

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA.

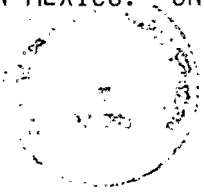


UNIVERSIDAD NACIONAL  
AV. N° 5 DE  
MEXICO

TESIS QUE PRESENTA JOSE LUIS GASTELUM RAMOS  
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN:  
INGENIERIA (PLANEACION)

CREDITOS ASIGNADOS A LA TESIS 11

LA INFLACION EN MEXICO: UN ENFOQUE ECONOMETRICO



JURADO:

PRESIDENTE: DR. JORGE DIAZ PADILLA GUERRERO

VOCAL: M EN I RUBEN TELLEZ SANCHEZ

SECRETARIO: M EN I EUGENIO LOPEZ ORTEGA

SUPLENTE: M EN I SERGIO ZUÑIGA BARRERA

SUPLENTE: DR. SERGIO FUENTES MAYA

*[Handwritten signatures of the jury members]*

EL COORDINADOR DE LA SECCION

EL SECRETARIO ACADEMICO

*[Handwritten signature of Ovsei Gelman Muravchik]*

*[Handwritten signature of Gabriela Moller de Jalife]*

DR. OVSEI GELMAN MURAVCHIK

M EN I GABRIELA MOLLER DE JALIFE

28 DE AGOSTO DE 1985.



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

**LA INFLACION EN MEXICO: UN ENFOQUE ECONOMETRICO**

**JOSE LUIS GASTELUM RAMOS**

**AGOSTO 1985**

A MIS PADRES

JESUS GASTELUM LOPEZ  
ELIGIA RAMOS ZAZUETA

A MIS HERMANOS

AL M EN I RUBEN TELLEZ SANCHEZ  
POR SU COLABORACION

# I N D I C E

	PAG
INTRODUCCION	
Importancia del problema	8
Objetivos del estudio	9
Organización del trabajo	9-10
CAPITULO I. ALGUNOS ENFOQUES SOBRE LA INFLACION	
I.1 Definiciones de la inflación	11
I.2 El enfoque cuantitativo del dinero	13
I.3 El enfoque keynesiano	14
I.4 La curva de Phillips	22
I.5 El enfoque estructuralista	24
I.6 El enfoque neocuantitativo del dinero	29
I.7 Interpretaciones y conclusiones	34
CAPITULO II. REVISION DE LOS ANALISIS REALIZADOS SOBRE LA INFLACION EN MEXICO	
II.1 Criterio para la selección de los estudios considerados	43
II.2 "Inflación y democracia, el caso de México"	44
II.2.1 Conclusiones	50
II.3 "Inflación: la experiencia de la presente década"	51
II.3.1 Formación de precios y salarios en México	51
II.3.2 Evolución de los precios y costos	57
II.3.3 Causas de la inflación y críticas de la política antiinflacionaria	60
II.3.4 Conclusiones	61

II.4 "Un análisis de la inflación en México"	62
II.4.1 Conclusiones	69
II.5 "Un análisis de la inflación en México"	70
II.5.1 Conclusiones	77
CAPITULO III. MODELOS PROPUESTOS SOBRE EL PROCESO INFLACIONARIO	
III.1 Modelos keynesianos	79
III.2 Modelos estructuralistas	82
III.3 Modelos neocuantitativos del dinero	87
III.4 Conclusiones	96
CAPITULO IV. ESTIMACION Y EVALUACION DE LOS MODELOS	
IV.1 Estimación de modelos estructuralistas	98
IV.2 Estimación de modelos monetaristas	100
IV.3 Evaluación de resultados	104
IV.3.1 Modelos estructuralistas	104
IV.3.2 Modelos monetaristas	107
IV.3.3 Pronóstico e interpretación	112
CAPITULO V. CONCLUSIONES	120
ANEXO	
Introducción	125
El modelo uniecuacional lineal de regresión múltiple	126
Método de mínimos cuadrados ordinario (MCO)	129
Método de máxima verosimilitud (MV)	135
Método de mínimos cuadrados generalizado (MCG)	139
Métodos de estimación de sistemas de ecuaciones simultáneas	142

El modelo multiecuacional	144
Mínimos cuadrados ordinario en un sistema multiecuacional (MCO)	148
Mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E)	149
Variables instrumentales (VI)	153
Mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E)	159
Máxima verosimilitud con información completa (MVIC)	165

BIBLIOGRAFIA

171-173

El control de la inflación no es una cuestión de fe. Ni de ideología. Necesitan lograrla los gobiernos conservadores tanto como los liberales, los de izquierda, como los de derecha. Nuestro catecismo secular sostiene, en lo fundamental, que lo que funcionó el siglo pasado funcionará en la actualidad. Redúzcase la intervención gubernamental, equilibrese el presupuesto, contrólense la oferta monetaria, manténgase la fe, y todo marchará bien.... En la actualidad, empero, existen empresas poderosas y sindicatos fuertes que influyen significativamente en los precios. Los gobiernos y sus presupuestos tienen un impacto decisivo sobre la vida económica. Como todo esto seguirá existiendo, es preciso adaptar nuestras políticas a esa realidad. Debe recordarse que nuestros catequistas dominicales también advertían que la fe no es sustituto de la acción, y probablemente sabían que el camino del infierno está empedrado de buenas intenciones.

John Kenneth Galbraith



## INTRODUCCION

Uno de los problemas más persistentes y difíciles que enfrentan la mayoría de las economías, es el de la inflación. En nuestro país, el constante avance de precios, salarios, excedente monetario real y desequilibrio entre las actividades económicas, se han convertido en tópico de máximo interés político-gubernamental. Esto ha propiciado, necesariamente, la preocupación por el diseño de herramientas de decisión, que permitan implantar políticas de control.

Cualquier economía desearía poseer control tanto sobre la inflación como sobre el crecimiento económico. Sin embargo, las teorías económicas sobre la inflación plantean a los tomadores de decisiones crueles dilemas: una baja inflación debe pagarse con un bajo crecimiento de la economía, implicando una insatisfacción hasta de las necesidades básicas de la población; o bien, un crecimiento económico adecuado implica a su vez una inflación generalmente no controlada.

En términos generales, el economista maneja con soltura los fundamentos teóricos que se encierran dentro de los fenómenos económicos. Sin embargo, para que este nivel de ideas sea relevante al tratar de alcanzar objetivos cuantitativos, es necesario también un conocimiento sobre las relaciones cuantitativas entre las variables manipuladas.

Los objetivos de este trabajo son revisar y modelar las principales teorías o enfoques sobre la inflación, y determinar su validez empírica con datos de

la economía mexicana.

Adicionalmente, se pretende que este material constituya un elemento didáctico, principalmente para aquellas personas interesadas en econometría aplicada.

Se considera que un análisis completo del proceso inflacionario debería incluir, además del enfoque econométrico, el de dinámica de sistemas. No obstante, la importancia y amplitud del segundo enfoque obliga a que sea considerado en forma separada; esto es, se deja la posibilidad de que el fenómeno inflacionario se aborde nuevamente bajo tal enfoque.

En el capítulo primero, se exponen los elementos fundamentales de los principales enfoques sobre la alza de precios; éstos son, en orden cronológico: el cuantitativo del dinero, el keynesiano, el de Phillips, el estructuralista y el neocuantitativo del dinero.

En el segundo, se analizan algunos estudios sobre la inflación en México, con los propósitos de obtener adecuados antecedentes sobre las diversas formas en que se ha interpretado tal fenómeno y de mejorar el modelaje de algunos enfoques.

El contenido del capítulo tercero se caracteriza por la modelación de los enfoques monetarista, keynesiano y estructuralista, considerando que estos son los de mejor estructura lógica.

En el capítulo cuarto, se presentan los análisis estadísticos realizados con datos de la economía mexicana, sobre algunos modelos seleccionados en función de la disponibilidad de información.

El quinto y último capítulo está constituido por la evaluación y las conclusiones sobre la validez lógica-empírica de los enfoques considerados, para el caso de México.

En el anexo, se presenta una compilación elevadamente comprensible sobre los métodos econométricos más utilizados tanto en la solución de modelos uniecuacionales como multiecuacionales.

Adicionalmente, se incluyen los resultados de cómputo correspondientes a las estimaciones más significativas. Los paquetes de cómputo que fueron utilizados son BASIS (Burroughs Advanced Statistical Inquiry System) y TSP (Time Series Processor).

## CAPITULO I

### ALGUNOS ENFOQUES SOBRE LA INFLACION

El objetivo de este capítulo es lograr un análisis de los rasgos fundamentales de los diversos enfoques sobre la inflación, a fin de obtener un marco de referencia exhaustivo sobre tal fenómeno, el cual, facilitará expresar a cada enfoque en forma de modelos algebraicos estocásticos, a través de un enfoque econométrico.

Paralelamente al análisis, se expresan las principales críticas que los enfoques efectúan entre sí, lo que permitirá realizar una evaluación imparcial sobre cada uno de ellos.

#### I.1 Definiciones de la inflación

Por razones obvias, es conveniente definir el concepto de inflación; una noción general aceptable por todos, es expresarla como un aumento sostenido del nivel general de precios.

Respecto a las definiciones específicas, puede afirmarse que no son aceptadas universalmente, sino únicamente por los seguidores de las teorías asociadas a cada definición.

Considerando los enfoques inflacionarios más aceptados actualmente, se pueden mencionar las siguientes definiciones de la inflación: la teoría monetarista,

considera que la inflación es causada principalmente por un excedente de oferta monetaria; la teoría keynesiana, atribuye este fenómeno a un exceso de demanda agregada de bienes y servicios; y la estructuralista argumenta que las características del crecimiento económico generan presiones estructurales socio-económicas, originando así el proceso inflacionario.

Por otra parte, es generalmente aceptado que la inflación es un fenómeno macroeconómico, lo cual, dificulta distinguir entre aquellos bienes cuyos incrementos de precios son o no son inflacionarios.

Por ejemplo, los precios crecientes de algunos productos no influyen en el índice general de precios, únicamente logran cambiar el nivel de precios relativos; esto puede deberse a que esos productos no son significantes en la canasta de producción de bienes y servicios a nivel nacional, o bien, a la política de control de precios o de subsidios que el gobierno realiza sobre los productos de mayor consumo.

Así pues, para representar adecuadamente el nivel general de precios, es necesario escoger aquellos precios de bienes y servicios que sí influyen en el índice general.

A continuación, se exponen los aspectos sobresalientes de los enfoques cuantitativo del dinero, keynesiano, estructuralista y neocuantitativo del dinero, que son actualmente los más aceptados en los círculos académicos y oficiales.

## I.2 El enfoque cuantitativo del dinero

Dada ya una idea aproximada sobre la inflación, se puede decir que el primer estudio sobre ésta, correspondió a la escuela neoclásica, mediante su teoría cuantitativa del dinero, la cual, afirma que el nivel de precios se ajusta al ingreso real, en función del nivel de oferta monetaria. Esta declaración fué producto de las siguientes hipótesis:

- 1) la oferta monetaria es exógena
- 2) la velocidad de circulación del dinero es constante
- 3) el ingreso real es independiente de la oferta monetaria

Estas hipótesis permitieron elaborar la ecuación de cambios de Fisher, que relaciona a las variables mencionadas en la siguiente forma:

$$MV = PY \quad (1)$$

en donde:

M, es el circulante monetario

V, es la velocidad de circulación del dinero

P, es el nivel general de precios

Y, es el ingreso real generado por la economía.

El presente modelo expresa un equilibrio a largo plazo entre MV y PY; considera que el nivel de Y está en función del ritmo de actividad económica, que a su vez, depende de factores institucionales principalmente.

Así pues, la teoría cuantitativa, bajo tales hipótesis, afirma que el nivel de precios cambia en forma directa al variar el circulante monetario, debido

a que el monto monetario aumenta, generalmente, en una proporción mayor que la correspondiente al ingreso real, eliminando su efecto inverso sobre los precios.

Esta "teoría" fue muy utilizada durante el siglo XIX; en realidad, el modelo que la representa únicamente es un testimonio del equilibrio a largo plazo entre  $MV$  y  $PY$ ; la explicación del nivel de precios en función del dinero en circulación fue cuestionado profundamente por John Maynard Keynes, quien efectuó ciertas modificaciones a los postulados del modelo cuantitativo, considerando que la masa monetaria representa un papel activo en el crecimiento económico durante el corto plazo; esto es, antes de que el nivel de precios cambie.

En cuanto a la acción inflacionaria de la economía internacional sobre la nacional, la teoría cuantitativa consideraba que esto ocurría a través de la balanza de pagos, la cual influye sobre la base monetaria, mediante el superávit o déficit en las transacciones de bienes y servicios en general; un superávit permite elevar las reservas internacionales y por lo tanto, incrementar la oferta de dinero; un déficit actuaría en forma contraria sobre el circulante.

### 1.3 El enfoque keynesiano

La teoría de los precios de Keynes, considera que la inflación ocurre ante la presencia de demanda agregada y de desempleo; además, supone que el ingreso real sí depende directamente del monto monetario; y que la velocidad de

circulación del dinero sí es variable.

Según Keynes, la teoría de precios tradicional es inadecuada debido a que no considera el interés que la gente tiene por mantener liquidez monetaria, a fin de poder efectuar transacciones de bienes y servicios, realizar especulaciones y enfrentar eventualidades.

En realidad, el propósito de Keynes, era lograr que el equilibrio económico del mercado operara en situación de pleno empleo, mediante políticas monetarias y fiscales adecuadas; que permitan aumentar la participación del gobierno en la economía, fomentar la inversión privada, y en general, incrementar la demanda efectiva y los salarios.

La expresión algebraica de Keynes, que representa el equilibrio del mercado es la siguiente:

$$Y = C + I + G \quad (2)$$

en donde:

Y, es el ingreso nacional

C, es el consumo

I, es la inversión

G, es el gasto público

Esto es, si la suma de las variaciones de C, I, y G es positiva; esto implica que el incremento del circulante monetario es una forma de lograr que el gasto en cada variable se incremente, logrando así aumentar el ingreso na-



cional real.

La principal aportación de la teoría de los precios de Keynes, es haber unido las teorías monetaria y del valor, para lograr una explicación más completa del comportamiento del dinero-precios.

La teoría del valor, o precio singular, define el precio como la expresión en dinero de las mercancías, sujeto a las condiciones de la oferta y demanda, la cual está definida principalmente por el costo e ingreso marginal, la elasticidad de la oferta a corto plazo y la elasticidad de la demanda.

Esta integración, permitió a Keynes efectuar la deducción de los siguientes postulados:

- En situación de desempleo, la oferta de los factores de la producción es perfectamente elástica
- En situación de pleno empleo, la oferta de los factores de la producción es perfectamente inelástica
- Cuando aumenta el circulante, aumenta la demanda efectiva.

Con base en ellos, logró una interpretación propia del papel que juega el dinero en la economía, que sería aproximadamente así: cuando existe desempleo, el empleo variará directamente proporcional al monto monetario; y cuando exista pleno empleo, los precios variarán directamente proporcional al monto monetario.

En realidad, esta interpretación está sujeta a algunas limitaciones, las cua

les permiten que los costos y precios asciendan casi simultáneamente al empleo; tales aumentos son mayores conforme se va aproximando el pleno empleo. Lo anterior podemos expresarlo así:

$$P = F(T) ; f'(T) > 0 \quad (3)$$

en donde P, es el nivel de precios; T, es el nivel de empleo.

Las principales limitaciones del enfoque keynesiano, son:

1. Los precios sí aumentan antes del pleno empleo. Al aumentar el empleo, los empleados organizados y no organizados tienden a mejorar sus negociaciones salariales ante sus patrones; éstos, aceptan otorgar aumentos salariales debido al incremento de las ventas y a que el consumidor aceptará pagar mayores precios, al demostrársele que realmente el costo de la mano de obra creció. Sin embargo, esta situación es utilizada generalmente por los monopolios y oligopolios para aumentar los precios proporcionalmente más que el costo de la mano de obra.

Así pues, los aumentos de los precios logran al menos "congelar" el salario real promedio; significando esto que los grupos de trabajadores mejor organizados, lograrán incrementos salariales reales, y que los demás verán reducidos sus salarios reales.

Esta situación genera competencia entre los grupos de trabajadores por obtener los mejores aumentos salariales, acelerando así, la inflación por costos.

2. Reducción de los rendimientos a corto plazo.

Al iniciarse el proceso de aumento de circulante, la demanda se incrementa, pero la oferta al principio no es completamente elástica, debido principalmente a que los nuevos empleados perdieron parte de su eficiencia durante el período que estuvieron desempleados y a que la maquinaria que estaba inactiva, justamente no es tan productiva como la que ya estaba en servicio.

Lo anterior se fundamenta con base en que no toda la gente y equipo son igualmente eficientes; esto significa que los costos y precios aumentarán en el corto plazo, al bajar los rendimientos promedio.

3. Presencia de "cuellos de botella" en el sistema productivo.

Suponiendo que todos los factores fueran eficientes, aún así los rendimientos tenderían a bajar antes de llegar al pleno empleo, debido a que tales factores no son empleados plenamente en forma simultánea; esto es, algunos llegan a su pleno empleo, pero otros no.

Esta situación provoca que el precio del factor que ha llegado al pleno empleo, se eleve, debido a su demanda creciente.

Estos "embotellamientos", que ocurren antes del pleno empleo de todos los factores, podrían solucionarse, según Keynes, aumentando la capacidad instalada de aquellos insumos que han llegado a su pleno empleo; por ejemplo, si está agotada la mano de obra especializada, podrían

efectuarse programas de capacitación para aumentarla; si no es suficiente el carbón para satisfacer a la industria del acero, podrían explotarse más las minas existentes o abrirse otras nuevas.

Así pues, los tres puntos anteriores fundamentan el crecimiento de los precios antes de lograr el pleno empleo de todos los factores; sin embargo, es conveniente señalar que la cantidad del incremento de los precios, dependerá de la escala de producción y del tipo de competencia en el mercado; esto significa que en la producción en gran escala, los precios no debieran incrementarse demasiado en relación con los costos de producción, ocurriendo lo contrario en la producción en pequeña escala; en la competencia perfecta, los precios se aproximarían a los costos de producción, contrario a lo que ocurriría si hubiera monopolios y/o oligopolios.

Considerando a una economía abierta, el modelo de Keynes puede expresarse así:

$$Y = C + I + G + (E - I) \quad (4)$$

en donde es adicionado  $(E - I)$ , que representa la diferencia entre exportaciones e importaciones; esto es, la balanza comercial con el exterior.

Bajo esta situación, la variación de los precios internos puede explicarse en función del nivel de empleo y de los precios relativos, representados por la diferencia entre precios internos y externos.

