800
69	0	13.000	4237.000	651.000	2412.100	431.100	889.000	2634.000	264.000	450.000	164.100
70	0	62.000	11227.000	1765.000	2850.500	2274.100	1808.000	7430.000	1040.000	949.000	391.500
71	0	6.000	257.000	41.000	49.500	44.700	50.000	185.000	10.000	12.000	14.200
72	0	79.000	7146.000	1182.000	2842.100	1161.200	1546.000	4637.000	674.000	289.000	406.500
73	0	22.000	672.000	114.000	86.100	79.300	251.000	348.000	42.000	31.000	39.500
74	0	123.000	12343.000	2063.000	4386.800	1798.000	2414.000	8427.000	876.000	626.000	699.600
75	0	5.000	176.000	29.000	48.300	29.100	14.000	132.000	19.000	11.000	8.200
76	0	13.000	2931.000	476.000	500.500	233.000	441.000	2129.000	243.000	118.000	133.600
77	0	18.000	2592.000	455.000	579.300	293.900	536.000	1775.000	192.000	89.000	124.000
78	0	121.000	39402.000	6279.000	13470.199	6205.700	6868.000	26780.000	3408.000	2346.000	1943.100
79	0	22.000	4625.000	782.000	1526.300	537.600	1171.000	2748.000	574.000	132.000	206.800
80	0	59.000	12521.000	2077.000	5417.900	1701.300	4357.000	6428.000	1458.000	678.000	654.700
81	0	50.000	15231.000	2378.000	4308.200	2080.100	2314.000	10739.000	1469.000	709.000	776.600
82	0	14.000	2462.000	384.000	424.700	272.500	430.000	1775.000	184.000	73.000	129.200

PERIODO	SP	EST	POP	HHP	INST	UA	OBH	ORN	TEC	EMP	SOB
83	0	17.000	5450.000	826.000	3121.100	732.200	937.000	3592.000	413.000	508.000	250.200
84	0	71.000	1338.000	2161.000	4031.700	2560.300	1811.000	9185.000	1266.000	1076.000	531.500
85	0	4.000	267.000	42.000	64.300	46.300	47.000	193.000	13.000	14.000	17.000
86	0	64.000	7628.000	1237.000	3389.900	1439.900	1493.000	4962.000	823.000	350.000	506.600
87	0	20.000	805.000	141.000	110.500	117.100	258.000	448.000	54.000	45.000	51.900
88	0	127.000	14482.000	2391.000	7169.900	2522.000	2700.000	9632.000	1375.000	775.000	949.300
89	0	4.000	167.000	28.000	38.700	29.400	13.000	126.000	17.000	11.000	9.400
90	0	15.000	3255.000	542.000	759.500	381.000	584.000	2293.000	245.000	133.000	176.500
91	0	16.000	2492.000	429.000	551.000	344.100	445.000	1724.000	242.000	81.000	137.300
92	0	128.000	43994.000	7127.000	18820.801	8865.301	7908.000	29590.000	3828.000	2668.000	2885.300
93	0	19.000	4215.000	719.000	1550.800	611.100	1114.000	2332.000	611.000	158.000	242.400
94	0	58.000	12853.000	2058.000	6808.900	2051.500	4061.000	6572.000	1440.000	780.000	806.100
95	0	46.000	15607.000	2444.000	6260.800	2722.400	2986.000	10727.000	1503.000	791.000	999.400
96	0	12.000	2529.000	380.000	682.900	373.300	337.000	1923.000	206.000	63.000	165.000
97	0	17.000	7848.000	1248.000	4382.900	1187.300	1390.000	5224.000	629.000	605.000	468.600
98	0	75.000	14831.000	2343.000	4795.900	3266.300	2057.000	9945.000	1559.000	1270.000	751.600
99	0	5.000	223.000	37.000	111.700	80.000	27.000	164.000	19.000	13.000	19.200
100	0	54.000	6268.000	971.000	8207.000	2561.900	1312.000	3881.000	727.000	338.000	651.800
101	0	17.000	783.000	137.000	284.600	226.500	225.000	458.000	52.000	48.000	72.900
102	0	124.000	14959.000	2441.000	13041.400	5062.800	2662.000	9983.000	1511.000	813.000	1572.600
103	0	4.000	114.000	23.000	49.000	52.400	13.000	106.000	15.000	10.000	14.700
104	0	16.000	3286.000	579.000	1562.600	646.000	652.000	2240.000	250.000	144.000	310.600
105	0	17.000	2222.000	374.000	877.000	625.500	399.000	1508.000	220.000	95.000	201.200
106	0	129.000	42695.000	6801.000	34687.203	17201.801	7164.000	28140.000	4420.000	2971.000	4480.500