Para demostrar lo anterior, se considera que la balanza comercial  $(E-I)$  de-

pende inversamente del nivel de precios relativos rezagados

$$(E-I) = f(P-Pe)_{-1} \quad (5)$$

$$f'(P-Pe) < 0 \quad (6)$$

Además, se supone que el nivel del ingreso real en una economía abierta varía directamente proporcional a la balanza comercial

$$Y = g(E-I) \quad (7)$$

$$g'(E-I) > 0 \quad (8)$$

y finalmente, que el nivel de precios cambia directamente con el nivel de empleo  $T$ , y por consiguiente, con el nivel de producción real  $Y$

$$P = R(Y) \quad (9)$$

$$R'(Y) > 0 \quad (10)$$

Así pues, a partir de las ecuaciones (5), (7) y (9), se puede deducir que  $P$  depende directamente del nivel de empleo e inversamente del nivel de precios relativos rezagados:

$$P = \omega[T, (P-Pe)_{-1}] \quad (11)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial T} > 0, \quad \frac{\partial \omega}{\partial Pe} < 0 \quad (12)$$

Este proceso permite, teóricamente, que la inflación interna sea igual, en el largo plazo, a la inflación internacional, expresada en función de la inflación existente en aquellos países con que la economía nacional considerada tenga relaciones comerciales; sin embargo, lo anterior no se cumpliría

bajo una situación de cambio "flotante" o "deslizante" de las divisas involucradas en las transacciones comerciales con el exterior.

Podemos concluir sobre la teoría de los precios de Keynes, que la inflación controlable sucede en condiciones de desempleo y demanda excesiva, la cual es satisfecha mediante el aumento del empleo y de la producción; pero una vez logrado el pleno empleo, esta demanda excesiva no lograría incrementar la producción de bienes y servicios, provocando únicamente la elevación de los precios a fin de obligar a que la demanda descienda al nivel de la oferta; esto implicaría según Keynes, el principio de la verdadera inflación.

Una política económica que podría derivarse de este enfoque, consistiría en aumentar la participación del gobierno en la economía, mediante el aumento de su inversión y el fomento a la inversión privada; esto permitiría reactivar la demanda, generando un mayor empleo de todos los factores de la producción.

La inflación pues, según Keynes, no es posible eliminarla, pero sí controlarla.

Por otra parte, su teoría de los precios no pretende modificar la distribución de la riqueza; esto podría significar una identificación total de su parte con el capitalismo; sin embargo, en sus ensayos "Essays in persuasion",\* mencionó algunas veces que el capitalismo "no es exitoso, no es inteligente, no es justo, no es virtuoso y no cumple con lo que promete. En breve, no nos gusta, y estamos empezando a sentir desprecio por él".

\* "Keynes y la defensa desilusionada del capitalismo", Antonio Avila, artículo publicado en la revista "Economía informa", de la Facultad de Economía de la UNAM, abril, 1984.

#### I.4 La curva de Phillips

Podemos afirmar que A.W. Phillips, inició el debate sobre las medidas políticas necesarias para lograr el pleno empleo; asimismo, contribuyó a mejorar la interpretación de la teoría keynesiana sobre los precios, ya que ésta suponía que los precios no deberían de elevarse sino hasta llegar al pleno empleo.

La investigación empírica de Phillips trata sobre la relación entre desempleo y movimiento de salarios en el Reino Unido, para el período 1861-1895, determinando una variación inversa entre dichas variables; posteriormente, se demostró esa misma relación en otros países industrializados, como Estados Unidos.

La relación puede expresarse en la forma siguiente:

$$\omega = -k_1 + k_2 \frac{1}{\alpha} \quad (13)$$

en donde:

$\omega$ , es la tasa de salarios

$\alpha$ , es la tasa de desempleo

La elaboración de esta expresión tuvo como base tres hipótesis; la primera se refiere a una analogía con los procesos de oferta, demanda y precio de los bienes y servicios; esto es, la tasa de variación de los salarios está determinada por las condiciones de oferta y demanda de mano de obra.

La segunda considera que la elasticidad-precio de la demanda de mano de obra es muy elástica en períodos de actividad creciente.

La tercera se refiere al ajuste de los salarios por costo de vida; no obstante, señala que este efecto es importante únicamente cuando los precios al menudeo se elevan debido a un crecimiento grande y rápido en los precios de los productos de importación.

Esta contribución de Phillips, permitió posteriormente efectuar análisis de la relación entre las tasas de desempleo y del nivel de precios, encontrándose se una elevada relación inversa entre ambas.

$$P = - b_0 + b_1 \frac{1}{\alpha} \quad (14)$$

en donde:

$P$ , es la tasa de variación del nivel de precios

$\alpha$ , es la tasa de variación del nivel de desempleo.

Un resultado importante es que, a largo plazo, el crecimiento del salario real está relacionado con la productividad de la mano de obra, siendo iguales durante períodos de precios estables.

La relación inversa entre inflación y desempleo puede interpretarse mediante dos formas: la primera consiste en que los empresarios mantienen un margen de ganancia constante, lo cual implica un ajuste de los precios ante la variación de los salarios; la segunda interpretación es mediante un sis-



tema biecucional de precios y salarios; en donde los salarios dependen de la inflación y desempleo, y la inflación en función de los salarios y de la demanda excesiva; lo anterior puede expresarse así:

$$\omega = f(P, \alpha) \quad (15)$$

$$P = g[\omega, (D-0)] \quad (16)$$

Lo anterior permite obtener la expresión reducida:

$$P = v[\alpha, (D-0)] \quad (17)$$

Esto permite demostrar, según el estudio, la influencia inversa del desempleo sobre la inflación.

Sin embargo, la curva de Phillips ha demostrado gran inestabilidad en diversos países y períodos de tiempo; para diversas economías, se ha encontrado una relación contraria a la de Phillips entre salarios y desempleo; asimismo, entre precios y desempleo.

### I.5 El enfoque estructuralista

Los antecedentes de este enfoque nos indican que se originó en la década de los 50's, en la Comisión Económica para América Latina (CEPAL); este organismo trataba de encontrar una explicación a la inflación en América Latina, la cual, presentó un proceso distinto en cada país, dependiendo principalmente de las políticas económicas aplicadas.

Entre las principales políticas económicas que se han aplicado en esos países, sobresalen las fundamentadas en las teorías keynesiana y monetarista, tendientes a aumentar el ingreso real y a regular el dinero en circulación; tales políticas no han impedido el crecimiento de la inflación, debido a que, algunas veces no son aplicadas bajo las condiciones requeridas para su buen funcionamiento (falta de control de su evolución, principalmente); ya que, la mayoría de los países afectados no han sido capaces de definir exactamente las causas de fondo de la inflación.

Bajo este contexto, la CEPAL afirma que la inflación en los países subdesarrollados es causada principalmente por presiones del crecimiento económico sobre la estructura económica y social, generando así, los denominados "cuellos de botella".

La presencia de estas presiones resulta más clara sobre los sectores agrícola, externo y público, debido a las políticas de crecimiento económico fundamentadas en el fomento de la demanda de bienes industrializados, principalmente de exportación.

En relación al sector agrícola, se menciona que la demanda creciente de insumos agrícolas por el sector industrial supera en el corto plazo a la oferta; esta rigidez o inelasticidad de la oferta agrícola se manifiesta ante la productividad industrial relativamente mucho mayor que la primera.

Por otra parte, la problemática asociada a la irregularidad en la tenencia de la tierra, así como la falta de mecanización y asesoría en el campo, provocan una agudización de las presiones sobre este sector.

No obstante que la oferta agrícola presenta síntomas de rigidez en el corto plazo, los precios se elevan en el largo plazo, debido principalmente a la política de control de precios y de subsidios por parte del gobierno.

En lo correspondiente al sector externo, las economías subdesarrolladas padecen de una demanda de exportaciones con mínima elasticidad-precio e ingreso, y de una demanda de importaciones con alta elasticidad-ingreso; esto último se justifica por la política de industrialización acelerada en los países subdesarrollados, principalmente a partir de la Segunda Guerra Mundial.

La situación descrita implica que la balanza comercial crece deficitariamente en los países subdesarrollados, provocando devaluaciones periódicas en esas economías, lo cual a su vez genera un alza inmediata en los precios de los bienes de importación y de exportación, y un alza en el corto y largo plazo sobre los precios del resto de productos nacionales. Tales efectos se verían agravados ante la presencia de una elevada sustitución de bienes internos por externos, de una oferta rígida o de un nivel de producción cercano al pleno empleo.

Por último, el sector público a través de su gasto aceleradamente creciente, es considerado un importante factor de presión estructural, que se justifica en cierta forma por la necesidad de promover el desarrollo, financiando el déficit presupuestal creciente mediante bonos gubernamentales y emisión monetaria.

El enfoque estructural considera que las presiones del desempleo, la falta de infraestructura a nivel nacional y la poca disponibilidad de divisas,

obliga a los gobiernos de los países subdesarrollados a incrementar sus deudas.

Es conveniente mencionar que este enfoque considera que el crecimiento del excedente monetario únicamente contribuye a dispersar la inflación en la sociedad y a conservarla durante un período más largo.

La exposición global anterior permite una comprensión adecuada, según los estructuralistas, del proceso inflacionario iniciado en 1960 en los países subdesarrollados de América Latina.

Considerando el esquema expuesto, la inflación en función de las presiones sectoriales puede expresarse así:

$$\frac{dP_i}{P_i} = b_i \left( \frac{D_i - O_i}{O_i} \right) = b_i \frac{X_i}{O_i} \quad (18)$$

$$dP_i O_i = b_i P_i X_i \quad (19)$$

en donde:

$D_i$  , demanda de bienes en la actividad  $i$

$dP_i$  , incremento del índice de precios en la actividad  $i$

$b_i$  , factor de ponderación de la actividad  $i$  sobre la economía

$P_i$  , índice de precios en la actividad  $i$

$X_i$  , demanda excesiva, positiva o negativa, en la actividad  $i$

La estabilidad del índice general de precios se manifiesta cuando el valor de todo  $X_i$  es igual a cero; esto es,  $\sum X_i = 0$ ; sin embargo, es posible que la inflación general se presente cuando  $\sum X_i = 0$ , para algunos  $X_i \neq 0$ , esto es debido a la presencia de demandas excesivas positivas y negativas, las cuales influyen en las diversas actividades económicas mediante las transacciones económicas.

Considerando lo anterior, es posible expresar la tasa de cambio del índice general de precios como la suma de los cambios de los índices de precios en cada actividad, ponderados por la oferta de bienes y servicios:

$$\frac{dP}{P} = \frac{\sum dP_i O_i}{\sum P_i O_i} \quad (20)$$

Sustituyendo la ecuación (19) en (20), obtenemos:

$$\frac{dP}{P} = \frac{\sum b_i P_i X_i}{\sum P_i O_i} \quad (21)$$

El enfoque estructural, considera que debe lograrse corregir la composición altamente deformada de la distribución de la riqueza nacional, de la producción y del fenómeno demográfico; esto sería posible si las estrategias de desarrollo estuvieran dirigidas a lograr el bienestar de las mayorías, lo cual implicaría a su vez una activa participación de las mismas. El monetarista y keynesiano, a diferencia de éste, pretenden controlar la inflación con medidas que no afecten demasiado la distribución de la riqueza acumulada.

Sin embargo, este enfoque no ha logrado aplicarse profundamente, debido prin

principalmente, a la influencia de los países desarrollados en las políticas económicas y en el sistema de producción de los países pobres; esa injerencia ocurre fundamentalmente a través de las relaciones comerciales y financieras internacionales, lo que compromete finalmente a muchos países subdesarrollados a seguir ciertos lineamientos de política económica que no corresponden a sus necesidades.

### I.6 El enfoque neocuantitativo del dinero

Los principales argumentos de este enfoque, están implícitamente representados en la denominada teoría de la demanda de dinero, en la cual son consideradas también ciertas ideas fundamentales de Keynes y Fisher; del primero, toma el argumento de alza de precios provocada por una demanda agregada, insatisfecha por una oferta rígida al crecimiento; del segundo, utiliza la relación de cambio  $MV = PY$ , pero considerando que la velocidad de circulación del dinero sí es variable y que el ingreso real sí depende positivamente del excedente monetario.

La anterior teoría fue desarrollada por M. Friedman, incorporando además de las ideas ya citadas, la expectativa de inflación y la tasa de interés del dinero; tal relación puede expresarse así:

$$m^d = f(Y, \pi, r) \quad (22)$$

en donde:

$m^d$  , demanda de dinero real

$Y$  , ingreso real

$\pi$  , expectativa de inflación

$r$  , tasa de interés del dinero

Esta formulación supone una relación estable entre el ingreso real y el poder de compra real existente en la economía, representado por la demanda de dinero real.

Según Friedman, el dinero es una mercancía que permite obtener rendimientos derivados de los servicios que proporciona; y su demanda real guarda una relación directa con el ingreso real.

Por consiguiente, suponiendo un equilibrio entre oferta y demanda real de dinero, un incremento de la oferta monetaria, rompería la relación entre el ingreso real y la demanda de dinero real que el público requiere; esta situación puede compararse análogamente con un desequilibrio de cartera, debido a que los agentes económicos tratarían de deshacerse del monto monetario que consideran excesivo, el cual llega a sus manos después de un proceso de distribución iniciado por el gobierno.

Los agentes, supuestamente conscientes del funcionamiento de la economía, saben que el ingreso real, representado por la producción agregada de bienes y servicios, no es suficiente para satisfacer el poder de compra adicional generado por el incremento monetario, por lo que tratan de utilizar los excedentes de saldo que ingresan a su cartera, gastándolo inmediatamente en activos financieros y bienes y servicios, considerando que existe la posibilidad de una depreciación del valor del dinero, por no haber una suficiente producción de bienes y servicios; tal posibilidad es incorporada en la tasa

de expectativa de inflación.

Esta situación, según Friedman, empuja hacia arriba al producto social, gracias al incremento del gasto por parte de los agentes económicos, estableciéndose así una relación entre el excedente monetario y el ingreso real, además de involucrar al ingreso real rezagado un período y la diferencia entre la tendencia del ingreso real y el ingreso real rezagado un período; esto puede expresarse así:

$$Y = g\left(\frac{m_{-1}^o}{m^d}, \frac{Y^*}{Y_{-1}}, Y_{-1}\right) \quad (23)$$

$$g'\left(\frac{m_{-1}^o}{m^d}\right) > 0, \quad g'\left(\frac{Y^*}{Y_{-1}}\right) > 0, \quad g'(Y_{-1}) > 0 \quad (24)$$

en donde:

- Y , ingreso real
- $m_{-1}^o$  , oferta monetaria real
- $m^d$  , demanda monetaria real
- $Y^*$  , tendencia del ingreso real

Con base en lo anterior, Friedman supone que el excedente monetario primero influye directamente sobre el ingreso real, lo cual genera un crecimiento de la demanda de dinero real de la economía, con fines de aumentar los gastos de inversión principalmente; esta situación tiende a elevar la tasa de interés del dinero, y posteriormente se presentaría la rigidez de la oferta de bienes y servicios, la cual supuestamente no está preparada para satisfacer el excedente de poder de compra originado por el superavít de la oferta monetaria.



Posteriormente, los precios tenderían a elevarse, de acuerdo a la teoría de oferta-demanda y precios, generalizando tal situación en la economía mediante la relación comercial existente entre las diversas actividades; la expresión general que explica el nivel general de precios es:

$$P = h \left( \frac{m_{-1}^o}{m^d}, \frac{p_{-1}}{p_{-1}^e \cdot T_{-1}^c}, \frac{p^e \cdot T^c}{p_{-1}^e \cdot T_{-1}^c}, p_{-1} \right) \quad (25)$$

$$h' \left( \frac{m_{-1}^o}{m^d} \right) > 0, \quad h' \left( \frac{p_{-1}}{p_{-1}^e \cdot T_{-1}^c} \right) < 0, \quad h' \left( \frac{p^e \cdot T^c}{p_{-1}^e \cdot T_{-1}^c} \right) > 0, \quad h'(p_{-1}) > 0 \quad (26)$$

en donde:

$p$  nivel general de precios

$\frac{m_{-1}^o}{m^d}$  variación entre oferta y demanda monetaria, reales

$\frac{p_{-1}}{p_{-1}^e \cdot T_{-1}^c}$  variación entre el nivel general de precios interno y nivel general de precios internacionales, transformado en moneda local

$\frac{p^e \cdot T^c}{p_{-1}^e \cdot T_{-1}^c}$  tasa de cambio del nivel general de precios internacional, transformado en moneda local

Una vez que el nivel de precios tiende a elevarse, la demanda de dinero real y el ingreso real avanzan hacia una nueva relación de equilibrio; en donde también participan la expectativa de inflación y la tasa de interés; tal

ajuste continuará hasta que el exceso de saldo monetario real sea eliminado.

La teoría neocuantitativa considera, que si las fuerzas del mercado funcionaran libremente, una oferta de mano de obra mayor que su demanda, significaría una baja del nivel nominal de los salarios, provocando, entonces, una baja en el nivel general de precios y un aumento de las ventas de bienes y servicios; bajo esta situación, sería necesario incrementar la producción y el empleo a fin de poder satisfacer la demanda creciente.

Este proceso, según la teoría neocuantitativa, se repetiría las veces necesarias para lograr un equilibrio entre la oferta y demanda de fuerza de trabajo; tal situación permitiría que los salarios logaran su nivel verdadero, implicando simultáneamente un equilibrio entre la oferta y demanda del resto de factores de la producción.

Por lo anterior, el enfoque neocuantitativo asegura que si una economía funcionara libremente; esto es, que el gobierno se limitara a ser un administrador de la economía nacional, podría alcanzarse el pleno empleo.

Bajo este contexto, considera que la inflación sería consecuencia de factores exógenos al mercado, representados principalmente por la participación del gobierno, mediante sus políticas de gasto, subsidios y control de precios, así como de ciertas eventualidades que ocurrieran en el comercio internacional, como podrían ser un incremento en los precios internacionales.

La utilización de este enfoque se ha fortalecido, principalmente en los países subdesarrollados, a través de las políticas económicas que el Fondo Monetario Internacional establece, generalmente, como requisito para el otorgamiento de créditos; entre tales políticas, sobresalen las referentes a controlar el nivel de salarios nominales, disminuir sustancialmente la participación del gobierno en la economía, regular la oferta de dinero y minimizar los subsidios y control de precios.

Según este enfoque, sus argumentos permitirían encauzar cualquier economía, aumentando el bienestar de todos los grupos sociales, pero sin modificar la actual distribución de la riqueza; esto es, elevaría conjuntamente el nivel de bienestar de toda la población.

Sin embargo, sus medidas no son aceptadas por la mayor parte de los países en donde son aplicadas, debido a que la participación de los gobiernos en la economía se justifica en cierta forma por el exceso de ganancias logrado por los productores, negando así una distribución justa de las utilidades con los asalariados; esta situación resta validez empírica al enfoque neocuantitativo, lo cual hace pensar, que su alcance no trasciende del nivel lógico-deductivo.

## I.7 Interpretaciones y conclusiones

En relación con el enfoque cuantitativo del dinero, su período de aplicación comprendió los siglos XVII y XIX. Sus hipótesis sobre las variables involu-

cradas en la ecuación de cambios de Fisher,  $MV = PY$ , generalmente fueron aceptadas, debido a que en aquel tiempo no existían métodos precisos para medir las variables anteriores.

La hipótesis de que el monto monetario afecta directamente al nivel general de precios, se pretendía justificar con base en las grandes cantidades de metales preciosos que España y Portugal introdujeron a Europa, a partir del siglo XVI; ésto significó un gran crecimiento de la demanda de bienes y servicios que, generalmente no era satisfecha por la oferta, generándose así, la alza de precios.

En cuanto al supuesto de que la velocidad de circulación del dinero es constante, tal vez sea aceptable para aquella época, considerando la ineficacia existente en la forma en que se medía.

Respecto al ingreso real, considerado exclusivamente dependiente de factores institucionales (apoyo y fomento a la producción), se fundamentaba en la alta rigidez de la producción, la cual, se consideraba que no dependía del monto monetario, sino de las acciones de los gobiernos orientadas a desarrollar las actividades económicas.

Con los supuestos anteriores, el enfoque cuantitativo afirma que la variación del monto monetario afecta, en el largo plazo, únicamente al nivel de precios. Esta afirmación, así como el conjunto de hipótesis, fueron tomadas en consideración por los gobiernos de esa época, al desarrollar sus respectivas políticas monetarias; algunos lograron controlar los procesos inflacionarios,

pero sólo durante ciertos períodos, demostrándose así la inestabilidad de la supuesta relación directa entre monto monetario y nivel de precios.

El enfoque keynesiano, mediante el uso de métodos contables más avanzados, logró demostrar que la velocidad del circulante monetario sí es variable, y que el ingreso real está relacionado directamente con el monto monetario; estas afirmaciones permitieron exponer al enfoque cuantitativo del dinero como una simple tautología de la ecuación de Fisher; esto es, que los precios se ajustan al ingreso real en función del circulante monetario.

La teoría de los precios de Keynes, afirma que la inflación controlable ocurre antes del pleno empleo de todos los factores de la producción; la incontrolable se presentaría después del pleno empleo, debido a que ya no sería posible satisfacer cualquier incremento de la demanda agregada.

Keynes consideraba que la condición de equilibrio expresada por la identidad contable ingreso real igual al consumo, más inversión, más gasto del gobierno, más exportaciones y menos importaciones; podría elevarse hasta el nivel correspondiente al pleno empleo de todos los factores de la producción, lográndose así, una oferta tan grande que permitiría aumentar sustancialmente el bienestar general de las sociedades.

Este objetivo podría lograrse, según Keynes, mediante planes gubernamentales que involucren a todos los grupos socio-económicos gobernados, a los cuales se les daría apoyo técnico y financiero para el desarrollo de sus respectivas actividades. El papel del gobierno no se limitaría a determinar las á-

reas de inversión y las dimensiones del apoyo técnico-financiero, sino también a fomentar la inversión privada, así como la pública directa.

Durante las etapas de realización del plan anterior, se presentarían "Cuellos de botella" en diversos factores del aparato productivo; esto es, sus ofertas se volverían inelásticas ante las presiones de la demanda agregada, debido principalmente a que no se planearon adecuadamente sus necesidades de crecimiento, o bien, a que la demanda agregada haya crecido demasiado y rápidamente. Esta situación, según Keynes, iniciaría el proceso inflacionario. El fenómeno anterior ocurre generalmente en las ofertas de mano de obra capacitada y de insumos básicos como los agropecuarios; trasladando sus efectos hacia las demás actividades económicas mediante las transacciones de compra-venta que se efectúan entre unas y otras.

Otra causa de la alza de precios antes del pleno empleo simultáneo de todos los recursos, es el crecimiento absoluto y organizacional de los empleados, lo cual les permite mayor poder de negociación ante sus patrones.

Así, los precios tienden a la alza antes de lograrse el pleno empleo de todos los factores; tales alzas podrán controlarse o eliminarse, cuando los "Cuellos de botella" y las presiones salariales logren resolverse satisfactoriamente tanto para los demandantes como para los oferentes. Sin embargo, una vez llegado al nivel de pleno empleo total, la oferta ya no podrá elevarse en el corto y mediano plazo, debido a las necesidades de nuevas inversiones; esta situación impediría satisfacer cualquier incremento de la demanda agregada, quedando como único camino la alza incontrolable de los precios,

obligando a descender a la demanda al nivel de la oferta correspondiente al pleno empleo total.

El enfoque keynesiano resultó de gran utilidad, principalmente durante el período 1930-1960, sin embargo, ninguna economía ha logrado llegar al pleno empleo de los factores empleados en la producción de bienes y servicios, debido a que el empresario se establece a sí mismo un mínimo margen de riesgo y ganancia sobre sus inversiones, implicando ésto una barrera contra el plan de pleno-empleo de la teoría keynesiana. Por otra parte, el proceso inflacionario se ha presentado mediante una forma no contemplada por Keynes: el comercio internacional.

El comercio internacional, permite no sólomente exportar e importar mercancías, sino también niveles de precios, los cuales, afectarán en forma diferente a las economías receptoras de esas mercancías. La influencia dependerá de la importancia que tengan esos bienes y servicios en los procesos productivos de las diversas actividades económicas en que sean utilizados; también dependerá de sus niveles de consumo final. Por ejemplo, los alimentos básicos importados masivamente, permiten que los precios internos de esos bienes sean fuertemente dependientes de sus respectivos precios externos; adicionalmente, tales precios externos afectan indirectamente al nivel general de precios interno, a través de la variable salarios, debido a la alta sensibilidad de éstos ante la variación de los precios agropecuarios. Lo anterior se explica por el bajo poder adquisitivo del salario promedio, principalmente en los países subdesarrollados.

La curva de Phillips, como ya fue mencionado, expresa a la inflación inversamente proporcional a la tasa de desempleo. Esta relación pretende demostrar mediante argumentos fundamentados exclusivamente en la experiencia, que la disminución de la tasa de desempleo es una de las principales causas de la alza general de precios. Sin embargo, esta expresión resultó muy inestable a partir de la incorporación de la alta tecnología a los procesos de producción de bienes y servicios, lo cual implicó una disminución continua del costo laboral por unidad de producción; tal situación permitió demostrar que a partir de bases exclusivamente empíricas, la curva de Phillips procuraba elaborar una pseudo-teoría.

Por otra parte, la relación mencionada tampoco se cumple en la mayoría de los países que utiliza un bajo nivel tecnológico, debido principalmente a que la oferta de mano de obra está controlada por los gobiernos a través de los propios sindicatos.

Por lo que se refiere al enfoque estructuralista, la interpretación que aquí podría exponerse sería idéntica a la expresada en el inciso I.5; por tal razón, cualquier duda sobre esta teoría se podrá aclarar consultando tal inciso.



En cuanto al enfoque neocuantitativo del dinero, su desarrollo se produce ante la presencia de una inflación internacional, y de cierta incapacidad de la teoría keynesiana para explicar y controlar la alza de precios.

La teoría neocuantitativa del dinero explica la inflación fundamentalmente en función del superávit de la oferta sobre la demanda monetaria, medidas en términos reales. Esta afirmación se apoya sólidamente en la ecuación de cambios de Fisher, y en la hipótesis de Keynes, correspondiente a que los precios dependen directamente de la demanda agregada.

M. Friedmann, creador de este enfoque, supone además que el ingreso real depende también del excedente monetario, y que existe una relación estable entre la demanda de dinero y el producto real, la expectativa de inflación y la tasa de interés del dinero. Lo anterior constituyen las principales partes de la teoría de la demanda de dinero, llamada también teoría o enfoque neocuantitativo del dinero.

En síntesis, esta teoría considera que el agente económico actúa racionalmente, demandando un monto monetario que depende de la cantidad de bienes y servicios generados por la sociedad, de la expectativa de inflación y de la tasa de interés. Cuando esta relación de equilibrio es alterada por un excedente de oferta monetaria, el agente económico procurará deshacerse de ese poder adquisitivo adicional presente en su cartera, gastándolo inmediatamente en bienes y servicios y activos financieros. Este comportamiento del agente, genera un crecimiento de la producción de bienes y servicios, que a su vez eleva a la demanda real de dinero, a fin de que pueda efectuarse el

incremento de las transacciones entre dinero y mercancías. Por otra parte, la expectativa de inflación, que el propio agente económico se encarga de estimar, le indica que la inflación tenderá a elevarse cuando la oferta de bienes y servicios llegue a su límite elástico; esta expectativa le obliga a incrementar su demanda real de dinero a fin de incrementar sus activos antes de que se presente la alza de precios. Simultáneamente, la tasa de interés del dinero tenderá a elevarse, estimulado por la creciente demanda monetaria.

La integración del proceso anterior, permite expresar al producto real en función directa del excedente monetario real, expresado como la diferencia entre la oferta real rezagada y la demanda real presente. La demanda real monetaria quedaría expresada en función directa del producto real y de la expectativa de inflación, y en función inversa de la tasa de interés del dinero.

Esta teoría ha incrementado sustancialmente su aplicación gracias al Fondo Monetario Internacional (FMI), el cual exige, como requisito para otorgar préstamos en divisas, un fuerte control sobre la oferta monetaria a fin de evitar grandes excedentes de dinero y la alza de precios que implicaría.

Los resultados de la política monetaria derivada de esta teoría, permiten asegurar que es capaz de controlar la inflación, pero a un costo socio-económico muy elevado, debido a que un mínimo crecimiento del supuesto excedente monetario implica un crecimiento económico muy inferior al ritmo requerido por la sociedad. Otros resultados de lo anterior, serían el aumento del des

empleo y de las presiones sociales sobre los gobiernos que utilizaran esta política monetaria.

Ante esta situación, los gobiernos estarían obligados a incrementar nuevamente los excedentes monetarios, lo cual provocaría una alza de los precios, pero reduciría las presiones sociales gracias a la creación de nuevos empleos.

Desafortunadamente, el enfoque neocuantitativo no permite resolver las grandes presiones sociales mencionadas por el enfoque estructuralista; la solución o reducción de tales presiones, principalmente en los países subdesarrollados, se logrará mediante una mayor participación del gobierno en la economía, reduciéndola sólo ante un proceso inflacionario cuyo origen se deba a la influencia de los precios externos sobre los precios internos.

Como ya se mencionó en la teoría estructuralista, la inflación es generada principalmente a través del comercio exterior; y su presencia no se debe a un excedente de la oferta monetaria real, sino al desarrollo desequilibrado de las actividades económicas, lo que a su vez provoca una elevación de las presiones sociales sobre los gobiernos.

Por lo anterior, el enfoque neocuantitativo no es popular entre los gobiernos, los cuales se ven obligados a aplicarlo únicamente en condiciones de alta inflación.

## CAPITULO II

### REVISION DE LOS ANALISIS REALIZADOS SOBRE LA INFLACION EN MEXICO

El propósito de este capítulo es analizar algunos estudios sobre el proceso inflacionario en nuestro país, a fin de tener antecedentes adecuados sobre las diversas formas en que ha sido interpretado este fenómeno, lo cual contribuirá a la originalidad de la modelación de algunos enfoques, realizada en el siguiente capítulo.

#### II. 1 Criterio para la selección de los estudios considerados

El criterio que se utilizó para seleccionar los cuatro trabajos que se presentan en forma simplificada, consistió en exigir que los estudios cumplieran con dos condiciones: una explicación lógica de la variación del nivel general de precios, utilizando los rasgos principales de la economía mexicana, así como los de nuestra política económica; y un adecuado nivel de validez empírica de las formulaciones planteadas; esto es, que cada expresión algebraica estimada posea un elevado coeficiente de determinación de la regresión entre las variables explicativas y la inflación.

Por otra parte, también se busca que tales estudios reflejen los puntos de vista tanto de los centros de docencia como de los círculos del sector público; por lo cual, en los dos primeros se exponen los argumentos principales a nivel de docencia, y en los dos últimos los correspondientes a organismos oficiales.

## II.2 "Inflación y democracia, el caso de México"<sup>1/</sup>

Este estudio sostiene que la inflación es un resultado de la confrontación entre las diversas clases que integran a la sociedad; que tal enfrentamiento se da en el plano político a través de los organismos institucionales creados para lograr acuerdos entre los grupos; y al no efectuarse tales acuerdos, el conflicto se traslada al mercado, mediante la acción directa de los agentes económicos.

Es conveniente indicar que en este trabajo no fueron utilizados modelos algebraicos sino únicamente modelos lógico-verbales. A continuación se presenta una síntesis del estudio, tratando de que sea comprensible y representativa del mismo.

Según las explicaciones convencionales, la inflación está definida por el circulante monetario y el mercado de mercancías, afectando el producto social mediante las ganancias y salarios; esto es, cuando el circulante crece proporcionalmente más que el producto, o el producto se reduce y el circulante permanece fijo, la demanda resulta mayor que la oferta, disminuyendo el poder adquisitivo y aumentando en términos reales las ganancias.

Al abordar el enfoque marxista, menciona que la inflación, principalmente en los países pobres, es generada en forma consciente para atrasar el arribo de la crisis capitalista, tratando de que los trabajadores se preocupen por obtener aumentos salariales y no por el cambio del producto social; en

---

1 David Barkin y Gustavo Esteva. Editorial Siglo XXI, tercera edición 1982.

relación con los países desarrollados, tal enfoque afirma que éstos no ubican la inflación como resultado de las condiciones de producción capitalista, lo cual, les impide comprender que los desequilibrios en los precios, ganancias, inversión pública y privada, son contradicciones propias del capitalismo.

Al referirse a la inflación en los países pobres y ricos; en el primer grupo se caracteriza como elevada e inestable, señalando como causas los cuellos de botella, el excedente monetario y la deficiente comercialización; y en el segundo, como reducida y estable, cuyas causas han sido los incrementos en los precios petroleros y la batalla económica entre Estados Unidos, Japón y Alemania Occidental, cuyo objetivo es dominar el mercado internacional de bienes procesados, principalmente.

A partir de lo anterior, pretende deducir que el origen verdadero de la inflación se encuentra en las condiciones de negociación de los grupos sociales. Por un lado, los trabajadores presionan principalmente a través de sus sindicatos para obtener mejores salarios; por otro lado, los empresarios desean aumentar sus ganancias; finalmente, los logros de cada grupo dependerá generalmente del producto social que posean.

Como ejemplo, se cita a México y Estados Unidos; en el primero, el 10% de su población posee el 70% del producto social; y en el segundo, ese porcentaje controla el 28% de la riqueza. Así pues, la reducida inflación en los países desarrollados, se explica en función de que los grupos han sabido negociar sus fricciones mediante organismos nacionales e internacionales; por ejemplo, se puede mencionar a la Organización Europea de Cooperación Económica, que a través de su Comité de Políticas de Ingresos coordi-

na las actividades nacionales en Europa.

Tales tipos de organismos no han sido logrados en la mayoría de los países subdesarrollados, debido principalmente a la oposición de las minorías propietarias de la mayor parte del producto social.

Dado que los precios, las ganancias, los salarios, el sector externo y las estrategias de desarrollo están asociadas a la inflación, el estudio hace un análisis sobre tales elementos.

En relación con los precios, considera que son mayores que el valor de las mercancías debido a la existencia de agentes económicos poderosos que sí lo gran influir en el mercado; creando así, una competencia imperfecta, y provocando un incremento general de precios. Como ilustración de los precios se analizan globalmente los precios del trabajo y del capital; cuando los precios del primero crecen proporcionalmente más que los del segundo, la inversión y la producción tienden a caer, generando así el fenómeno inflacionario; cuando los precios del capital aumentan más que los del primero, las ganancias, la inversión y el producto crecen también; aunque a largo plazo, las nuevas inversiones son orientadas a satisfacer la demanda de bienes no básicos, provocando un efecto inflacionario en el resto de bienes.

Tratando de resolver tal situación, el gobierno ha recurrido al subsidio y endeudamiento externo, principalmente; sin embargo, ambas medidas no han funcionado adecuadamente; el subsidio ha causado que los empresarios abandonen o reduzcan su participación en el mercado de bienes subsidiados, de-

bido al control de las ganancias por parte del gobierno; y el endeudamiento externo ha fomentado la inflación debido a un aumento de la demanda producida por su participación en el mercado.

Respecto a las ganancias, se enfatiza que en México son mucho mayores en términos reales, que en los países industrializados, aunque gran parte de ellas salen del país o son invertidas en bienes no productivos, como bienes raíces (residencias de lujo). El fenómeno anterior se ha fortalecido a partir de 1970, obligando al gobierno mexicano a incrementar su inversión en el aparato productivo. Durante la devaluación de 1976, las ganancias decrecieron, aunque su parte respecto al total del producto social permaneció aproximadamente fijo, debido a la contracción del producto social.

En relación con los salarios, se cita su crecimiento real desde la Segunda Guerra Mundial hasta 1976. Actualmente, más del 50% de la fuerza laboral no satisface sus necesidades mínimas de bienestar; los campesinos reciben un gran impacto a través de los bienes que compran para su consumo y producción, cuyos precios crecen proporcionalmente más que los de sus productos agrícolas, debido a las acciones de caciques y empresas transnacionales, principalmente.

Los pequeños comerciantes padecen una situación similar; sus ingresos dependen de la competencia por parte de los grandes almacenes de autoservicio, y de las condiciones de crédito que les ofrecen intermediarios superiores a ellos; así pues, ante graves inflaciones, tienden a disminuir sus actividades o a desaparecer.



En los empleos estables, los salarios tienden a depender del tamaño y tipo de empresa, en forma directamente proporcional.

En este contexto, se afirma que los trabajadores organizados, logran mejores incrementos salariales, a través de sus sindicatos y otros organismos institucionales que logran establecer acuerdos con los grupos empresariales; los empleados no organizados están obligados, por su actitud pasiva, a aceptar lo que les ofrezcan.

En cuanto al sector externo, se indica que el efecto de la inflación internacional de ciertos bienes, depende de la oferta y demanda nacional de esos bienes.

A fin de minimizar tales efectos, el gobierno mexicano ha creado algunas empresas paraestatales para que influyan en el mercado de bienes básicos cuya oferta sea menor que la demanda; como ejemplo, se mencionan a CONASUPO y UNPASA, que controlan los precios del frijol, maíz, trigo, azúcar, etc.

Ante las devaluaciones ocurridas, el gobierno ha continuado apoyando a las clases populares, a través de las paraestatales previamente citadas, la excepción ocurre con los bienes no básicos, en donde se ha permitido que sus precios se ajusten a las devaluaciones e inflación internacional.

Se menciona que esas medidas verdaderamente no contribuyen a mejorar el nivel general de vida del trabajador.

El daño principal que el sector externo provoca en las economías naciona-

les, principalmente subdesarrolladas, se realiza más bien a través de las transferencias de recursos reales, tecnologías, utilidades de empresas transnacionales, etc., generando costos de producción y precios crecientes.

Por último, el estudio define la estrategia de desarrollo como un resultado de la confrontación económica y política entre los grupos sociales, reflejada en las acciones del gobierno.

Señala las principales estrategias utilizadas en México y América Latina; entre ellas sobresale la empleada después de la Segunda Guerra Mundial, que consistió en sustituir la importación de bienes de consumo final, lográndose producir entre otras cosas, alimentos, aparatos domésticos, ropa y autos. El resultado fue negativo, debido al incremento de las importaciones, provocado por las necesidades de insumos y bienes de capital para esas nuevas actividades; porque la mayoría de esos bienes sustitutos de importación eran no-básicos, creando una disminución, a largo plazo, de la oferta de bienes básicos; por que tales nuevas actividades crearon poco empleo en relación con las inversiones y subsidios; y porque se asentaron poderosos monopolios transnacionales en esos países para controlar esos bienes de consumo final.