107 0	20.000	3428.000	569.000	2831.300	1107.100	940.000	1874.000	490.000	124.000	335.400
108 0	54.000	12363.000	2006.000	12776.400	3976.700	3696.000	6358.000	1598.000	711.000	1365.200
109 0	41.000	14643.000	2198.000	13189.400	5094.800	3210.000	9227.000	1402.000	805.000	1530.000
110 0	12.000	2602.000	392.000	1573.100	659.300	322.000	1979.000	235.000	66.000	259.800
111 0	17.000	9259.000	1432.000	11744.000	3004.700	1503.000	6104.000	976.000	676.000	965.400
112 0	75.000	14173.000	2087.000	941.200	6288.100	1855.000	9371.000	1462.000	1485.000	1137.500

PERIODO SP	STEC	SUE	PRES	MPI	EEI	MPN	EEN	AME	REN	ENE
1 0	.600	.900	1.000	42.800	.500	.400	.200	.000	.500	.400
2 0	30.000	17.700	51.800	1721.200	5.600	5.100	.100	.900	11.200	7.500
3 0	2.200	1.900	4.900	65.100	6.100	2.300	.100	.000	.800	.600
4 0	42.000	28.000	62.400	995.100	26.200	3.600	.600	1.400	13.600	7.800
5 0	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6 0	7.000	3.300	6.600	162.900	1.600	.300	.000	.000	1.300	1.400
7 0	6.600	4.900	12.200	211.400	1.500	.000	.000	.000	1.400	1.600
8 0	65.000	70.500	171.100	2470.700	42.500	34.500	5.200	1.800	36.100	24.100
9 0	19.300	6.200	8.300	326.800	14.100	.000	.000	.000	4.000	2.800
10 0	40.600	26.100	59.600	986.100	20.900	1.400	.400	1.200	21.100	8.600
11 0	37.400	20.000	75.800	826.600	10.000	6.900	1.200	1.400	11.500	12.700
12 0	7.000	33.700	11.600	92.700	.400	1.400	.000	.100	2.600	1.600
13 0	3.000	5.600	8.800	136.700	2.700	2.000	.000	.200	1.100	1.600
14 0	28.400	35.600	37.000	518.000	6.900	51.900	2.100	.800	3.700	8.200
15 0	.300	.400	.900	8.100	.000	.000	.700	.000	.300	.400
16 0	37.300	20.400	70.300	1856.000	6.200	10.500	.200	1.200	12.900	9.900
17 0	3.200	2.100	3.900	45.300	.100	.300	.200	.000	.600	.800
18 0	38.800	38.100	82.300	1268.800	31.800	3.600	.600	1.700	16.600	9.700
19 0	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
20 0	7.100	4.600	8.400	205.900	2.500	.100	.000	.000	1.400	1.800
21 0	8.500	4.200	16.900	254.900	2.000	1.000	.300	.000	1.200	2.000
22 0	103.200	93.400	244.800	4024.000	136.600	116.400	3.300	2.300	44.200	32.200
23 0	22.400	6.600	17.000	537.000	11.600	.100	.000	.000	4.600	4.100
24 0	50.300	25.200	70.300	1316.300	36.400	1.800	.000	1.600	24.900	9.100

25 0	57.900	25.400	115.100	988.400	13.300	95.900	.900	1.600	12.900	17.300
26 0	6.600	3.200	15.700	85.100	.300	2.600	.100	.100	2.400	1.800
27 0	3.800	6.200	12.900	214.200	7.900	1.200	.000	.100	1.300	2.300
28 0	42.700	23.700	50.300	776.800	4.800	130.700	2.300	2.200	5.200	11.000
29 0	.600	.600	1.300	11.200	.000	.200	.300	.000	.400	.400
30 0	51.100	26.800	77.300	2169.500	18.700	11.400	.400	1.800	17.400	13.300
31 0	5.000	2.600	5.700	66.300	.100	.100	.100	.000	1.600	1.300
32 0	36.600	44.800	99.000	1618.800	39.400	5.900	.700	1.300	20.900	13.200
33 0	.500	.400	1.800	33.700	.000	.000	.000	.000	.300	.000
34 0	7.300	5.000	12.000	368.700	3.800	.300	.000	.100	1.600	2.900
35 0	11.000	6.600	30.000	373.200	2.800	3.300	.900	.000	1.400	2.300
36 0	168.300	136.200	356.700	6137.400	202.100	132.200	1.800	5.300	69.800	48.800
37 0	28.700	9.100	32.900	859.500	27.000	.000	.000	.000	6.800	7.200
38 0	64.600	35.000	94.400	2468.000	71.900	6.000	.000	2.000	35.200	9.500
39 0	88.100	42.100	143.600	1853.700	39.100	13.900	.900	1.900	19.400	27.400
40 0	8.100	4.100	21.100	115.400	.300	2.100	.100	.100	3.200	2.100