Al provocar lo anterior mayores desigualdades económicas, los gobiernos modificaron sus estrategias de desarrollo; fomentaron la producción nacional de bienes de capital y las exportaciones sin buenos resultados, ya que esto implica otorgar enormes y absurdos subsidios.

En suma, la estrategia de desarrollo, fundamental para el cambio de la dis

tribución del ingreso, siempre ha tendido a favorecer a ciertos grupos, especialmente a los poderosos, ya que ellos son los que ejercen la mayor parte del poder económico y político.

Finalmente, el estudio propone como solución del fenómeno inflacionario, un fortalecimiento de los mecanismos institucionales que permiten una eficiente negociación y concertación social a fin de que pueda ejercerse la democracia.

### II.2.1 Conclusiones

Se considera que para lograr la aplicación de este enfoque, sería necesario reorientar la estructura productiva, capacitar intensivamente a los obreros y campesinos, y que el gobierno ejerciera un papel eficiente como rector de la sociedad. En un principio, los grupos poderosos protestarían y presionarían enérgicamente al ser afectados sus intereses; sin embargo, tales presiones podrían reducirse a través de la movilización del trabajo; esto es, emplear los recursos de mano de obra disponibles, a fin de estimular el producto social, principalmente el de los bienes básicos agropecuarios, agroindustriales e industriales; eso permitiría a los empresarios aumentar sus ganancias reales y una distribución más justa del ingreso.

Por lo anterior, este enfoque resulta prácticamente imposible ponerlo en funcionamiento, al menos durante las próximas décadas, debido a la poca representatividad que tienen los trabajadores dentro de sus propios sindica-

tos, reduciendo así la posibilidad a mediano plazo de lograr una fuerte influencia sobre las políticas económicas gubernamentales.

### II.3 "Inflación: la experiencia de la presente década" <sup>2/</sup>

En este trabajo se presenta un análisis eficiente de la inflación internacional y de la demanda agregada excesiva, como causas principales posibles de los precios internos. El estudio empieza con la investigación sobre cómo se forman los precios y salarios en México; enseguida, explica el proceso inflacionario durante el período 1971-1978, en función de los resultados logrados en la etapa anterior, y finalmente, efectúa una crítica de las políticas anti-inflacionarias desarrolladas durante el período mencionado.

#### II.3.1 Formación de precios y salarios en México

En relación con la formación de precios, considera que éstos son explicados en forma distinta dentro de cada sector económico; dada la limitada disponibilidad de datos sobre los diversos sectores, se efectúa únicamente un análisis sobre los sectores agropecuario y manufacturero. En el sector agropecuario, se considera que las causas principales son los precios internacionales y la política de precios; esta afirmación se comprueba mediante la elaboración de diversas regresiones lineales para cada uno de los principales tipos de productos agropecuarios.

El tipo de regresión lineal utilizado es la siguiente:

$$\ln P_i = a' + b' \ln P_e + c't + k'D + \mu' \quad (1)$$

donde

$P_i$  = precios internos de los principales bienes agropecuarios que constituyen tales índices de precios

<sup>2/</sup> Jaime Ros, artículo publicado en la revista anual Economía Mexicana, Editorial CIDE 1979.

$P_e$  = precios externos de los principales bienes agropecuarios.

$t$  = tiempo, medido en años.

$D$  = variable dicótoma o muda, que toma únicamente valores de 1 y 0.

$b'$  = coeficiente de tendencia en el corto plazo.

$c'$  = coeficiente de tendencia en el largo plazo.

$k'$  = coeficiente que informa sobre un posible factor estacional tanto en los precios internos como en los externos.

$\mu'$  = término de perturbancia.

El método de estimación es el de mínimos cuadrados utilizando un nivel de significancia del 5%.

Los resultados pueden agruparse en función de los valores de  $b'$  y  $c'$ , y del control oficial de precios, como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 1

Valores de $b'$ y $c'$	Productos sin control	Productos con control
$b' = 1$ $c' = 0$	café tomate carne vacuna de exportación carne porcina	frijol
$b' \neq 1$ $c' = 0$	naranjas	trigo maíz huevo sorgo
$b' \neq 1$ $c' \neq 0$	algodón aves	azúcar arroz leche carne vacuna para consumo interno

Esta clasificación permite afirmar que los productos agropecuarios siguen a los precios internacionales en el corto o largo plazo, dependiendo de si están o no controlados sus precios; la excepción está constituido por el algodón y aves, que aparentemente no siguen a los precios internacionales; ello podría deberse a un cierto

error en la muestra de datos.

En el estudio se señala que el grupo correspondiente al café, tomate y carne vacuna son productos de exportación; el frijol es un producto de gran consumo nacional, así como los grupos de (trigo, maíz, huevo y sorgo) y (azúcar, arroz, leche y carne vacuna); el primero de estos dos grupos tiene mas importancia que el segundo, ya que constituye junto con el frijol, el 51% del valor de producción de los 16 productos considerados.

En relación con la naranja, se considera producto exclusivamente de consumo nacional; y, por último, el grupo del algodón y aves, el primero es un producto de consumo interno y de exportación, mientras que las aves (así como la carne porcina) es bien sustituto de la carne vacuna, considerada producto de exportación.

Así pues, los precios internos de los productos agropecuarios son explicados principalmente por la influencia de los precios internacionales; la política de precios, y las condiciones de oferta y demanda de aquellos productos independientes de los precios internacionales.

En relación a la formación de precios en el corto plazo, en el sector manufacturero, el autor utiliza la hipótesis del "precio normal", lo cual significa que los precios están constituidos por los costos "normales" más un margen de ganancia determinado en el largo plazo; los costos "normales" son aquellos asociados a un nivel "normal" de uso de la capacidad instalada, la cual es considerada igual a la tendencia de la producción.

Los costos considerados en este trabajo, son: materias primas, servicios,

remuneraciones al trabajo e impuestos indirectos netos; de todos estos componentes, el único que depende del nivel "normal" de uso de la capacidad instalada, es el costo normal del trabajo, sin embargo, debido a que no existe suficiente información sobre pago de horas extras y bonificaciones, el autor, se vió obligado a utilizar las remuneraciones corrientes en lugar de las normales, en el cálculo del costo unitario normal de trabajo, definido por el cociente remuneración corriente por trabajador - productividad normal por trabajador.

El siguiente paso, fue estimar la posible existencia de un rezago entre los cambios en costos y precios; esto se logró a través de la maximización de la función de verosimilitud; el resultado obtenido fue un rezago entre uno y dos trimestres para los costos normales.

Considerando el supuesto de ganancia constante en el corto plazo la influencia del nivel de demanda no debe ser significativamente diferente de cero.

La inclusión de la variable  $t$ , permitió analizar la relación entre precios y costos normales, tanto en el corto como en el largo plazo.

Después de formular trece expresiones algebraicas diferentes, a fin de considerar los posibles rezagos de los costos normales, de efectuar cálculos tanto en niveles como en tasa de cambio y de incluir la demanda con diferentes rezagos, los resultados finales permitieron demostrar que los costos normales rezagados explican satisfactoriamente a los precios normales en el corto plazo; que la influencia de la demanda no es significativamente diferente de cero.

La expresión algebraica representativa de lo anterior es la siguiente:

$$\Delta \ln Pt = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta \ln C N_{t-\alpha} + \alpha_2 \ln Dt + \mu_t \quad (2)$$

$$\text{en donde : } \alpha_0 = 0.0006, \quad \alpha_1 = 0.9626, \quad \alpha_2 = 0.1031$$

(0.4)                      (33.5)                      (2.7)

Esto demuestra que el único coeficiente significativamente diferente de cero, es el correspondiente a los costos normales, el cual no es significativamente diferente de uno; esto permite demostrar la hipótesis planteada.

En relación a los resultados sobre los salarios y el mercado de trabajo, se obtuvo lo siguiente:

El salario medio manufacturero está fuertemente correlacionado con el salario mínimo; sin embargo, analizando ambas series observamos la presencia de ciertas desviaciones; en el corto plazo, las diferencias principales ocurren cuando la inflación es creciente, las mínimas diferencias van acompañadas de una inflación decreciente; en el largo plazo, tales desviaciones se explican por cambios en las prestaciones, estructura productiva y fuerza laboral en función de la edad y sexo.

Se considera la hipótesis de que los aumentos de los salarios superiores al mínimo, sean la causa de la inflación, lo cual implica que los incrementos de tales salarios se deban a causas distintas a la inflación; tales causas están representadas por la demanda existente en el mercado de trabajo.

Las formas en que la demanda mencionada puede acelerar en el corto plazo la diferencia entre ambas series salariales, son:



- 1) por motivos de bonificaciones y pagos de horas extras; no obstante se considera muy reducida la inflación de estos pagos sobre los costos y precios industriales, de acuerdo con la hipótesis de precios normales, debido principalmente a que los posibles pequeñísimos incrementos de los costos unitarios del trabajo están equilibrados con el incremento cíclico de la productividad laboral.
- 2) Por causas de oferta y demanda de trabajo, lo cual, implicaría que los salarios medios nominales manufactureros tenderían a bajar al existir desempleo, y a subir cuando hubiera pleno empleo de mano de obra; considerando que en la realidad, el pleno empleo no existe en ningún país, y que los salarios medios manufactureros no disminuyen ante una demanda menor que la oferta, se considera que tal ley de oferta y demanda es una estructura lógica-deductiva; esto es, sin validez empírica.
- 3) Por razones de fuerza de negociación de los trabajadores; esto significa que al aumentar el número de trabajadores, éstos adquirirían más poder ante los patrones, para lograr mejores salarios; sin embargo, el gran número de desempleados existentes en México, contrarresta la posible influencia previamente mencionada, a menos en el corto plazo, además de que los mecanismos institucionales e ideológicos presentan un rezago en sus exigencias de aumentos salariales, con relación al aumento de la demanda de trabajo.

Considerando los tres puntos anteriores, queda eliminada la posibilidad de que la demanda del mercado de trabajo sea capaz de lograr una correlación entre la inflación y la divergencia existente entre los salarios medio y mínimo:

$$\text{Inflación} = f(\text{divergencia entre los salarios medio y mínimo}) \quad (3)$$

Por lo anterior, se procura investigar si tal correlación podría funcionar en forma inversa; esto es, que la inflación sostenida sea causa de la desviación mencionada:

$$\text{Divergencia entre salarios medio y mínimo} = f(\text{Inflación}) \quad (4)$$

Esta relación se logra demostrar, considerando que los trabajadores sectoriales que perciben salario medio, efectúan negociaciones de aumento salarial no en forma simultánea, sino en forma secuencial, generando una variación continua en el salario medio general ante la variación de los precios, mientras que los empleados con salario mínimo, logran aumentos únicamente en forma anual. La diferencia entre ambos salarios crece ante la presencia de una alta inflación, debido principalmente a que los trabajadores con salario medio tienden a exigir y lograr aumentos salariales en períodos menores que los anteriores; por su parte, los empleados con salario mínimo, lograrán aumentos de emergencia ante una elevada inflación, sin embargo, ello no impide el crecimiento de la diferencia entre ambos salarios.

### II.3.2 Evolución de los precios y costos

Después de haber sido demostrado que la inflación no es explicada por la desviación entre los salarios medio y mínimo, se efectúa una investigación sobre los precios de los diversos bienes y servicios a fin de obtener alguna información sobre la variación del índice general de precios al consumidor, el cual es considerado representativo de la inflación.

Como primer resultado de ese análisis, se determina que el índice general de

precios está muy correlacionado con el índice de precios correspondiente a manufacturas y servicios (Cuadro 2), debido a que constituyen, conjuntamente, el 87% del valor del producto total; por tal razón, considera que la inflación puede ser explicada, principalmente, por la evolución de los precios y costos en los sectores manufacturas y servicios; el estudio es realizado únicamente sobre los precios y costos en el sector manufacturero.

Al analizar la componente correspondiente a costos salariales (Cuadro 3), se demuestra que la influencia de estos sobre la inflación es poco significativa en los períodos de precios crecientes debido a que los aumentos salariales están rezagados respecto a la inflación; en cambio, en los períodos de inflación decreciente, su influencia es importante, debido al carácter compensatorio ante precios crecientes en períodos previos; por último, cuando el crecimiento salarial es desacelerado mediante políticas salariales inflexibles, su contribución a explicar la inflación aumenta sustancialmente.

En cuanto a los costos no salariales, éstos resultan ser la principal causa del proceso inflacionario, principalmente los costos de los insumos agropecuarios, bienes intermedios y petróleo y derivados los cuales mantienen una elevada correlación positiva con los precios internacionales; por otra parte, la reducción de la producción nacional agrícola per cápita contribuye a fortalecer la influencia de los precios internacionales sobre la inflación interna, ya que obliga a incrementar las importaciones de aquellos productos considerados básicos.

Otro elemento que ayuda a explicar la inflación a partir de 1976 en función de los precios internacionales, es la devaluación del peso, lo cual hace aún más evidente la influencia de los precios internacionales sobre los pre

Cuadro 2

Variación porcentual de los precios al consumidor y de sus componentes

CONCEPTO	AÑO						
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Índice general de precios	5.4	5.0	12.1	23.7	15.0	15.8	29.1
Índice de precios agropecuarios	-2.6	6.9	17.3	31.4	15.4	10.1	20.9
Índice de precios manufactureros y de servicios	6.6	4.9	11.6	21.7	14.5	17.0	30.1
Índice de precios del petróleo y energía eléctrica	0.4	2.0	6.4	63.5	26.6	6.4	27.2

Fuente: Índices de precios del Banco de México e índices de precios de la Dirección General de Economía Agrícola.

Cuadro 3

Participación porcentual de los diversos costos en la variación de los costos normales de producción en el sector manufacturero

AÑO	COSTOS MATERIAS PRIMAS	IMPORTACION DE BIENES INTERMEDIOS	PETROLEO Y ELECTRICIDAD	IMPUESTOS INDIRECTOS	OTROS INSUMOS	COSTOS NORMALES DE TRABAJO
1971	5.5	-30.3	13.2	18.8	19.4	73.4
1972	13.2	15.2	-3.7	15.3	19.1	40.9
1973	35.9	25.7	--	10.3	7.9	20.2
1974	27.4	20.4	4.8	7.1	12.4	27.9
1975	31.3	13.9	2.7	11.1	11.4	29.6
1976	33.4	11.2	4.1	4.4	12.6	34.3

Fuente: Cuenta anual de la Hacienda Pública Federal e índices de precios al productor del Banco de México.

cios internos.

Respecto a la demanda de bienes y servicios como posible presión inflacionaria, se demuestra que sus efectos no son significativos, puesto que la relación precios-costos no cambia sustancialmente durante el período de análisis, lo cual significa que el margen de ganancias permanece estable.

En cuanto al papel de la política de precios, se indica que ésta tiene la posibilidad de reducir el crecimiento de la inflación mediante una reducción del margen de ganancias, o bien, reduciendo los salarios en relación al valor de la producción manufacturera; la opción aplicada fue la segunda, mediante el establecimiento de "FIJACION DE PRECIOS POR VARIACION DE COSTOS", cuya interpretación es: los precios aumentarán oficialmente únicamente cuando el costo total de producción aumente más del 5 por ciento; esto significa mantener intacto el margen de ganancia, y controlar los costos salariales, implicando un control inflacionario con base en un control del crecimiento de los salarios.

### II.3.3 Causas de la inflación y crítica de la política anti-inflacionaria

Las políticas de control de la demanda agregada y de control de precios, establecidas para tratar de desacelerar la inflación, realmente no resultaron efectivas, al menos en el sector manufacturero, ya que las reducciones del crecimiento de la inflación han ocurrido cuando los precios internacionales de los bienes intermedios y productos agrícolas tienden a disminuir, y cuando los salarios del sector manufacturero son regulados en su crecimiento; esto permite asegurar que la política de control de la demanda no

ha funcionado adecuadamente, excepto en los productos agrícolas cuyos precios son independientes de los correspondientes a los del mercado internacional.

Por lo anterior, y considerando que la inflación interna supera ampliamente a la inflación externa, es muy posible que tal diferencia sea explicada principalmente por la influencia directa e indirecta de los precios internacionales de los productos agrícolas sobre los precios agropecuarios y manufactureros respectivamente; el efecto indirecto implica una modificación del intercambio de los precios de los productos agrícolas y manufactureros; este intercambio varía más notablemente en México que en los países desarrollados, debido a que la mayor parte de los trabajadores mexicanos perciben un ingreso real bajo, implicando que una gran porción sea utilizada en consumo de alimentos.

#### II.3.4 Conclusiones

De acuerdo con este estudio, la inflación es explicada por el enfoque estructural; cuando el proceso inflacionario se inicia, la causa principal se debe al efecto del alza de los precios externos sobre los precios internos, agropecuarios, y a su efecto indirecto sobre los precios del sector manufacturero; y cuando se presenta una reducción del crecimiento de la inflación, se debe a que el intercambio entre los sectores agrícolas y manufactureros ha vuelto al nivel original; o bien, a una disminución del crecimiento de los salarios de los trabajadores de la industria manufacturera; ya que en México, el margen de ganancia industrial real no se reduce al aumentar los costos de sus insumos, lo que implica que la inflación puede ser redu-

cida únicamente mediante reducciones del crecimiento de los salarios.

Puede concluirse que el control efectivo de la inflación, podría lograrse mediante una política monetaria expansiva, acompañada de una política de gasto público que busque mejorar el ingreso real del sector agrícola, a fin de que en éste se manifieste un crecimiento sostenido de su producto real, lo que implicaría disminuir sustancialmente el crecimiento del proceso inflacionario; también resultaría conveniente continuar con la política de subsidios y control de precios en los bienes agropecuarios, a fin de evitar una inflación superior a la existente, y fomentar la capacitación de los trabajadores en general, a fin de reducir en cierto nivel la rigidez de la oferta de bienes y servicios debido a la mano de obra.

#### II.4 "Un análisis de la inflación en México" <sup>3/</sup>

El objetivo de este estudio es tratar de evaluar la importancia de la demanda insatisfecha y precios externos como elementos causales de los precios internos; una demanda excesiva implicaría la existencia de un fuerte excedente monetario; una influencia elevada de los precios externos significaría que la inflación interna es causada por presiones de tipo estructural.

El autor plantea a la demanda agregada excesiva, como el principal conflicto entre los monetaristas que siguen la teoría monetaria para economías pe-

---

<sup>3/</sup> Alain Ize, revista Investigación Económica, del Banco de México, 1979.

queñas y cerradas, y aquellos constituídos por ciertos estructuralistas y los monetaristas que consideran economías abiertas al comercio internacional, y por lo tanto, influidas por los precios externos.

Como punto de partida, es definido un indicador del nivel de utilización de la capacidad instalada, el cual, está relacionado con el capital y la producción:

$$e_t = \frac{y_t}{y_t^p} = \frac{n_t}{n_t^p} \quad (5)$$

en donde:

$$n_t = \frac{y_t}{k} \quad , \text{ producto real/capital} \quad (6)$$

$$n_t^p = \frac{y_t^p}{k} \quad , \text{ producto potencial real/capital} \quad (7)$$

Suponiendo una relación lineal entre  $n_t^p$  y el producto normal/capital ( $\hat{n}_t$ ); esto es,  $n_t^p = \alpha \hat{n}_t$ , la ecuación (5) se transforma en

$$e_t = \frac{1}{\alpha} \frac{\hat{n}_t}{\hat{n}_t} \quad (8)$$

La serie histórica del acervo de capital fue calculada mediante el método de los inventarios perpétuos, aunque finalmente se utilizó en el cálculo de  $n_t$  la componente denominada inversión fija, debido a que la componente inversión en construcción no es directamente productiva.



La tendencia o estimación obtenida fue la siguiente:

$$n_t = 10.13 - 2.74t + 1.12t^2 - 0.90t^3 + 0.46t^4 \quad (9)$$

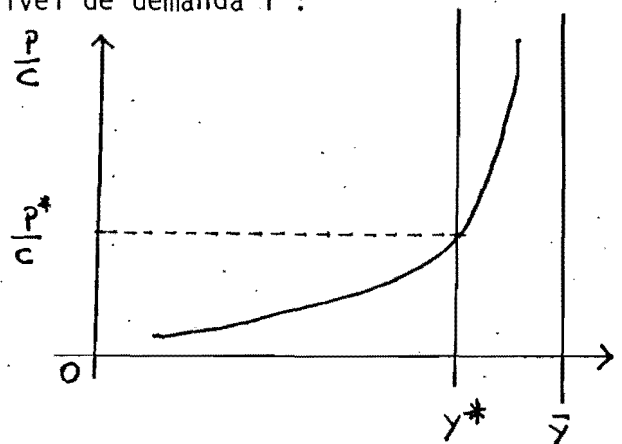
La correlación calculada entre  $\frac{n_t}{\hat{n}_t}$  y el índice de precios implícito del PIB, resulta altamente positivo, aunque también se demuestra una fuerte correlación entre los precios externos y el índice mencionado.

A fin de poder separar los efectos de los precios externos y demanda agregada excesiva sobre la inflación, el autor desarrolla un modelo con los siguientes postulados:

- 1) las empresas fijan sus precios con base en los costos normales de producción
- 2) el margen de ganancia puede ser sensible al nivel de la demanda agregada
- 3) la oferta está limitada en el corto plazo por la capacidad instalada, que implica un límite para el producto potencial.

Con base en estos supuestos, es obtenida una gráfica que relaciona hiperbólicamente al margen de ganancia  $\frac{P}{C}$  con el nivel de demanda  $Y$  :

En donde  $Y^*$  representa la oferta igual a la demanda; y  $p^*$ , el precio correspondiente a ese equilibrio.



La expresión algebraica es así:

$$Y^* = Y^P \left( 1 - \frac{C}{P^*} \right) \quad (10)$$

Considerando que  $e = \frac{Y^*}{Y^P}$ , es el índice de uso de la capacidad, la ecuación cuatro puede expresarse como precios en función de costos y nivel de uso de la capacidad:

$$P^* = \frac{C}{1-e} \quad (11)$$

También puede expresarse como en tasas de cambio, aplicando logaritmos naturales en ambos lados y luego, obteniendo primeras derivadas:

$$\ln P^* = \ln \left( \frac{C}{1-e} \right) = \ln C - \ln(1-e)$$

$$\frac{\dot{P}^*}{P^*} = \frac{\dot{C}}{C} + \frac{\dot{e}}{1-e} \quad (12)$$

Esta ecuación relaciona a la inflación con los cambios porcentuales de los costos y del nivel de uso de la capacidad.

A fin de lograr un modelo lógico empírico, el autor considera adecuado reemplazar el primer término de la parte derecha de la expresión (12) por las tasas de cambio de los precios externos y de los salarios, incluyendo sus primeros rezagos; y el segundo término lo sustituye por la demanda  $D_t$ , a la cual define como:

$$D_t = 1 / \left( a_5 - a_6 \frac{n_t}{\hat{n}_t} - a_7 \frac{n_{t-1}}{\hat{n}_{t-1}} \right) \quad (13)$$

Tratando de evitar una posible autocorrelación entre los errores, la estimación de la inflación la efectúa indirectamente, utilizando primeras diferencias de las tasas de cambio, obteniendo la siguiente expresión:

$$\Delta P_t = a_0 \Delta P_t^e + a_1 \Delta P_{t-1}^e + a_2 \Delta W_t + a_3 \Delta W_{t-1} + a_4 \Delta D_t + \mu_t \quad (14)$$

en donde:

$$a_0 + a_1 + a_2 + a_3 = 1$$

$$a_6 + a_7 = 1$$

Los datos anuales utilizados para el período 1950-1976, fueron las tasas del deflactor implícito del PNB, la del índice de precios de exportación de E.U. y la del índice de salarios del Fondo Monetario Internacional.

La regresión fue realizada mediante algún método no mencionado, aplicable a ecuaciones no lineales en sus parámetros y variables, como es la ecuación 14; una vez estimados todos los parámetros, se tomaron únicamente los valores de  $\hat{a}_5$ ,  $\hat{a}_6$  y  $\hat{a}_7$ , para efectuar nuevamente otra regresión pero mediante mínimos cuadrados, a fin de poder probar la significancia de los estimadores  $\hat{a}_0$ ,  $\hat{a}_1$ ,  $\hat{a}_2$ ,  $\hat{a}_3$  y  $\hat{a}_4$ , lo cual solamente es posible cuando la regresión es lineal en sus parámetros.

Las características principales de la ecuación estimada son:

$$\Delta P_t = 0.380 \Delta p_t^e + 0.234 \Delta p_{t-1}^e + 0.275 \Delta W_t + 0.111 \Delta W_{t-1} + 2.21 \Delta D_t \quad (15)$$

(5.2)            (3.77)            (2.33)            (1.47)            (3.04)

$$R^2 = 0.908, \text{ D.W.} = 1.82$$

El único coeficiente de regresión no significativo es el asociado a  $W_{t-1}$ ; el coeficiente de determinación y el estadístico Durbin-Watson son satisfactorios.

A fin de poder confirmar que la influencia de la demanda sobre la inflación sí es real; esto es, que el nivel de uso de la capacidad esté creciendo no debido a una reducción del capital por falta de inversión durante el período inflacionario, sino debido a un crecimiento de la inversión, el estudio considera una regresión lineal entre el cociente inversión/producto y la inflación, de tal forma que permita identificar una posible correlación entre tales variables; una correlación negativa implicaría que el nivel de uso de la capacidad no representaría a la demanda; una correlación positiva afirmaría el significado estadístico de la estimación de la expresión (13).

La regresión estimada para las primeras diferencias de las variables involucradas es:

$$\Delta(I/Y)_t = 0.091 + 0.051 \Delta P_t + 0.033 \Delta P_{t-1} \quad (16)$$

(2.0)            (1.29)

$$R^2 = 0.97$$

$$D.W. = 2.40$$

El resultado demuestra que sí es causal la relación entre demanda e inflación.

La contribución porcentual de cada variable a explicar la inflación es también calculada; la componente principal resulta ser la inflación externa, seguida por los salarios, y finalmente la demanda; esta última demuestra su influencia durante los años 1950, 51, 54, 55, 64, 65, 73 y 74.

Sin embargo, se enfatiza que la influencia de la demanda podría ser mucho mayor, si se considera la posibilidad de una correlación positiva entre la demanda y las devaluaciones ocurridas en 1949, 50, 54 y 76; esto sería posible si las devaluaciones se debieran a la gran diferencia entre los niveles de precios internos y externos (a favor de los primeros), y que además la demanda haya influido a formar ese diferencial.

El carácter endógeno de los salarios se demuestra, utilizando la inflación rezagada un año como sustituto de los salarios en la ecuación (14) logrando obtener un mayor coeficiente de determinación, y una ausencia de autocorrelación, según el autor.

El estudio concluye que un crecimiento económico con inflación controlada podría ser posible si la política económica controlara la demanda agregada y redujera las presiones de los "cuellos de botella" en los sectores de la producción; esto permitiría reducir la influencia de los precios externos,

al disminuir las importaciones; además, las presiones salariales también bajarían, debido a su carácter endógeno dependiente de la inflación interna.

#### II.4.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos son aceptables desde un punto de vista estadístico; la demostración de que los precios externos son la causa principal de la inflación interna es compatible con la realidad; igualmente sucede con los salarios como causa de segundo orden; la duda que existe es en relación con la fuerza de la demanda para explicar la inflación.

Posiblemente el producto potencial no crezca inmediatamente después del incremento de la inversión de capital, debido a la existencia de un rezago considerado normal entre la inversión y la producción; por tal razón, el crecimiento de la inversión por unidad de producto durante un proceso inflacionario, no garantiza que el aumento del nivel de uso de la capacidad instalada sea en circunstancias de crecimiento de los productos real y potencial; esto es, puede ocurrir que la inversión crezca, que la tasa de utilización de la capacidad instalada también aumente debido a un estancamiento del producto potencial, provocado por el rezago mencionado entre inversión y producto; el nivel de rezago dependerá principalmente hacia donde esté dirigida la inversión: hacia el sector privado o público.

En el primer sector es más probable que el rezago sea menor, por estar más interesado que el gobierno en recuperar la inversión.

II.5 "Un análisis de la inflación en México". 4/

La hipótesis que se pretende demostrar en este estudio, es la explicación de la inflación en función del enfoque monetarista aplicado a una economía abierta, y del enfoque estructural; el primero supone que las causas de la inflación son el exceso de oferta monetaria, la inflación de los bienes de importación y la expectativa de inflación considerada por el empresario o agente económico; el segundo enfoque se fundamenta en las presiones estructurales ejercidas sobre los diversos sectores económico y público, así como en los salarios del sector manufacturero.

En este trabajo son considerados todos los factores considerados en la teoría monetarista, y sólo el factor salarial de la teoría estructural.

El modelo uniecuacional desarrollado es resuelto mediante el método de mínimos cuadrados, logrando un alto coeficiente de determinación, coeficientes de regresión significativamente diferentes de cero, y un coeficiente Durbin-Watson aceptable; sin embargo, una interpretación correcta de dicha regresión permite encontrar ciertas deficiencias en la construcción lógico-empírica del modelo; tales fallas se exponen posteriormente al desarrollo algebraico que aquí se presenta.

La primera etapa es definir tanto a la demanda como a la oferta de bienes no comercializados con el exterior; procurando construir relaciones que sean a la vez lógicas y con valor empírico; esto es, que sean producto de

---

4/ Jesús Marcos Yacamán, revista Investigación Económica del Banco de México, 1982.

la observación de la realidad.

La segunda etapa se refiere a calcular el precio de los bienes no comerciables, correspondiente a una demanda y oferta; ésto se logra igualando las ecuaciones explicativas de ambas variables, y luego expresando la variable precios en función de todas las demás.

Estas dos etapas se pueden expresar algebraicamente así:

$$\ln D_t = -a_0 \ln P_t^n + a_1 (\ln P_t^e + \ln TC_t) + a_2 \ln Y_t + a_3 (\ln M_t^o - \ln M_t^d) \quad (17)$$

$$\ln O_t = b_0 \ln P_t^n - b_1 (\ln P_t^e + \ln TC_t) + b_2 \ln Y_t - b_3 \ln W_t \quad (18)$$

$$\ln P_t = \gamma_0 (\ln m_t^o - \ln m_t^d) + \gamma_1 (\ln P_t^e + \ln TC_t) + \gamma_2 \ln W_t \quad (19)$$

en donde:

$D_t$ , demanda de bienes no comerciables

$P_t^n$ , precio de los bienes no comerciables

$Y_t$ , ingreso real

$m_t^o$ , oferta real de dinero

$m_t^d$ , demanda real de dinero

$P_t^e$ , precios de los bienes comerciables

$TC_t$ , tipo de cambio pesos-dólar



$O_t$  , oferta de bienes no comerciables

$W_t$  , salarios nominales

Dado que la demanda de dinero es una variable no observable, se considera que ésta puede expresarse en función del ingreso real  $Y$ , de la expectativa de inflación y de la tasa de interés; esta última variable se elimina por ser significativamente cambiante sólo a partir de 1979; la expresión de la demanda de dinero es así:

$$\ln m_t^d = d_0 + d_1 \ln Y_t - d_2 \pi_t \quad (20)$$

en donde:

$\pi_t$  : expectativa de inflación

La tercera etapa consiste en expresar el índice nacional de precios en función de los precios de los bienes no comerciables y comerciables, resultando lo siguiente:

$$\ln P_t = k(\ln P_t^n) + (1-k) \cdot (\ln P_t^e + \ln TC_t) \quad (21)$$

Sustituyendo las ecuaciones (20) en (19), y el resultado en (21), se obtiene en forma sintetizada:

$$\ln P_t = B_1 (\ln m_t^d - d_1 \ln Y_t) + B_2 \ln W_t + B_3 (\ln P_t^e + \ln TC_t) + B_4 \pi_t \quad (22)$$

Obteniendo primeras diferencias sobre esta relación:

$$\Delta \ln P_t = B_1 (\Delta \ln m_t^0 - d_1 \Delta \ln Y_t) + B_2 \Delta \ln W_t + B_3 (\Delta \ln P_t^e + \Delta \ln TC_t) + B_4 \Delta \pi_t + B_0 + \mu_t \quad (23)$$

Esta expresión es la inflación en función de las tasas de variación del excedente monetario, de los salarios y de los precios de los bienes comerciales.

Luego, se consideran algunos supuestos sobre ciertos coeficientes, a fin de llegar a la expresión (22): ante una variación de  $Y_t$ , las variables  $D_t$  y  $O_t$  cambian en igual magnitud, lo cual permite obtener la expresión (19); que la elasticidad ingreso-demanda de dinero es unitaria de acuerdo a varios estudios efectuados para el caso de México; y que la expectativa de inflación la calculó así:

$$\pi_t^e = \alpha P_{t-1} + (1 - \alpha) \pi_{t-1} \quad (24)$$

en donde  $\alpha$  toma cierto valor que permite maximizar el coeficiente de determinación  $R^2$  de la ecuación (22)

A fin de poder realizar la estimación, supone ciertas definiciones específicas para las siguientes variables:

$P_t$  - índice de precios implícito del PIB

- $M_t^0$  - oferta monetaria nominal  
 $Y_t$  - producto interno bruto real  
 $W_t$  - salario nominal promedio en el sector industrial  
 $P_t^e$  - índice de precios al mayoreo en Estados Unidos  
 $TC_t$  - tipo de cambio pesos-dólar

La ecuación estimada para el período 1960-1980, es:

$$\Delta \ln P_t = -0.003 + 0.6(\Delta \ln M_t^0 - \Delta \ln Y_t) + 0.156 \Delta \ln W_t + 0.26(\Delta \ln P_t^e + \Delta \ln P_t^e + \Delta \ln TC_t) + 0.3 \Delta \pi_t \quad (25)$$

Esta relación resulta estadísticamente significativa, y considerándola conjuntamente con los cuadros 4 y 5, el autor afirma haber demostrado su hipótesis sobre la inflación.

Posteriormente, establecí una relación entre la variación de las variables explicativas de la inflación y la política económica, a fin de lograr una evaluación de ésta última.

El análisis es realizado a partir de 1973, año en que la inflación inició un crecimiento acelerado.

En el período de 1973 a 1976, la inflación crece sostenidamente, excepto durante 1975; en el primer año de este período, la tasa de exceso monetario

CONTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES SOBRE LA INFLACION ESTIMADA, DURANTE EL PERIODO. 1961 - 1980.

AÑO	$(\Delta \ln M_t^0 - \Delta \ln Y_t)$	$\Delta \ln W_t$	$(\Delta \ln P_t^e + \Delta \ln TC_t)$	$\Delta \pi_t^e$	$\Delta \ln \hat{P}_t$ 1/	$\Delta \ln P_t$
1961	0.8	-0.1	-0.1	-0.2	0.2	3.4
1962	2.2	3.5	0.01	-0.4	4.9	3.0
1963	3.8	0.5	0.08	-0.2	3.8	3.1
1964	4.8	0.8	0.6	-0.01	5.4	5.6
1965	1.5	2.5	0.5	0.5	4.8	2.3
1966	0.9	1.2	0.9	0.6	2.0	4.0
1967	1.6	0.1	0.05	0.2	1.7	2.9
1968	1.6	1.4	0.7	-0.2	3.2	2.4
1969	2.3	0.9	1.0	-0.1	3.8	3.9
1970	2.0	0.8	1.0	0.3	3.8	4.5
1971	2.5	2.1	0.8	0.2	5.3	4.5
1972	4.9	1.6	1.2	0.03	7.4	5.6
1973	10.4	2.1	3.4	0.2	15.9	12.4
1974	8.9	5.5	4.9	1.5	20.5	24.0
1975	10.4	1.6	2.4	2.7	16.9	16.7
1976	13.0	6.1	7.6	-1.0	25.4	21.7
1977	14.4	2.5	14.4	0.8	31.8	32.1
1978	16.0	0.5	2.3	2.4	20.7	18.1
1979	16.6	3.6	3.3	-2.5	20.7	20.7
1980	14.7	3.8	3.8	0.04	22.1	29.3

1/ Inflación estimada.

CUADRO 5

AÑO	$\Delta \ln M_t^0$	$\Delta \ln Y_t$	$\Delta \ln W_t$	$(\Delta \ln P_t^e + \Delta \ln TC_t)$
1970	10.22	6.92	5.38	3.66
1971	7.58	3.93	13.38	3.17
1972	15.43	7.27	10.40	4.57
1973	24.94	7.60	13.68	13.10
1974	20.81	5.90	35.30	18.86
1975	22.29	4.08	10.42	9.24
1976	23.00	2.13	38.72	29.24
1977	27.23	3.26	16.11	55.19
1978	33.96	7.29	2.88	8.68
1979	35.62	7.99	23.04	12.76
1980	32.60	8.07	24.30	14.79

creció más del 100% respecto a la de 1972; lo mismo puede decirse en relación a la tasa de variación de los precios externos; lo anterior fue consecuencia directa de un incremento sustancial del gasto público, poco productivo, generando un excedente monetario; y del aumento de los precios externos agropecuarios y petroleros.

En 1974, las causas principales fueron el excedente monetario, el alto crecimiento salarial y los precios externos; esta situación, señala el autor, fué generada fundamentalmente por la creciente relación gasto público/PIB.

Durante 1975, la inflación se reduce bruscamente, de 24.0% en 1974, a 16.7%; supuestamente por una reducción significativa del ritmo de crecimiento de los salarios y precios externos; por su parte, el excedente monetario continuó creciendo.

En relación a 1976, la inflación subió al 21.7%, producto de una aceleración de las tasas de los precios externos y salarios; la primera debido a la devaluación del peso durante el último tercio del año, y la segunda como causa de dicha devaluación; el excedente monetario ascendió de 10.4% a 13.0%.