PERIODO SP	STEC	SUE	PRES	MPI	EET	MPN	EEN	AME	REM	ENE
41 0	3.900	4.700	14.500	279.900	17.600	.800	.000	.000	2.000	2.800
42 0	58.100	43.900	76.800	1466.900	7.600	90.700	1.700	3.100	12.300	15.200
43 0	.600	.800	1.200	25.100	.000	.100	.400	.000	.200	.300
44 0	66.700	32.500	78.800	2219.500	23.700	16.200	1.200	1.800	22.500	16.900
45 0	2.900	2.100	6.000	63.600	1.600	.200	.000	.100	1.200	.800
46 0	64.700	48.900	115.000	2348.200	39.300	9.800	.600	2.800	24.700	15.600
47 0	.700	.700	2.400	48.000	.000	.000	.000	.000	.500	.100
48 0	7.800	11.900	12.800	499.100	5.100	1.400	.000	.300	2.200	2.800
49 0	13.200	6.200	36.300	355.000	6.000	1.700	.900	.200	1.400	3.100
50 0	196.900	196.900	466.700	8551.000	218.000	107.200	2.500	7.300	87.100	58.300
51 0	33.000	11.500	37.600	995.300	32.900	.000	.000	.000	6.700	2.600
52 0	93.500	44.600	126.400	3082.200	97.000	10.200	1.000	2.400	36.000	11.600
53 0	110.400	54.500	218.800	3340.700	60.900	15.900	1.100	4.400	22.000	34.500
54 0	12.900	5.700	30.600	197.700	.200	4.800	.200	.200	4.600	3.700
55 0	13.200	19.600	42.300	1411.300	37.900	68.100	.500	1.000	3.500	4.400
56 0	73.600	59.300	97.200	1858.900	18.600	128.600	4.300	3.600	19.100	16.900
57 0	1.100	1.100	1.400	39.400	.200	.600	.700	.000	.400	.500
58 0	91.100	48.500	107.000	2656.800	31.400	61.800	1.000	2.700	32.400	22.600
59 0	3.200	2.600	4.900	64.500	1.900	.400	.000	.100	1.600	.800
60 0	88.800	60.000	143.600	3405.300	55.500	23.900	2.000	3.100	34.900	21.600
61 0	.800	.900	2.200	47.300	.200	.000	.000	.000	.400	.100
62 0	14.800	10.500	32.400	486.100	5.700	1.200	.000	.300	2.400	3.500
63 0	17.000	7.100	47.100	358.700	6.500	3.400	1.600	.300	2.300	3.800
64 0	310.000	364.600	640.700	11737.500	518.800	137.600	5.900	12.700	110.100	75.100
65 0	51.000	15.500	50.500	1305.000	48.500	2.100	.000	.000	11.200	9.100
66 0	143.400	67.700	193.800	4721.900	132.600	5.000	1.100	3.700	46.800	15.000
67 0	143.700	70.400	328.000	4903.200	70.900	18.900	1.200	6.000	27.900	46.900
68 0	17.800	7.200	36.800	275.500	.100	4.900	.300	.800	5.100	4.100
69 0	18.000	52.000	69.700	2353.800	35.300	22.800	.200	1.100	4.600	9.000
70 0	98.100	97.700	166.100	2597.800	34.100	210.600	8.000	5.300	36.000	25.500
71 0	1.400	1.700	2.300	47.100	.100	1.700	.600	.000	.600	.700
72 0	91.900	54.600	143.200	2779.000	27.800	34.000	1.400	2.200	39.500	27.200
73 0	5.100	4.000	5.800	83.900	2.200	.100	.000	.100	1.700	1.300
74 0	128.900	98.000	188.700	4292.900	60.100	32.200	1.000	3.600	50.000	29.700
75 0	1.500	1.400	5.100	47.500	.700	.000	.000	.000	.700	.200
76 0	17.500	9.100	36.600	492.200	7.500	.800	.000	.500	3.500	5.500
77 0	20.900	9.600	56.000	565.100	9.100	3.700	1.500	.500	3.300	4.800
78 0	406.700	410.800	795.000	12911.699	446.100	105.200	7.300	18.500	133.800	124.600