En el período 1977-1980, bajo un nuevo gobierno federal, el crecimiento de la inflación continúa acelerado, excepto en 1978, cuando los efectos de la devaluación ya eran mínimos, por haber sido absorbidos durante 1977, año en que el excedente de oferta monetaria continuó dominando como variable explicatoria de la inflación.

En 1979 y 1980, el estudio indica que la inflación dependió prácticamente del superávit monetario; se menciona que la subestimación de la inflación, en 1979, siete puntos menos, que la observada, se debe a que en ese año el Banco de México inició los aumentos significantes de las tasas de interés del dinero.

### II.5.1 Conclusiones

El modelo revisado tiene una elevada validez empírica, determinada mediante el análisis estadístico efectuado sobre el mismo. Sin embargo, su estructura lógica no es suficientemente válida, debido a que la oferta monetaria considerada no presenta rezago alguno respecto a la demanda monetaria que, según la experiencia, debe ser entre 2 y 5 trimestres, lo cual significa un rezago promedio ajustado a un año.

Resulta fácil comprender que, según esta teoría, el efecto inflacionario es causado por un excedente monetario real, medido por la diferencia entre la oferta de dinero real rezagada y la demanda de dinero real sin rezago; esto es, el incremento de la oferta real será inflacionario si la demanda de dinero real requerida por la sociedad no logra crecer hasta el mismo nivel de la oferta, después de un cierto tiempo necesario para que se presenten los posibles efectos de la oferta monetaria.

El crecimiento del circulante monetario permite que el ingreso real aumente, y por lo tanto, también la demanda monetaria; el problema ocurre cuando esta última se eleva a una tasa menor que la correspondiente a la oferta, ge-

nerándose así la alza de precios.

Así, la consideración de una oferta monetaria sin rezago, implicaría que un incremento del circulante monetario influye inmediatamente sobre el ingreso real y la demanda de dinero real, lo cual, según la experiencia, no es verdad.

Una segunda y última crítica sobre este modelo, es respecto a la discriminación de los precios relativos como variable explicativa de la inflación. Esta variable se define como la diferencia entre los precios internos y externos, y afecta en forma inversa al nivel general de precios.

Con base en lo anterior, es posible afirmar que este modelo monetarista no representa adecuadamente al proceso inflacionario en México, a pesar de que sea estadísticamente significativo; esto es, una relación estadística no necesariamente implica una relación causal, debido a que ésta es obtenida mediante un proceso de análisis lógico, retroalimentado por la experiencia.

## CAPITULO III

### MODELOS PROPUESTOS SOBRE EL PROCESO INFLACIONARIO

El objetivo de este capítulo es expresar en forma de modelos uniecuacionales y multiecuacionales, los enfoques keynesiano, estructuralista y neocuantitativo del dinero, mediante la utilización de los fundamentos teóricos y análisis empíricos presentados en los capítulos I y II, respectivamente.

La discriminación de los enfoques cuantitativo del dinero y Curva de Phillips, se debe a la poca validez lógica de los mismos. Por otra parte, el enfoque neocuantitativo considera en su desarrollo la relación de cambios de Fisher, pero utilizando hipótesis mucho más lógicas que las correspondientes al enfoque cuantitativo.

Así, la teoría o enfoque neocuantitativo puede considerarse como una evolución del enfoque cuantitativo y, por tanto, resulta impropio modelar este último enfoque.

#### III.1 Modelos keynesianos

Según Keynes, el crecimiento de una economía puede lograrse aumentando los gastos de consumo e inversión, lo que generará un aumento de la demanda agregada, un crecimiento inelástico de la oferta y una alza de los costos de algunos insumos utilizados en el proceso productivo; los más importantes son la mano de obra y bienes de capital.





El modelo que puede lograrse con base en los elementos anteriores, es el siguiente

$$\ln P = b_0 + b_1 \ln \frac{PIB^r}{PIB^*} + b_2 t + b_3 \ln S^m + b_4 \ln \left( \frac{PIB + II}{PIB} \right) + \mu \quad (1)$$

En donde:

- $P$  : índice general de precios
- $\frac{PIB^r}{PIB^*}$  : índice de demanda, expresada en función del PIB real y el PIB cíclicamente ajustado
- $t$  : tiempo, como elemento de demanda
- $S^m$  : índice de los salarios promedio en el subsector manufacturero, como elemento de costo
- $\frac{PIB + II}{PIB}$  : índice de costo, expresado en función del PIB y de los impuestos indirectos
- $\mu$  : variable estocástica de perturbancia

El modelo ( 1 ) expresa la variación de los precios en función directa de dos elementos de demanda, dos de costos y uno de perturbancia; este último es considerado con el fin de que represente todos aquellos elementos que no hayan sido considerados en el modelo, así como los posibles errores que pudieran ocurrir durante la medición de las variables involucradas en el modelo.

Con base en lo anterior, el proceso inflacionario sería producido por la de manda agregada insatisfecha y por los costos crecientes.

Generalmente, la rigidez manifestada sobre la oferta se debe a la falta de planeación a mediano y largo plazo por parte de los productores, los cuales, prefieren incrementar sus precios ante una demanda creciente que adecuar sus respectivas capacidades de producción.

En cuanto a los salarios, Keynes afirmaba que los costos por salarios se elevan al crecer el poder de negociación de los asalariados conforme van aumentando en número; y al incrementarse la demanda de mano de obra especializada.

Así pues, la teoría keynesiana atribuye la inflación a los efectos directos de la demanda y de los costos salariales.

Adicionalmente, es posible considerar como elementos explicativos de la inflación al índice constituido por el cociente  $(PIB + II)/PIB$  y al tiempo  $t$ . El cociente representa un elemento de costos en función del PIB y de los im puestos indirectos; y el tiempo, expresa la influencia del nivel tecnológico sobre la inflación. Cuando un país tiende a utilizar un mayor nivel de tecnología, principalmente en el sector industrial, las demás actividades tienden a descapitalizarse al bajar su productividad en términos relativos, y recibir menos apoyo por parte de los gobiernos; esta situación permite que la oferta en esas actividades disminuya en términos absolutos, ante una demanda creciente.

### III.2 Modelos estructuralistas

A partir de un análisis sobre las economías subdesarrolladas, específicamente las de América Latina, se ha logrado formular la teoría estructuralista. Los fundamentos de este enfoque, retroalimentados por la experiencia, permiten considerar al proceso inflacionario en función de únicamente elementos de costos. La inflación por demanda no resulta significativa debido a que esta variable se satisface mediante las importaciones, siendo así, sustituida su influencia sobre el nivel de precios internos, por los precios externos asociados a las importaciones. Los precios externos generalmente influyen principalmente sobre los precios de los bienes agropecuarios y sobre los costos de algunos insumos utilizados en el subsector manufacturero.

El siguiente modelo agregado involucra los principales elementos de costo, según este enfoque

$$\ln P = b_0 + b_1 \ln(P^e \times T^C) + b_2 \ln\left(\frac{\text{PIB} + \text{II}}{\text{PIB}}\right) + b_3 \ln S^m + \mu \quad (2)$$

En donde:

- P : índice general de precios
- $P^e$  : índice general de precios externos
- $T^C$  : índice de cambio pesos-dólar
- $\left(\frac{\text{PIB} + \text{II}}{\text{PIB}}\right)$  : índice en función del PIB e impuestos indirectos
- $S^m$  : índice del salario promedio en el subsector manufacturero
- $\mu$  : variable estocástica de perturbancia

A continuación, se presenta un modelo multiecuacional estructuralista, que permite expresar más desagregadamente el proceso inflacionario; esto es, de desagregar las variables consideradas como causantes de la alza de precios. Por otra parte, los modelos multiecuacionales resultan menos sesgados, estadísticamente hablando, que los uniecuacionales.

$$\begin{aligned} \ln P &= b_0 + b_1 \ln P^a + b_2 \ln P^m + b_3 \ln P^s + b_4 \ln \left( \frac{PIB+II}{PIB} \right) + \mu_1 \\ \ln P^a &= b_5 + b_6 \ln (P^{ea} \times T^c) + b_7 \ln S^m + \mu_2 \\ \ln P^m &= b_8 + b_9 \ln C^m + b_{10} \ln C_{-1}^m + b_{11} \ln \left( \frac{PIB^{mr}}{PIB^{m*}} \right) + \mu_3 \\ \ln P^s &= b_{12} + b_{13} \ln C^s + b_{14} \ln C_{-1}^s + \mu_4 \\ \ln C^m &= b_{15} + b_{16} \ln \left( \frac{S^m}{PR^m} \right) + b_{17} \ln P^s + b_{18} \ln P^{sp} + b_{19} \ln (P^{ex} T^c) + \mu_5 \\ \ln C^s &= b_{20} + b_{21} \ln S^m + b_{22} \ln P^{sp} + b_{23} \ln P^m + b_{24} \ln (P^{ex} T^c) + \mu_6 \\ \ln S^m &= b_{25} + b_{26} \ln S^{m \dot{I}n} + b_{27} t + \mu_7 \end{aligned} \quad (3)$$

Las variables endógenas son:

- P = índice general de precios
- $P^a$  = índice de precios en el subsector agropecuario
- $P^m$  = índice de precios en el subsector manufacturero
- $P^s$  = índice de precios en el subsector servicios
- $C^m$  = índice de costos en el subsector manufacturero

- $C^S$  = índice de costos en el subsector servicios  
 $S^m$  = índice del salario nominal en el subsector manufacturero

Las variables predeterminadas (exógenas y endógenas retrasadas) son:

- $\left(\frac{PIB+II}{PIB}\right)$  = índice de la suma del PIB más impuestos indirectos dividida por el PIB  
 $p^{ea}$  = índice de precios externos de los alimentos agropecuarios  
 $T^c$  = índice de cambio peso-dólar  
 $C_{-1}^m$  = índice del costo promedio rezagado, en el subsector manufacturero  
 $\left(\frac{PIB^{mr}}{PIB^{m*}}\right)$  = nivel de utilización de la capacidad instalada  
 $C_{-1}^S$  = índice del costo promedio rezagado, en el subsector servicios  
 $PR^m$  = productividad laboral en el subsector manufacturero  
 $p^{sp}$  = índice de precios de bienes del sector público  
 $p^e$  = índice de precios externos  
 $S^{mín}$  = índice del salario mínimo nominal  
 $t$  = tiempo, medido a partir del año base

Es conveniente mencionar nuevamente que la teoría estructuralista supone que las presiones sobre las estructuras económica y social, provocan el alza de los precios; en el sector primario, los precios internos de aquellos bienes de consumo relacionados con el comercio exterior siguen en el corto y largo plazo a los precios externos, dependiendo del tipo de bien; y en

los sectores secundario y terciarios, los precios internos no siguen a los precios externos de tales sectores, sino más bien a los costos de los insumos que utilizan en el proceso productivo, y que están relacionados con el comercio exterior; esto es, son insumos que se importan o exportan, o bien, son insumos sustitutos de aquellos ligados al comercio exterior.

La primera ecuación del modelo expresa a la inflación en función de los precios en los tres subsectores ya mencionados, y del índice que relaciona al PIB e impuestos indirectos. Esta relación resulta demasiado obvia, pero es necesaria para poder fundamentar posteriormente la formación de precios subsectoriales en función de los costos de producción, y éstos a su vez en función del costo salarial por unidad producida y precios externos.

La segunda ecuación indica que los precios agropecuarios están estrechamente relacionados con los precios externos agropecuarios y con los salarios nominales en el subsector manufacturero. Esta ecuación está fundamentada en la alta cantidad de productos agropecuarios importados y exportados, así como en que los salarios del subsector manufacturero son los más elevados en toda la economía, afectando principalmente al subsector agropecuario, cuya producción es muy sensible a la baja ante cualquier tipo de alza de estas variables explicativas.

La tercera ecuación relaciona a los precios manufactureros con sus costos de producción actuales rezagados y con el nivel de uso de la capacidad de producción; con base en esta última variable, se trata de representar la rigidez o inelasticidad de la oferta ante una demanda supuestamente creciente; sin embargo la validez de esta variable estaría condicionada a demostrar

que cuando crece la demanda, también crece la inversión real en bienes de capital, esto garantizaría que el nivel de uso de la capacidad crece no debido a la reducción del nivel de producción potencial.

La cuarta ecuación sobre los precios en el subsector servicios, depende únicamente de sus costos de producción; existiendo la posibilidad de incluir la variable tiempo a fin de aumentar el nivel explicativo.

La quinta expresión, manifiesta a los costos manufactureros en función del índice de costo salarial por unidad producida, el índice de precios de los bienes elaborados por el sector público (derivados del petróleo y una gran variedad de insumos que están subsidiados a la industria manufacturera), y el índice de precios externos.

La sexta relación, afirma que los costos en el subsector servicios son explicados por los salarios en el subsector manufacturero, los precios de los bienes producidos por el sector público, los precios en el subsector manufacturero y los precios externos por la tasa de cambio.

Es conveniente mencionar que la variable salarios que se debe utilizar en la sexta ecuación, es la referente a los salarios en tal subsector; sin embargo, no se hace por lo difícil que implicaría obtener una ponderación de la gran diversidad de salarios que existen en las actividades sobre servicios.

La séptima ecuación, es una relación simple entre los salarios mínimos y salarios en el subsector manufacturero; esta relación expresa que los salarios

manufactureros varían en función del poder de negociación que posean los trabajadores con salario mínimo; la variable tiempo refleja el poder que tienen los asalariados manufactureros para negociar con los empresarios, logrando mejorar sus remuneraciones en el largo plazo.

### III.3 Modelos neocuantitativos del dinero

En esta sección, se proponen dos modelos uniecuacionales y uno multiecuacional; su elaboración fue con base en las críticas realizadas sobre el modelo monetarista expresado en la ec. (23) del Capítulo II, y en la utilización de rezagos en la oferta monetaria, y los índices generales de precios internos y externos.

Considerando nuevamente la relación (23) del Capítulo II

$$\Delta \ln P = b_0 + b_1 (\Delta \ln m^0 - d_1 \Delta \ln Y) + b_2 \Delta \ln S^m + b_3 \Delta \ln (P^e \times T^c) + b_4 \Delta \Pi + \mu \quad (23)$$

Esta ecuación expresa a la inflación en función de la diferencia entre las tasas de cambio de la oferta monetaria e ingreso reales, de la tasa de cambio del salario nominal promedio en el subsector manufacturero, de la tasa de cambio del producto de los precios externos y de la paridad cambiaria pesos-dólar, y del cambio de la expectativa de inflación interna.

Considerando que el proceso de la alza de precios, según los monetaristas, ocurre entre 2 y 5 trimestres después de presentarse el excedente, y que no están disponibles los datos trimestrales, podría estimarse la inflación uti



lizando la oferta retrasada un año, cuyo retraso sería similar al promedio de los límites del retraso posible (10.5 meses).

Así, la expresión que involucra a la oferta real retrasada un año, es

$$\Delta \ln P = b_0 + b_1 (\Delta \ln m_{-1}^0 - d_1 \Delta \ln Y) + b_2 \Delta \ln S^m + b_3 \Delta \ln (P^e \cdot T^C) + b_4 \Delta \Pi + \mu \quad (23')$$

en donde

$\Delta \ln P$  : cambio porcentual del índice de precios

$\Delta \ln m_{-1}^0$  : cambio porcentual de la oferta monetaria real retrasada

$(d_1 \Delta \ln Y - d_2 \Delta \Pi)$  : cambio porcentual de la demanda monetaria real

$\Delta \ln S^m$  : cambio porcentual del salario nominal promedio en el subsector manufacturero

$\Delta \ln (P^e \cdot T^C)$  : cambio porcentual del índice de precios externos

Con objeto de poder evaluar en forma exclusiva la fuerza explicativa del enfoque monetarista, enseguida se desarrolla un modelo, utilizando los postulados monetaristas así como algunas ideas presentadas en el cuarto estudio del capítulo II.

La demanda de bienes y servicios no comerciables con el exterior depende, según el enfoque monetarista, directamente del superávit de la oferta sobre la demanda monetaria y del producto interno bruto, ambos medidos en términos reales; e inversamente del precio relativo de los bienes no comerciables respecto al de los bienes comerciables.

Esto puede representarse así

$$D = \left( \frac{P^n}{P^e_x T^c} \right)^{-A_1} \cdot \left( \frac{m^o_{-1}}{m^d} \right)^{A_2} (PIB)^{A_3} \quad (4)$$

Para el caso de México, según los monetaristas, los coeficientes  $A_1$ ,  $A_2$ , y  $A_3$  se aproximan a los siguientes valores

$$-1 < A_1 < 0, \quad 0 < A_2 < 1 \quad \text{y} \quad A_3 \approx 1$$

A fin de linealizar la ecuación (3), se aplican logaritmos naturales en ambos lados, obteniendo

$$\ln D = A_1 (\ln P^n - \ln(P^e_x T^c)) + A_2 (\ln m^o_{-1} - \ln m^d) + A_3 \ln(PIB) + \mu \quad (5)$$

En relación con esta expresión, la demanda de bienes no comerciables externamente depende más bien del precio relativo retrasado un año, debido a que la política de subsidios del gobierno federal hacia diversas actividades económicas, permite que el efecto del precio relativo sobre la demanda se manifieste en el mediano o largo plazo; por tal razón, la ecuación (4), puede expresarse así

$$\ln D = -A_1 (\ln P^n_{-1} - \ln(P^e_{-1} T^c_{-1})) + A_2 (\ln m^o_{-1} - \ln m^d) + A_3 \ln(PIB) + \mu \quad (6)$$

Por otra parte, la oferta de bienes no comerciables depende directamente proporcional del precio relativo y del PIB; utilizando el mismo argumento que

en la demanda, se obtiene

$$\ln 0 = b_1 (\ln P_{-1}^n - \ln(P^e \times T^C)) + b_2 \ln \text{PIB} + \mu \quad (7)$$

En el siguiente paso, se supone que el cambio porcentual del precio relativo depende exclusivamente del excedente de la demanda de bienes no comerciales sobre la oferta; esto es,

$$\Delta \ln P^n - \Delta \ln(P^e \times T^C) = \omega (\ln D - \ln 0) + \mu \quad (8)$$

En términos generales, la teoría monetaria afirma que en los países subdesarrollados, como México, el precio relativo es positivo, debido a que en economías como en la de este país, la inflación de los bienes no comerciables crece más rápido que la de los bienes comerciables externamente, justamente provocada por una demanda generalmente insatisfecha, causada, según dice este enfoque, por el excedente de oferta monetaria real.