79 0	65.500	21.500	61.800	1473.200	50.900	1.500	1.000	.000	12.700	12.400
80 0	176.800	83.500	234.500	5257.300	155.300	4.100	1.200	5.100	60.300	14.800
81 0	175.700	98.500	413.000	4205.500	85.000	17.600	.100	6.000	32.000	59.400
82 0	25.400	8.900	49.200	418.300	.000	5.900	.400	1.200	7.300	5.500

PERIODO SP	STEC	SUE	PRES	MPI	EEI	NPN	EEN	AME	REN	ENE
83 0	36.200	71.300	84.000	2975.500	62.600	60.100	23.000	.700	10.300	13.000
84 0	131.900	139.000	208.400	3601.300	38.000	364.100	28.200	5.900	36.400	30.800
85 0	2.000	1.900	3.100	63.300	.100	.600	.300	.000	.700	.800
86 0	128.900	69.300	175.300	3317.900	25.800	45.600	.600	2.600	48.400	39.900
87 0	7.300	7.100	9.100	108.600	1.100	.700	.000	.000	2.400	2.000
88 0	209.600	138.700	303.000	7007.900	100.900	59.900	1.800	5.200	73.000	43.200
89 0	1.800	1.800	4.700	38.700	.000	.000	.000	.000	.600	.100
90 0	22.100	11.700	50.700	733.400	25.400	.700	.000	.100	4.500	12.200
91 0	24.900	13.300	76.900	537.900	10.000	.800	2.300	.400	3.500	6.300
92 0	581.400	543.100	1147.300	18032.398	545.700	198.300	44.400	25.800	164.700	177.400
93 0	89.400	26.800	74.900	1494.200	56.600	.000	.000	.100	14.400	16.600
94 0	236.400	130.600	296.400	6610.600	194.900	3.100	.300	4.300	69.700	17.000
95 0	221.500	135.700	473.300	6000.800	254.000	5.900	.100	6.000	35.700	98.400
96 0	29.600	10.500	72.300	674.700	.000	7.500	.600	1.400	9.300	6.000
97 0	74.800	109.800	198.500	4200.700	139.400	42.800	.000	1.100	8.300	27.500
98 0	220.700	314.900	326.400	4443.900	60.500	264.800	26.700	8.100	45.000	45.800
99 0	2.800	2.500	2.000	11.500	.000	.000	.100	.000	2.000	1.000
100 0	193.800	113.900	274.400	8069.600	68.800	57.300	11.200	3.200	106.900	50.500
101 0	13.900	2.700	17.300	280.600	2.800	1.100	.000	.000	8.000	2.800
102 0	379.000	238.200	586.000	12821.000	134.500	83.400	2.500	9.700	210.900	65.200
103 0	2.400	2.500	8.100	48.900	.000	.000	.000	.000	.800	.100
104 0	39.100	23.800	99.900	1522.200	39.800	.100	.000	.300	13.200	19.800
105 0	38.100	26.500	94.900	853.500	255.000	.600	7.500	.500	11.300	7.300
106 0	1032.800	1062.800	2026.500	33257.398	1071.700	343.800	14.300	42.000	358.900	268.800
107 0	117.100	39.200	152.900	2743.400	59.100	28.600	.100	.100	23.900	23.300
108 0	432.300	218.600	514.400	12402.600	371.200	2.300	.300	7.700	211.100	56.300
109 0	385.600	238.100	816.500	12285.100	892.200	12.000	.100	7.000	80.300	180.000
110 0	50.100	19.800	177.100	1557.100	.200	15.100	.700	1.400	19.800	13.000
111 0	169.600	262.900	415.800	1132.300	472.900	238.700	.100	4.000	14.400	63.600
112 0	334.800	413.500	550.600	8624.400	179.600	579.200	18.000	17.400	117.600	72.600

PERIODO SP	TEL	TAD	FLE	NANT	OG	UTI
1 0	.100	.300	.900	.200	.900	3.300
2 0	1.500	5.900	2.300	8.200	38.300	86.100
3 0	.200	.400	.500	.200	15.000	3.600
4 0	2.500	4.500	2.400	7.300	56.900	120.000
5 0	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6 0	.200	.500	.000	.600	6.600	1.700
7 0	.400	5.700	1.200	.700	12.700	16.400
8 0	6.900	25.700	8.700	22.900	128.900	191.500
9 0	.600	2.600	.500	1.200	6.400	19.300
10 0	2.300	6.600	1.700	7.900	51.600	80.200
11 0	3.100	12.400	2.300	8.000	47.800	38.200
12 0	.500	2.500	.200	1.100	8.100	4.300
13 0	.600	1.000	.400	2.200	9.500	3.800
14 0	5.400	8.100	8.500	14.300	70.600	41.900
15 0	.000	.200	.500	.200	.400	.900
16 0	1.900	6.700	4.000	10.400	46.000	46.200
17 0	.200	.400	.400	.100	9.100	4.600
18 0	2.900	4.900	2.300	11.300	57.700	106.800
19 0	.000	.000	.000	.000	.000	.000
20 0	.200	.500	.000	.700	6.400	4.800
21 0	.400	7.200	1.300	.700	15.300	24.700
22 0	7.700	34.200	15.300	41.600	135.900	276.200
23 0	.700	1.900	1.000	2.200	8.400	44.300
24 0	3.000	17.600	1.500	10.900	62.100	96.900
25 0	4.500	17.100	2.700	13.300	58.600	25.800
26 0	6.000	1.000	.300	1.200	4.000	2.200
27 0	.700	1.200	.400	2.900	7.400	11.800
28 0	7.000	10.900	12.500	18.200	103.000	40.400
29 0	.000	.200	.800	.300	.800	1.800
30 0	2.700	7.200	8.200	17.400	73.200	60.100
31 0	.300	1.000	.800	.800	3.500	14.500
32 0	3.300	7.400	4.400	15.700	64.800	117.700
33 0	.200	.000	.100	.200	1.500	3.600
34 0	.300	.200	.000	1.300	2.500	4.800
35 0	.700	4.600	2.000	1.600	14.800	21.600
36 0	12.000	35.500	25.600	67.300	194.600	311.900
37 0	1.300	2.900	1.600	6.400	11.800	36.600
38 0	5.300	25.100	3.000	23.800	67.300	62.700
39 0	6.200	23.400	3.600	20.800	82.400	40.800
40 0	.900	.900	.200	2.900	5.000	3.500

PERIODO SP	TEL	TAD	FLE	NANT	OG	UTI
41 0	.800	1.300	.400	1.000	9.100	16.600
42 0	14.600	16.100	15.200	21.900	244.100	70.700
43 0	.100	.000	.400	.800	2.400	2.400
44 0	3.300	9.100	11.500	20.600	69.100	123.300
45 0	.200	2.100	.600	1.000	3.100	12.900
46 0	4.500	12.300	5.500	24.400	87.000	215.400

47	0	.300	.000	.000	.100	2.700	7.400
48	0	.400	.400	.000	1.700	2.700	9.700
49	0	.900	3.800	2.500	3.700	16.200	30.700
50	0	15.700	86.500	25.600	126.800	237.900	404.700
51	0	1.700	1.500	1.600	9.800	22.400	59.400
52	0	6.200	27.700	3.500	27.400	86.500	263.000
53	0	7.900	27.100	8.700	25.800	145.100	148.400
54	0	1.200	1.600	.300	5.200	8.400	16.900
55	0	3.400	5.200	6.200	5.000	21.300	19.200
56	0	16.800	24.600	18.300	29.900	248.300	209.600
57	0	.200	.200	1.400	1.300	4.900	3.300
58	0	4.200	12.900	17.400	38.700	93.400	168.800
59	0	.300	1.400	.800	1.300	4.000	9.500
60	0	6.600	11.200	12.200	35.800	114.800	370.500
61	0	.300	.000	.000	.200	2.300	7.500
62	0	.500	.700	.000	2.000	4.600	14.700
63	0	1.200	1.800	2.800	4.300	16.600	30.000
64	0	21.200	130.800	31.700	163.000	408.200	765.600
65	0	1.800	1.400	1.400	5.900	20.900	87.100
66	0	7.600	38.600	3.500	41.600	100.100	369.300
67	0	10.000	31.500	20.600	25.400	169.900	250.000
68	0	3.000	2.400	4.000	4.300	9.300	14.900
69	0	5.600	5.000	9.400	6.500	40.200	22.900
70	0	21.600	26.700	33.000	62.200	487.700	604.100
71	0	.300	.400	1.600	1.500	5.800	11.900
72	0	4.700	12.600	27.300	52.800	115.000	148.400
73	0	.400	1.900	1.900	1.400	4.200	12.900
74	0	8.600	14.200	14.500	39.600	127.700	361.100
75	0	.300	.000	.000	.200	3.100	8.400
76	0	.600	1.300	.200	2.600	8.200	13.000
77	0	1.800	1.800	.500	9.500	18.200	37.900
78	0	29.200	116.300	34.300	249.400	740.900	1090.600
79	0	2.200	2.000	2.600	8.300	265.000	113.100
80	0	8.300	26.700	5.800	40.500	1616.600	268.200
81	0	11.900	30.700	15.600	37.700	158.500	246.700
82	0	1.700	2.300	.700	4.600	12.100	17.500