Al sustituir las ecuaciones (6) y (7) en la ecuación (8), resulta lo siguiente

$$\Delta \ln P^n - \Delta \ln(P^e \times T^C) = \omega [A_2 (\ln m_{-1}^0 - m^d) - (A_1 + b_1) (\ln P_{-1}^n - \ln(P_{-1}^e \times T_{-1}^C))] + \mu \quad (9)$$

Dado que en México no hay datos disponibles sobre el nivel de precios de bienes no comerciables, se utilizará el índice nacional de precios, que es una ponderación de los índices de precios no comerciables y comerciables.

$$\ln P = k \ln P^n + (1 - k) \ln(P^e \times T^C) \quad (10)$$

Obteniendo primeras diferencias en ambos lados y despejando  $P^n$

$$\Delta \ln P^n = \frac{1}{k} \Delta \ln P - \frac{(1-k)}{k} \Delta \ln(P^e \times T^c) \quad (11)$$

Sustituyendo  $\ln P^n$  de la ecuación (10), rezagada un período, y la ecuación (11) en la (9), se obtiene

$$\Delta \ln P - \Delta \ln(P^e \times T^c) = \omega k A_2 (\ln m_{-1}^0 - m^d) - \omega(A_1 + b_1) [\ln P_{-1} - \ln(P_{-1}^e \times T_{-1}^c)] + \mu \quad (12)$$

Recordando que la demanda de dinero no es observable, ésta se sustituye en la expresión (12) por la relación causal que, según los monetaristas, guarda con el ingreso real y la expectativa de inflación

$$\ln m^d = d_0 + d_1 \ln Y - d_2 \pi + \mu \quad (13)$$

La expresión (12) queda transformada en

$$\begin{aligned} \Delta \ln P - \Delta \ln(P^e \times T^c) &= \omega k A_2 (\ln m_{-1}^0 - d_1 \ln Y + d_2 \pi) - \omega(A_1 + b_1) [\ln P_{-1} - \ln(P_{-1}^e \times T_{-1}^c)] - \\ &- \omega k A_2 d_0 + \mu \end{aligned} \quad (14)$$

despejando el cambio porcentual del índice de precios, y redefiniendo los coeficientes estructurales, se obtiene la expresión de la inflación

$$\Delta \ln P = b_0 + b_1 (\ln m_{-1}^0 - d_1 \ln Y + d_2 \pi) + b_2 \Delta \ln(P^e \times T^c) - b_3 [\ln P_{-1} - \ln(P_{-1}^e \times T_{-1}^c)] + \mu \quad (15)$$

La interpretación que se podría hacer sobre esta expresión final es que la

inflación interna depende directamente del excedente de la oferta monetaria real respecto al ingreso real y de la inflación externa, e inversamente del índice de precios relativo retrasado un período.

A continuación, es construido un modelo multiecuacional el cual resulta ser de más validez que los uniecuacionales, debido a que muestran la interdependencia entre ciertas variables, algunas de las cuales son consideradas independientes en los modelos uniecuacionales, generando sesgos en los parámetros estimados.

Lo que se requiere para desarrollar el modelo multiecuacional a partir de las ecuaciones (15) y (16) es presentar a la oferta monetaria, gasto e ingreso públicos e ingreso real como variables endógenas y explicativas a la vez; las siguientes suposiciones que se presentan sobre las causas determinantes de tales variables endógenas, son válidas de acuerdo a la teoría monetarista. Las características del modelo requieren que se utilicen los valores nominales de la oferta monetaria, gasto e ingreso público, así como la oferta monetaria real.

La oferta monetaria nominal, según este enfoque, está determinada por la siguiente identidad

$$M^0 = RI + CI = RI + CI_{-1} + GG - IG + \Delta CP \quad (17)$$

En donde:

$M^0$  : Oferta monetaria nominal

RI	:	Reserva internacional
CI	:	Crédito interno
GG	:	Gasto del gobierno
IG	:	Ingreso del gobierno
$\Delta$ CP	:	Cambio en el crédito privado

La relación anterior expresa que la oferta monetaria nominal está definida por la suma de la reserva internacional y el crédito interno; por ser obvia la relación entre  $M^0$  y RI, la siguiente explicación se referirá exclusivamente sobre CI.

El crédito interno, en términos agregados, para que pueda efectuarse es necesario que la base monetaria se incremente; tal crédito es utilizado principalmente por el gobierno, siendo sus acreedores la banca nacional y el público en general; este último financia al gobierno mediante la adquisición de bonos y certificados de la tesorería del gobierno.

El sector privado también es financiado por la banca y por el público, mediante la colocación de sus acciones en el mercado financiero.

El crédito interno que se debe considerar es el acumulado, en lugar del crédito anual; el acumulado está constituido por diversos elementos que son descritos en la ecuación (17), de los cuales, se consideran de carácter endógeno al gasto e ingreso público.

El gasto público se expresa en función del índice de precios, el ingreso real y el tiempo; esta última variable permite aumentar el nivel explicativo

del modelo, especialmente cuando existe la posibilidad de omisión de variables explicativas.

La relación puede expresarse en la forma siguiente

$$\ln GG = b_4 + b_5 \ln Y + b_6 \ln P + \mu \quad (18)$$

Estas mismas variables también explican el comportamiento del ingreso nominal del gobierno

$$\ln IG = b_7 + b_8 \ln Y + b_9 \ln P + \mu \quad (19)$$

Por lo que se refiere al ingreso real, se considera que depende positivamente del excedente monetario real y del tiempo, medida esta última en unidades anuales a partir del año base:

$$\ln Y = b'_{10} + b'_{11} (\ln m^0_{-1} - \ln m^d) + b'_{12} t + \mu \quad (20)$$

Sustituyendo  $\ln m^d$ ; se obtiene

$$\ln Y = b_{10} + b_{11} (\ln m^0_{-1} + d_2 \pi) + b_{12} t + \mu \quad (21)$$

Se considera que en esta relación, el tiempo contribuye en gran parte a explicar el ingreso real, a causa de que <sup>se incluye la</sup> no se incluye la variable  $\ln \left( \frac{Y^*}{Y_{-1}} \right)$ , que representa al ingreso cíclicamente ajustado, dividido por el ingreso verdadero retrasado un período; la razón por la que es eliminada, es que no es una

variable que pueda considerarse explicativa, debido a que no está fundamentada para ser considerada como causal; únicamente hay una explicación, estadísticamente hablando.

La sexta y última ecuación del modelo es la siguiente identidad

$$m^0 = \frac{M^0}{P} \quad (21)$$

Esta expresión indica el carácter endógeno de la oferta monetaria real.

La unificación de las seis expresiones anteriores, permiten integrar el modelo

$$\Delta \ln P = b_0 + b_1 (\ln m_{-1}^0 - d_1 \ln Y + d_2 \Pi) + b_2 \Delta \ln (P^e \times T^C) - b_3 [\ln P_{-1} - \ln (P_{-1}^e \times T_{-1}^C)] + \mu_1$$

$$M^0 = RI + CI_{-1} + GG - IG + \Delta CP$$

$$\ln GG = b_4 + b_5 \ln Y + b_6 \ln P + \mu_3$$

$$\ln IG = b_7 + b_8 \ln Y + b_9 \ln P + \mu_4 \quad (22)$$

$$\ln Y = b_{10} + b_{11} (\ln m_{-1}^0 + d_2 \Pi) + b_{12} t + \mu_5$$

$$m^0 = \frac{M^0}{P}$$

Las variables endógenas son:

$\Delta \ln P$  = tasa de cambio del índice de precios

$M^0$  = oferta monetaria nominal

$GG$  = gasto nominal del sector público

$IG$  = ingreso nominal del sector público



$Y$  = ingreso nacional real  
 $m^0$  = oferta monetaria real

Las variables predeterminadas (exógenas y endógenas retrasadas) son:

$\Pi$  = expectativa de inflación  
 $p^e$  = índice de precios externos  
 $T^c$  = índice de cambio de peso-dólar  
 $RI$  = reserva internacional  
 $\Delta CP$  = cambio en el crédito privado  
 $t$  = tiempo  
 $m_{-1}^0$  = oferta monetaria real rezagada  
 $P_{-1}$  = índice de precios rezagado  
 $CI_{-1}$  = crédito interno rezagado

#### III.4 Conclusiones

La opinión sobre la validez de los modelos que aquí han sido elaborados, es que es aceptable desde un punto de vista lógico; sin embargo, la validez empírica únicamente la cumplen los modelos monetaristas y estructuralistas; los modelos keynesianos actualmente ya no explican adecuadamente el proceso inflacionario, debido a que los únicos elementos de costo que consideran, son los salarios nominales y los impuestos indirectos; y como elemento de demanda el cociente formado por el PIB real y el PIB estimado, o bien, por la suma del PIB y de las importaciones divididas por el PIB.

Sin embargo, es posible que los modelos derivados del enfoque keynesiano, ya no funcionen por motivos de una aplicación ineficiente e inadecuada de las políticas económicas, principalmente en los países subdesarrollados; alejándose así de algunos principios fundamentales keynesianos, tal como efectuar inversiones equilibradas en los sectores económicos y combatir la especulación.

Por lo que se refiere a los modelos monetaristas y estructuralistas, ambos han logrado explicar adecuadamente la inflación; tales teorías han tratado de imponerse una sobre la otra, sin ningún éxito hasta hoy; cada una defiende intereses diferentes entre sí.

Mientras que los monetaristas exponen como principal causa de la inflación al excedente monetario real, argumentando que la economía no puede absorber o crecer tanto como la tasa de tal excedente, los estructuralistas afirman que el proceso inflacionario ocurriría aún si no hubiera exceso monetario real, debido a las condiciones desequilibradas en que funcionan las actividades económicas; esto es, la existencia de ofertas rígidas en ciertas actividades, como la agrícola, es consecuencia de una falta de estímulos e inversiones principalmente, y por tanto, de una concentración de tales estímulos e inversiones en otras actividades, como la industria, generando así un desequilibrio en las necesidades de bienes de consumo; iniciándose luego, el crecimiento de precios, generalmente vía subsector agropecuario, el cual transfiere la inflación a los demás subsectores mediante las transacciones de bienes e insumos y mediante la alza general de salarios; esto último es claramente aceptable, pues en México, el 50% del salario promedio en el subsector manufacturero, y 70% del salario mínimo promedio es asignado al consumo de alimentos.

## CAPITULO IV

## ESTIMACION Y EVALUACION DE LOS MODELOS

En este capítulo son estimados algunos modelos del capítulo tercero, seleccionados en función de la disponibilidad de información requerida para efectuar la estimación de los parámetros estructurales. Adicionalmente a las estimaciones realizadas, se efectúa el pronóstico puntual de la inflación para 1984-1985, así como una evaluación de cada variable considerada predefinida; esto es, endógenas retrasadas y exógenas.

## IV.1 Estimación de modelos estructuralistas

La forma estructural del primer modelo estimado es

$$\ln P = b_0 + b_1 \ln(P^e \times T^C) + b_2 \ln\left(\frac{PIB+II}{PIB}\right) + b_3 \ln S^m + b_4 t + \mu \quad (1)$$

La estimación se realiza utilizando los datos del índice de precios al mayoreo para bienes de consumo (IPM BC) y el índice nacional de precios al consumidor (INPC), como representantes del índice general de precios interno; el índice de precios al mayoreo en Estados Unidos, multiplicado por la tasa de cambio pesos-dólar, como sustituto del producto índice de precios externos-tasa de cambio; las demás variables utilizadas son justamente las involucradas en el modelo. La periodicidad de los datos es anual y la estimación es para el período 1961-1983.

Así, considerando el IPMBC, los resultados obtenidos son

$$\ln \hat{P}^m = -15.14 + 0.39 \ln(P^e \times T^C) + 3.11 \ln\left(\frac{PIB+II}{PIB}\right) + 0.85 \ln S^m - 0.05t \quad (2)$$

Desviación estándar = (0.138)      (1.638)      (0.195)      (0.014)

t = (2.85)      (1.90)      (4.36)      (-3.29)

Nivel de confianza = (99.10)      (93.00)      (99.98)      (99.68)

$R^2$  ajustado = 0.99

F = 803.53, equivalente a 100% de confiabilidad.

Dados los valores  $d = 2.01$ ,  $dL = 1.08$  y  $dU = 1.66$ , se deduce que no hay ningún tipo de autocorrelación ( $dU < d < 4-dL$ ).

Utilizando ahora el INPC sobre el modelo (20), se obtiene

$$\ln PC = -22.57 + 0.11 \ln(P^e \times T^C) + 4.66 \ln\left(\frac{PIB+II}{PIB}\right) + 1.26 \ln S^m - 0.08t \quad (3)$$

Desviación estándar = (0.165)      (1.987)      (0.228)      (0.023)

t = (0.67)      (2.35)      (5.54)      (-3.49)

Nivel de confianza = (48.54)      (96.77)      (100)      (99.70)

$R^2$  ajustado = 0.99

F = 438.88, equivalente a 100% de confiabilidad.

Para esta situación, no es posible aplicar la prueba Durbin-Watson  $d$ , debido a que ésta funciona únicamente para muestras mayores que 14, y la muestra correspondiente al INPC es igual a 13.

De las estimaciones (2) y (3), la única que es compatible con el enfoque es tructuralista y que es estadísticamente significativa es la expresión (2); las demás, a pesar de que también poseen un coeficiente de determinación su mamente elevados, no son estadísticamente significantes en los parámetros, lo cual implica que las variables asociadas a esos parámetros son irrelevan tes sobre la variable dependiente.

#### IV.2 Estimación de modelos monetaristas

La siguiente estimación corresponde al modelo (23') del capítulo III; y los datos utilizados se refieren a las variables índice de precios al mayoreo para bienes de consumo, (IPMBC), índice nacional de precios al consumidor (INPC), oferta monetaria nominal retrasada, el producto interno bruto real, salario promedio en el subsector manufacturero, índice de precios al mayoreo en Estados Unidos y tasa de cambio pesos-dólar.

Considerando que se pretende estimar la inflación en términos del excedente monetario, resulta necesario considerar como conocidos, los valores de los parámetros  $d_1$  y  $d_2$ , estimados para la función de demanda de dinero en México <sup>1/</sup>; si no se utilizara este supuesto, el estimador que se obtendría para  $d_1$ , resultaría positivo, contrario al signo que le atribuye la teoría moneta rista.

Así, bajo las consideraciones anteriores, el análisis estadístico sobre el modelo (23'), permite obtener lo siguiente utilizando el IPMBC:

<sup>1/</sup> "La demanda de dinero en México", Antonio Gómez Oliver, Cincuenta años de banca central. El trimestre Económico No.17. Edit. FCE, 1976.

$$\Delta \ln \hat{PM} = 2.0 + 0.61(\Delta \ln m_{-1}^0 - \Delta \ln \text{PIB} + 1.15 \Delta \text{PM}) + 0.42 \Delta \ln S^m + 0.26 \Delta \ln (\text{PexT}^c) \quad (4)$$

$$\text{Desviación estándar} = (0.283) \quad (0.207) \quad (0.100)$$

$$t = (2.16) \quad (2.02) \quad (2.63)$$

$$\text{Nivel de confianza} = (95.86) \quad (94.49) \quad (98.49)$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0.80$$

F = 29.79, equivalente a 100% de confiabilidad.

De acuerdo con los valores  $d = 2.45$ ,  $dL = 1.08$  y  $du = 1.66$ , se acepta la hipótesis de que no existe autocorrelación negativa ni positiva ( $du < d < 4-dl$ ).

(23')

Continuando con el modelo (4), y considerando el INPC, los resultados estimados son

$$\Delta \ln \hat{PC} = 3.59 + 1.43(\Delta \ln m_{-1}^0 - \Delta \ln \text{PIB} + 1.15 \Delta \text{PC}) + 0.34 \Delta \ln S^m + 0.21 \Delta \ln (\text{PexT}^c) \quad (5)$$

$$\text{Desviación estándar} = (.328) \quad (0.246) \quad (0.102)$$

$$t = (4.36) \quad (1.38) \quad (2.08)$$

$$\text{Nivel de confianza} = (99.92) \quad (80.85) \quad (94.21)$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0.89$$

F = 33.54, equivalente a 100% de confiabilidad.

No es posible determinar la presencia de autocorrelación, debido a que  $N < 15$ .

Con base en los resultados obtenidos en (4) y (5) se puede afirmar que los modelos monetaristas mixtos no explican completamente la variación total de la inflación; esto es, los residuos contribuyen a explicar un cierto porcentaje de la variable dependiente. En la expresión (5), todos los estimadores son estadísticamente significativos; lo mismo sucede con las ecuaciones (6) y (7); sin embargo, los coeficientes de determinación múltiple ajustados respectivos, son: 0.80, 0.80 y 0.89.

Sin embargo, aún cuando los coeficientes de determinación no hayan sido máximos, resulta relevante que los coeficientes de regresión de tales modelos tengan los signos esperados a priori; además de que también sean estadísticamente significantes; por lo anterior, se considera que dichos modelos son buenos, ya que han permitido determinar la importancia causal de las variables explicativas sobre la dependiente.

Respecto a los modelos uniecuacionales monetaristas puros, las estimaciones obtenidas están referidas a la siguiente expresión

$$\Delta \ln P = W_0 + W_1 (\ln m_{-1}^0 - d_1 \ln \text{PIB} + d_2 \Pi) + W_2 \Delta \ln (P^e \times T^C) - W_3 (\ln P_{-1} - \ln (P_{-1}^e \times T_{-1}^C)) + \mu \quad (6)$$

El modelo estimado correspondiente a la expresión (6), y mediante el IPMBC, es

$$\Delta \ln \hat{P} = 2.82 + 0.58 (\ln m_{-1}^0 - \ln \text{PIB} + 1.15 \Pi) + 0.37 \Delta \ln (P^e \times T^C) - 33.43 (\ln P_{-1} - \ln (P_{-1}^e \times T_{-1}^C)) \quad (7)$$

Desviación estándar = (0.170) (0.060) (18.172)

t = (3.418) (6.17) (-1.84)

Nivel de confianza = (99.77) (100) (92.13)

$R^2$  ajustado = 0.86

F = 46.71, equivalente a 100% de confiabilidad.

Los valores de la prueba D-W, son  $d=2.22$ ,  $dL=1.08$  y  $dU=1.66$ ; lo cual significa que se acepta la hipótesis de que no hay autocorrelación positiva ni negativa ( $dU < d < 4-dL$ ).

Considerando el INPC sobre la ecuación (6), los resultados son

$$\Delta \ln \hat{PC} = 1.39 + 0.62(\ln m_{-1}^0 - \ln \text{PIB} + 1.15\pi C) + 0.35\Delta \ln(P^e \times T^c) - 47.92(\ln PC_{-1} - \ln(P_{-1}^e \times T_{-1}^c)) \quad (8)$$

Desviación estándar = (0.258) (0.071) (24.181)

t = (2.41) (4.94) (-1.98)

Nivel de confianza = (96.97) (99.98) (93.25)

$R^2$  ajustado = 0.92

F = 52.39, equivalente a 100% de confiabilidad.

Analizando los coeficientes de determinación múltiple ajustados y los niveles de significancia estadística, puede afirmarse que las estimaciones (7)



y (8) son aceptables.

### IV.3 Evaluación de resultados

A continuación, se interpretan las estimaciones significativas; concretamente, las expresiones (2), (4) y (7); esto permitirá evaluar las políticas antiinflacionarias relacionadas con los modelos que aquí se proponen.

#### IV.3.1 Modelos estructuralistas

La única relación significativa correspondiente a la teoría estructuralista, es la ecuación (2).

La falta de información estadística impidió estimar tanto algunos modelos uniecuacionales como multiecuacionales; entre los primeros, podría haberse estimado uno que involucrara como variable explicativa el nivel de intercambio entre los subsectores agropecuarios y manufacturero; y entre los segundos, se hubiera podido estimar aquel que involucra como variables endógenas no solamente al índice general de precios, sino también a los índices de precios de los subsectores agropecuario, manufacturero y servicios, así como a sus respectivos índices de costos.