PERIODO	SP	TEL	TAD	FLE	MANI	OG	UTI
83	0	3.900	8.200	13.900	16.700	35.300	105.600
84	0	26.100	36.700	36.700	79.400	375.500	531.400
85	0	.400	.600	1.400	1.900	6.300	9.500
86	0	7.900	14.700	20.300	55.800	141.000	183.000
87	0	.600	1.100	2.000	1.500	4.500	27.000
88	0	14.300	32.400	21.300	57.100	144.500	467.400
89	0	.200	.000	.000	.200	4.000	6.300
90	0	1.100	2.600	.300	3.200	41.600	53.300
91	0	2.000	3.700	1.600	7.600	22.000	41.400
92	0	35.000	76.000	59.700	327.300	1117.400	1481.800
93	0	2.900	2.200	2.700	11.400	22.300	104.600
94	0	9.600	15.500	8.900	39.100	137.100	277.300
95	0	17.500	49.200	53.500	64.600	248.400	313.200
96	0	1.300	2.500	.600	5.100	14.000	47.500
97	0	8.100	12.000	17.000	26.200	73.000	1019.600
98	0	32.400	38.100	53.000	121.400	491.300	626.700
99	0	1.000	4.000	2.000	3.100	13.000	27.400
100	0	20.100	28.000	51.500	102.400	297.300	599.400
101	0	2.200	2.400	2.500	3.300	7.700	79.600

102 0	44.500	39.500	43.800	157.600	132.700	1297.000
103 0	.400	.000	.000	.600	6.000	16.800
104 0	2.800	4.100	1.700	8.000	77.400	44.700
105 0	3.400	4.000	2.600	9.400	31.400	186.900
106 0	73.900	207.900	118.200	704.400	3125.200	3441.700
107 0	4.600	6.000	16.700	15.500	39.200	304.400
108 0	22.100	15.100	18.600	98.400	278.800	735.600
109 0	33.400	111.200	131.100	189.200	423.700	956.600
110 0	3.800	6.400	.800	7.100	48.000	36.400
111 0	26.000	25.200	41.800	40.100	203.900	533.200
112 0	66.800	57.900	89.700	235.000	1015.500	1581.900

## C A P I T U L O V

### C O N C L U S I O N E S

1. La Informática históricamente es producto de la necesidad del procesamiento, almacenamiento, análisis sistemático y eficaz de la información.
2. La computadora es la herramienta fundamental de la informática.
3. La computadora electrónica a través de su historia a tendido hacia la miniaturización del Hardware.
4. A medida que las computadoras han reducido su tamaño, han reducido su costo.
5. La reducción de costos de las computadoras han incidido en una utilización de las mismas en todas las áreas del conocimiento humano.
6. El abaratamiento de las computadoras han abierto un mercado gigantesco a la industria de la informática.
7. El desarrollo cada vez más sofisticado del Software, pone al alcance de cualquier persona la informática, sin un conocimiento previo y profundo de la misma.
8. La informática multiplica la productividad de los factores de la producción.

9. En la actualidad las microcomputadoras desplazan la utilización de grandes centros de computo.
10. La informática es el símbolo de la sofisticación tecnológica de los países más industrializados.
11. La informática será la base de la sociedad post-industrial.
12. Es necesario por parte del Gobierno sentar las bases del desarrollo de una industria nacional de computadoras, para que entren en competitividad en el mercado nacional como en el internacional.
13. La simbología y lógica de diagramación en informática puede utilizarse en el desarrollo y planteamiento de problemas económicos.
14. La diagramación, permite tener un panorama más nítido de los problemas económicos que se traten.
15. El Software desarrollado en la actualidad, nos permite tener una variedad de lenguajes posibles de utilizar en la ciencia económica.
16. Dependiendo de las características del problema de investigación económica que se quiera resolver, se define el lenguaje de programación que se utilizará.
17. El desarrollo del Software, hace que los lenguajes esten cada vez más orientados al problema o al programador, que a la máquina.

18. La conjugación de investigación de operaciones, análisis de sistemas, simulación y econometría, con la informática permite el diseño de modelos de sistemas microeconómicos o macroeconómicos.
19. La informática con investigación de operaciones, análisis de sistemas, simulación y econometría permite un análisis más objetivo de los fenómenos económicos en cuanto a la óptima toma de decisiones para su solución.
20. La informática se aplica tanto en los sistemas de economías de mercado y planificadas centralmente.
21. La informática por medio de paquetes (estadísticos) facilita el diseño y elaboración de modelos econométricos.
22. Las funciones de producción, son una herramienta de la teoría económica que con ayuda de la econometría permite la estimación de modelos de economía empírica.
23. La función de producción Cobb-Douglas (C-D) se adapta muy satisfactoriamente para estimar adecuados coeficientes de regresión por M C O .

B I B L I O G R A F I A

1. ARECHIGA, RAFAEL. Fundamentos de Computación. Edit. Limusa, México 1980.
2. ARECHIGA, RAFAEL. Introducción a la Informática. Edit. Limusa México, 1978.
3. ASHLEY, RUTH. Matemáticas Fundamentales para la Computación. Edit. Limusa México 1976.
4. AWAD, ELIAS M. Procesamiento Automático de Datos. Edit. Diana, México - 1982.
5. BAUMOL, WILLIAM. Teoría Económica y Análisis de Operaciones. Edit. Herrero, México 1974.
6. BAZARCA, S. MOKTAR. Programación Lineal y Flujo en Redes. Edit. Limusa, México 1981.
7. BERRI, L. Planificación de la Economía Socialista. Edit. Progreso, URSS 1977.
8. BRABB, J. Computadoras y Sistemas de Información en los Negocios. Edit. Interamericana, México 1981.
9. BRONSON, RICHARD. Investigación de Operaciones. Edit. Mc. Graw-Hill, - México 1980.
10. BUNGE, MARIO. La Ciencia, su Método y su Filosofía. Edit. Siglo XX, Argentina 1974.
11. CASTIGLIONI, PRIETO. Econometría para Dirigentes de Empresas. Edit. - Ariel Argentina 1964.
12. CHIANG, ALPHA. Métodos Fundamentales de Economía Matemática. Edit. Amorrortu, Argentina 1980.
13. CHRIST, CARL. Modelos y Métodos Económicos. Edit. Limusa, México 1974.
14. COHEN, KALMAN. Modelos de Computadora para la Secuencia Calzado, Piel y Cuero. Edit. Prentice-Hall, USA. 1960.
15. CRAMER, J. S. Econometría Empírica. Edit. F.C.E., México 1973.
16. CROOME, D. y ROBINSON, J. Iniciación a la Teoría Macroeconómica. Edit. Siglo XXI, Argentina 1975.
17. CZI TROM, V. Métodos para la Solución de Problemas con Computadora Digital. Edit. Representaciones y Servicios de Ingeniería, México 1980.
18. DAGUM, CAMILO. Introducción a la Econometría, Edit. Siglo XXI, México - 1977.

19. DOWLING, EDWARD. Matemáticas para Economistas. Edit. Mc. Graw-Hill, México 1982.
20. DUVERGER, MAURICE. Métodos de las Ciencias Sociales. Edit. Ariel, España 1981.
21. ESPINOZA BERRIEL, HECTOR. Programación Lineal. Edit. Pax-México, México 1980.
22. FERGUSON, C. E. y GOULD, J. P. Teoría Microeconómica. Edit. F.C.E., México 1975.
23. FISHMAN, GEORGE S. Conceptos y Métodos en la Simulación Digital de Eventos Discretos. Edit. Limusa, México 1978.
24. FORKNER/MC. LEOP. Aplicaciones de la Computadora a los Sistemas Administrativos. Edit. Limusa, México 1982.
25. FORSYTE, KEENAN y OTROS. Lenguajes de Diagramas de Flujo. Edit. Limusa, México 1979.
26. GONZALEZ, RICHARD y MC. MILLAN C. Análisis de Sistemas. Edit. Trillas, México 1981.
27. GRAYBILL, FRANKLIN. Introducción a la Teoría Estadística. Edit. Aguilar, España 1978.
28. HILLIER/LIEBERMAN. Introducción a la Investigación de Operaciones. Edit. Mc. Graw-Hill, México 1984.
29. HUANG, DAVID. Introducción al Uso de la Matemática en el Análisis Económico. Edit. Siglo XXI, México 1976.
30. INTRILIGATOR, MICHAEL. Optimización Matemática y Teoría Económica. Edit. Prentice-Hall, España 1973.
31. JOHNSTON, J. Métodos de Econometría. Edit. Vicens-Vives, España 1979. -
32. LANGE, OSCAR. Economía Política. Edit. F.C.E., México 1978.
33. LEGARRETA, DIEGO. Compiladores. Edit. Arturo Rosenblueth, México 1983. -
34. LIPSCHUTZ, SEYMOR. Matemáticas para Computación. Edit. Mc. Graw-Hill, México 1982.
35. LOPEZ CANO, JOSE LUIS. Métodos e Hipótesis Científicos. Edit. Trillas, México 1984. -
36. MAX, HERMAN. Investigación Económica. Edit. F.C.E., México 1974.
37. MAYES, ANN y DAVID. Fundamentos de Estadística para Economía. Edit. Limusa, México 1980.
38. MC. CRAKEN, DANIEL. Cobol: Programación Estructurada. Edit. Limusa, México 1981.

39. MENDIETA, ANGELES. Métodos de Investigación y Manual Académico. Edit. Porrúa, México 1982.
40. MONTAÑO, AGUSTIN. Interpretación Dinámica de los Estados Financieros, Edit. Trillas, México 1982.
41. MORA, JOSE LUIS. Introducción a la Informática. Edit. Trillas, México - 1982.
42. NAYLOR, TOMAS H. Experimentos de Simulación con Modelos de Sistemas Económicos. Edit. Limusa México 1979.
43. NAYLOR, TOMAS H. Técnicas de Simulación con Computadora. Edit. Limusa México 1978.
44. NUÑEZ, ARTURO. Estadística Básica para Planificación. Edit. Siglo XXI, México 1976.
45. OPTHER, STANFORD. Análisis de Sistemas. Edit. F.C.E., México 1978.
46. PARDINAS, FELIPE. Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales. Edit. Siglo XXI, México 1981.
47. PHILLIPAKIS, S. ANDREAS. Cobol Estructurado. Edit. Mc. Graw-Hill, México 1982.
48. POOL, JOHN Y OTROS. Economía: Enfoque América Latina. Edit. Mc. Graw-Hill, México 1983.
49. PRICE, W. T. Informática. Edit. Interamericana, México 1981.
50. PRIETO, ALEJANDRO. Principios de Contabilidad. Edit. Banca y Comercio, México 1973.
51. RAGGI, FRANCISCO y OTROS. Algebra Superior. Edit. Trillas, México 1979.
52. ROLL, ERIC. Historia de las Doctrinas Económicas. Edit. F.C.E., México 1958.
53. SAENZ QUIROGA, E. Matemáticas para Economistas. Edit. F.C.E., México - 1974.
54. SPERRY/UNIVAC. Conceptos de Procesamiento de Datos. Edit. UNIVAC, USA. 1979.
55. SPIVAK. Cálculo Infinitesimal. Edit. Reverte, España 1978.
56. S.P.P. Estadística de la IME 1974-1982, Edit. INEGI-SPP, México 1983, 42 p.
57. SPP/UNAM. La Informática a Futuro en México. Edit. INEGI, México 1983.
58. TORRES GAYTAN, RICARDO. Teoría del Comercio Internacional. Edit. Siglo XXI, México 1977.

59. TRKHTENBROT, B. A. Algoritmos y Computadoras. Edit. Limusa, México 1980.
60. VALLE. Diccionario de Economía. Edit. Valle, México 1981.
61. VERZELLO/REUTTER. Procesamiento de Datos. Edit. Mc. Graw-Hill, México 1984.
62. WEIHU, TEH. Econometría un Análisis Introductorio. Edit. F.C.E., México 1979.
63. WEST, C. El Enfoque de Sistemas. Edit. Diana, México 1973.
64. WEINBERG, G. Programación PL/1. Edit. Limusa-Wiley, México 1973.
65. YAMANE, TARO. Estadística. Edit. Harla, México 1974.
66. YOTOPOULOS, PAN A. Investigaciones Sobre el Desarrollo Económico. Edit. F.C.E., México 1981.
67. ZAMORA, FRANCISCO. Introducción a la Micro y Macro Dinámica Económica - Edit. F.C.E., México 1980.
68. ZAMORA, FRANCISCO. La Sociedad Económica Moderna. Edit. F.C.E. México 1970.
69. ZAMORA, FRANCISCO. Tratado de Teoría Económica. Edit. F.C.E. México - 1980.

#### REVISTAS

1. Banco Nacional de Comercio Exterior. Revista de Comercio Exterior. México, enero 1984.
2. Ediciones Nueva Lente. Enciclopedia Práctica de la Informática. España 1984.
3. Editorial Origen. BASIC: Enciclopedia de la Informática, minicomputadoras personales. México 1984.
4. Fundación Arturo Rosenblueth. Revista de Computación 010. México, enero 1984.

#### HEMEROGRAFIA

- Excelsior, Sección Financiera: México Maquilador, serie abril 1986, I-XX
- Excelsior, Sección Financiera. 10 mayo 1986, 4 p.