Al analizar el modelo (2), se observa que la variable salarios es la que más contribuye a explicar la variación de los precios internos; en segundo lugar, está el índice de precios externos; en tercero, el tiempo, cuyo efecto con-

siste en reducir la alza de precios internos; y finalmente, el cociente formado por el PIB e impuestos indirectos II, cuya variabilidad prácticamente nula, permite deducir que su única función es contrarrestar el alto valor negativo del intercepto del modelo estimado.

Los salarios promedio en el subsector manufacturero, constituyen la principal causa de la alza de los precios durante todo el período de análisis; esto es, 1961-1983. Sin embargo, la variable salarios en nuestro país generalmente no es la causa de la elevación de los precios, debido al papel poco activo que realizan los trabajadores en las negociaciones efectuadas entre el gobierno y las empresas por un lado, y los sindicatos por el otro; éstos últimos, verdaderamente no son fieles representantes de los asalariados, debido al control que ejercen tanto el gobierno como las empresas sobre ellos.

Los incrementos salariales que se obtienen casi siempre tienen por objeto compensar una parte de la pérdida de su poder adquisitivo al elevarse los precios, según los estructuralistas, a causa de los precios externos, cuya influencia ocurre a través del comercio exterior.

En relación con los precios externos, su influencia como segunda causa de la variación de los precios internos comprende al período 1961-1983.

La influencia de los precios externos ocurre principalmente mediante las importaciones de alimentos e insumos agropecuarios, y bienes intermedios para el subsector manufacturero. Sus efectos indirectos sobre la inflación son vía salarios, los cuales en México son altamente sensibles a los precios de los alimentos agropecuarios, debido a su escaso poder adquisitivo.

El efecto conjunto de los precios externos y la tasa de cambio pesos-dólar, se manifiesta con mayor fuerza durante 1977-1982. Las devaluaciones durante 1976, 1982 y 1983 son explicadas por la caída brusca de la reserva de divisas, lo cual, impedía a México cumplir con los pagos de su deuda externa y con las necesidades de divisas por parte de los sectores socio-económicos de nuestro país. Las devaluaciones permitieron reducir la demanda de divisas y, por consiguiente, iniciar el proceso de acumulación de reservas, aunque no en forma significativa.

Por último, la variable tiempo influye inversamente sobre el proceso inflacionario en México; ésto es, la inflación tendería a estabilizarse en el largo plazo, debido a que el mercado interno de divisas también lograría un cierto equilibrio. Sin embargo, un adecuado control de la inflación, implica satisfacer la demanda interna de alimentos e insumos agropecuarios mediante la producción interna de los mismos; lo mismo debe hacerse respecto a la demanda interna de bienes intermedios utilizados por el subsector manufacturero.

Las políticas salariales, paridad cambiaria y de inversión durante 1961-1981, resultaron hasta cierto punto compatibles con las derivadas del enfoque estructuralista; la diferencia consistió en que las primeras procuraron un desarrollo de nuestro país, en forma tal que, algunos sectores socio-económicos resultaron fuertemente perjudicados. Tal es el caso de todos los trabajadores con salario mínimo, principalmente los empleados en las actividades agropecuarias, en las que el gobierno y el sector privado no realizaron las inversiones necesarias para poder satisfacer la creciente demanda proveniente tanto del mayor poder adquisitivo de los trabajadores del subsector manufac-

turero, como del aumento de los requerimientos de insumos de tal subsector.

A partir de 1982 y en forma simultánea a las devaluaciones, el gobierno ha controlado el crecimiento del circulante monetario, y ha fomentado y apoyado el crecimiento del subsector agropecuario. A la vez, ha reducido sustancialmente las importaciones, creciendo como nunca antes el superávit de la balanza comercial con el exterior; sin embargo, la estabilidad de los precios aún no ha sido posible, debido a que el gobierno ha liberado los precios de la mayoría de los productos agropecuarios, incluyendo a la mayoría de los considerados básicos. Esta política gubernamental pretende estimular la producción agropecuaria y de paso incrementar el poder adquisitivo de los empleados en este subsector, a fin de lograr en el mediano y largo plazo un desarrollo menos desequilibrado entre los subsectores de nuestra economía.

#### IV.3.2 Modelos monetaristas

De acuerdo con el cuadro No.3, correspondiente al modelo uniecuacional (4), la principal variable explicatoria del proceso inflacionario, ha sido los salarios en el subsector manufacturero; el segundo lugar, le corresponde a la inflación externa, representada por la inflación en Estados Unidos de América; el tercer y último lugar, al excedente de oferta monetaria real.

La primera variable mencionada fue, de acuerdo con los resultados, la principal causa durante los años 1962, 1964-1966, 1968-1976 y 1979-1981; y la segunda causa durante 1961, 1963, 1967, 1977, 1978, 1982 y 1983.

La interpretación del comportamiento de esta variable, según los monetaristas, es el de tener completa libertad para influir en el mercado de oferta y demanda de trabajo; sin embargo, es bien sabido que en nuestro país, la inmensa mayoría de los trabajadores del subsector manufacturero no son capaces de influir en la negociación de sus propios salarios; tales decisiones se toman prácticamente en forma unilateral por el sector empresarial; previamente aprobadas por los organismos "negociadores" del gobierno.

Por lo anterior, puede afirmarse que la razón por la que los salarios resultan ser la causa principal del proceso inflacionario, principalmente en el período 1961-1976, se debe a que en ese rango de tiempo el proceso inflacionario de acuerdo al índice de precios al mayoreo de bienes de consumo (IPMBC) fue relativamente bajo, excepto en 1974, que fue de 23.40%; esto significa que las organizaciones empresariales estuvieron de acuerdo en ofrecer incrementos salariales tales que se constituyen en la principal fuente inflacionaria durante un período de incremento general de precios relativamente bajo.

La reducida fuerza real de negociación que poseen los trabajadores, empieza a manifestarse a partir de 1982, cuando se inician las fuertes devaluaciones de nuestra moneda; en estas circunstancias, los salarios se constituyen en la segunda causa de la inflación; tal "causa" es más bien un efecto generado por la devaluación y la inflación externa, representados por  $\Delta \ln(P^e \times T^C)$ , ya que los trabajadores tratan de reducir la pérdida de su poder adquisitivo.

Por lo que se refiere a la inflación externa, ésta aparece en nuestra estimación como principal fuerza explicatoria durante 1977, 1978, 1982 y 1983; como segunda causa durante 1962, 1966, 1968, 1970, 1972, 1976 y 1979-1981; y

como tercera fuerza durante 1961, 1963-1965, 1967, 1969, 1971 y 1973-1975.

Al respecto, los monetaristas consideran que la excesiva demanda de bienes y servicios, que representa la contrapartida del excedente monetarista real, obliga a nuestro país a incrementar sus importaciones, lo cual nos relaciona directamente con los cambios de los precios internacionales correspondientes a los productos, insumos y servicios que importamos; además, a devaluar nuestra moneda cuando tales importaciones crecen aceleradamente, y ante la "dolarización" de nuestras transacciones internas; ésto último generalmente se debe a la existencia de expectativas inflacionarias crecientes, generadas por el exceso de oferta monetaria real.

Finalmente, el superávit de oferta monetaria real considerada como elemento de demanda, resulta ser la tercera causa en importancia del alza de precios; sin embargo, como ya se ha mencionado, esta variable crea efectos indirectos sobre la inflación, a través de su influencia sobre la variación en la paridad peso-dólar, y por lo tanto, sobre la variable compuesta inflación externa-tasa de cambio. Otro efecto indirecto del excedente monetario real, es mediante su relación con los salarios; tal relación se da a través de la inflación externa, la cual está determinada a su vez por la oferta monetaria excesiva.

La evaluación obtenida respecto a las políticas monetaria, salarial y cambiaria de nuestro gobierno, con base en el análisis efectuado sobre la estimación (6), resulta en una plena incompatibilidad durante 1961-1982, entre tales políticas y aquellas que recomienda la teoría monetarista, a las que se apega fielmente el Fondo Monetario Internacional (FMI); sin embargo, aque-

llo que los monetaristas consideran causas inflacionarias, son únicamente efectos de la problemática que existe en las raíces de nuestro sistema económico-social.

Lo anterior puede explicarse utilizando el enfoque estructuralista, analizado en el capítulo I, el cual, explica a la inflación en términos de diversas presiones estructurales, tales como las presiones sociales de demanda de empleo, mejores salarios por parte de grupos adecuadamente organizados, salud, educación, vivienda, etc. sobre el gobierno; esta situación presiona a las autoridades gubernamentales a incrementar masivamente su gasto corriente y de inversión, principalmente mediante créditos otorgados por el sistema bancario, actualmente estatal, generando así un excedente en la oferta monetaria real, y todos aquellos "efectos" que los monetaristas le atribuyen a este superávit monetario.

En realidad, el proceso inflacionario ocurre más bien debido a esas presiones estructurales citadas en el primer capítulo; y que tal proceso ocurriría aún sin la presencia de un superávit monetario, debido a que tales presiones referidas obligan por sí mismas a incrementar nuestro déficit con el comercio exterior y a considerar la posibilidad de devaluar nuestra moneda para frenar tal déficit y aumentar así nuestra deteriorada reserva internacional de divisas; generando adicionalmente un proceso de alza en los salarios.

Considerando ahora el cuadro No.5, referente al modelo uniecuacional puro (7), la primera fuerza explicativa de la inflación en México, corresponde a la inflación externa; el segundo lugar, al excedente monetario real; y el tercero, a los precios relativos definido por la diferencia entre índice de

precios interno e índice de precios externo.

La inflación externa, ha sido la principal causa del alza de precios durante 1968-1970, 1972-1974, 1976, 1977, 1982 y 1983; la segunda en los años 1962, 1964, 1966, 1967, 1971, 1975 y 1978-1981; y la tercera en 1961, 1963, y 1965.

En cuanto al excedente monetario, resulta ser la primera causa durante 1971, 1975 y 1978-1981; la segunda durante 1961, 1963, 1965, 1972, 1974, 1976, 1977, 1982 y 1983; y la tercera en 1962, 1964, 1966-1970 y 1973.

Finalmente, los precios relativos, ocupan el primer lugar durante 1961-1967; el segundo lugar en 1968-1970 y 1973; y el tercero durante 1971, 1972 y 1974.

Considerando que el elevado proceso inflacionario se inició a partir de 1970, y que los primeros lugares correspondientes a la inflación externa y al excedente de oferta monetaria, se ubican también después de 1969, puede afirmarse que ambas variables están estrechamente relacionadas con la creciente inflación de tal período.

Así pues, los estimadores obtenidos para el modelo monetarista puro (7), permiten asegurar nuevamente que las políticas monetaria y cambiaria, principalmente, durante el período 1970-1982, son opuestas a las que recomienda la teoría monetarista; esto es, control del excedente monetario y flotación de la paridad cambiaria; e idénticas a partir de 1983.



#### IV.3.3 Pronósticos e interpretación

Los pronósticos de la inflación, correspondientes a los modelos (2), (4) y (7), se presentan en los cuadros 1, 3 y 5, respectivamente; y se refieren exclusivamente a 1984 y 1985.

En relación con el modelo estructuralista (2), el coeficiente de determinación múltiple estimado es igual a 0.99, el cual, permite pronosticar la inflación con elevada precisión (ver cuadro 1).

Por lo que se refiere a los modelos monetaristas, los pronósticos no son suficientemente precisos, debido a que los coeficientes de determinación son relativamente bajos.

El coeficiente de determinación múltiple ajustado para el modelo (4) es igual a 0.80, implicando que los pronósticos de la inflación no serán aproximados a los valores reales.

En cuanto al modelo monetarista (7), el coeficiente de determinación ajustado es igual a 0.86, impidiendo obtener pronósticos con adecuada precisión.

Así, los pronósticos correspondientes al modelo estructuralista (2), son los únicos que pueden considerarse precisos, por las razones mencionadas.

No obstante, los modelos monetaristas estimados son de gran utilidad, debido a que permiten determinar la importancia de cada una de las variables consideradas exógenas. Por otra parte, resulta de gran valor que los signos de los estimadores de los parámetros sean iguales a los supuestos a priori.

Es posible que los coeficientes de determinación ajustados de los modelos monetaristas no sean elevados debido a la existencia de un cierto error en la medición de algunas variables exógenas; principalmente la oferta monetaria. Otra causa podría ser la existencia de un elevado margen de error en la medición del índice de precios al mayoreo de bienes de consumo (IPMBC), el cual fue considerado en este estudio representativo de la inflación.

CUADRO No. 1

CONTRIBUCION DE LAS VARIABLES DEL MODELO ESTRUCTURALISTA (2), A EXPLICAR LA INFLACION EN FUNCION DEL INDICE DE PRECIOS AL MAYOREO DE BIENES DE CONSUMO (IPMBC).

AÑO	$0.39 \ln(P^e \times T^c)$	$3.11 \ln\left(\frac{PIB + II}{PIB}\right)$	$0.85 \ln S^m$	$-0.05 t$	$\ln \hat{PM}$	$\ln PM$
1961	1.72	14.39	3.32	-0.05	4.27	4.33
1962	1.72	14.39	3.49	-0.10	4.40	4.36
1963	1.73	14.32	3.51	-0.15	4.31	4.36
1964	1.74	14.39	3.55	-0.20	4.38	4.42
1965	1.74	14.40	3.68	-0.25	4.48	4.43
1966	1.76	14.40	3.74	-0.30	4.50	4.45
1967	1.76	14.40	3.78	-0.35	4.48	4.49
1968	1.77	14.42	3.83	-0.40	4.52	4.51
1969	1.78	14.42	3.87	-0.45	4.53	4.54
1970	1.80	14.42	3.92	-0.50	4.56	4.60
1971	1.81	14.42	4.02	-0.55	4.63	4.65
1972	1.83	14.42	4.11	-0.60	4.68	4.68
1973	1.89	14.44	4.22	-0.65	4.83	4.82
1974	1.94	14.46	4.47	-0.70	5.11	5.03
1975	1.98	14.48	4.56	-0.75	5.20	5.14
1976	2.08	14.32	4.84	-0.80	5.38	5.14
1977	2.26	14.47	4.96	-0.85	5.79	5.14
1978	2.29	14.47	4.98	-0.90	5.80	5.85
1979	2.34	14.47	5.16	-0.95	5.97	6.03
1980	2.39	14.46	5.35	-1.0	6.16	6.27
1981	2.45	14.45	5.58	-1.05	6.40	6.51
1982	2.80	14.45	5.97	-1.10	7.09	6.91
1983	2.82	14.50	6.32	-1.15	7.47	7.54
1984	3.22	14.60	6.69	-1.20	8.17	8.25
1985	3.45	14.55	7.09	-1.25	8.69	8.25

CUADRO No. 2

BASE DE DATOS, CORRESPONDIENTES A LOS MODELOS ESTRUCTURALISTAS (2) y (3).

AÑO	$\ln PM$	$\ln(P^e \times T^c)$	$\ln\left(\frac{PIB + II}{PIB}\right)$	$\ln S^m$	t	$\ln PC$
1961	4.33	4.42	4.627	3.90	1	
1962	4.36	4.42	4.628	4.10	2	
1963	4.36	4.43	4.605	4.13	3	
1964	4.42	4.45	4.628	4.18	4	
1965	4.43	4.47	4.629	4.33	5	
1966	4.45	4.50	4.630	4.40	6	
1967	4.49	4.50	4.631	4.42	7	
1968	4.51	4.53	4.634	4.50	8	4.52
1969	4.54	4.57	4.634	4.55	9	4.56
1970	4.60	4.61	4.635	4.61	10	4.61
1971	4.65	4.64	4.637	4.73	11	4.66
1972	4.68	4.68	4.636	4.83	12	4.71
1973	4.82	4.85	4.642	4.96	13	4.82
1974	5.03	4.98	4.648	5.26	14	5.03
1975	5.14	5.07	4.655	5.36	15	5.17
1976	5.34	5.33	4.605	5.69	16	5.32
1977	5.69	5.79	4.652	5.84	17	5.57
1978	5.85	5.88	5.651	5.86	18	5.74
1979	6.03	6.00	4.651	6.07	19	5.90
1980	6.27	6.13	4.649	6.29	20	6.14
1981	6.51	6.29	4.646	6.57	21	6.38
1982	6.91	7.17	4.647	7.02	22	6.85
1983	7.54	7.23	4.661	7.44	23	7.55
1984	8.25	8.26	4.695	7.87	24	
1985		8.85	4.678	8.33	25	

Fuentes: Banco de México, Nacional Financiera y Secretaría de Programación y Presupuesto.

CUADRO No. 3

CONTRIBUCION DE LAS VARIABLES DEL MODELO MONETARISTA (4), A EXPLICAR LA INFLACION EN FUNCION DEL INDICE DE PRECIOS AL MAYOREO DE BIENES DE CONSUMO (IPMBC)

AÑO	$0.61(\Delta \ln m_{-1}^{\circ} - \Delta \ln \text{PIB} + 1.15 \Delta \ln \pi)$	$0.42 \Delta \ln S^m$	$0.26 \Delta \ln (P^e \times T^c)$	$\Delta \ln \hat{\pi}^m$	$\Delta \ln \text{PM}$
1961	3.23	0.27	0.10	5.61	0.98
1962	-2.04	9.42	0.01	9.37	3.18
1963	1.55	1.35	0.08	4.98	0.28
1964	1.22	2.15	0.60	5.99	4.57
1965	5.11	6.73	0.50	14.34	2.32
1966	-1.91	3.23	0.90	4.23	1.95
1967	1.03	0.27	0.05	3.36	3.76
1968	-1.61	3.77	0.70	4.86	2.26
1969	2.00	2.42	1.00	7.44	2.85
1970	0.27	2.26	1.00	5.54	7.18
1971	2.12	5.62	0.80	10.54	4.64
1972	-3.80	4.37	1.20	3.77	3.12
1973	3.46	5.75	3.40	14.65	14.80
1974	6.60	14.83	4.90	28.37	23.40
1975	3.70	4.38	2.40	12.51	11.31
1976	-3.40	16.26	7.95	22.88	22.40
1977	5.65	6.77	15.21	29.84	41.79
1978	1.18	1.21	2.25	6.67	17.35
1979	-9.28	9.68	3.32	5.73	19.91
1980	-1.86	10.21	3.83	14.20	26.86
1981	3.73	13.36	4.30	23.42	27.28
1982	5.01	23.93	37.21	68.63	49.29
1983	17.81	22.47	29.28	71.95	87.40
1984	30.59	16.25	35.80	84.64	63.20
1985	33.50	16.88	30.31	82.69	

CUADRO No. 4

BASE DE DATOS, CORRESPONDIENTES A LOS MODELOS MONETARISTAS (4) y (5).

AÑO	$\Delta \ln PM$	$\Delta \ln S^m$	$\Delta \ln (P^e \times T^C)$	$(\Delta \ln m_{-1}^0 - \Delta \ln PIB + 1.15 \Delta \Pi M)$	$\Delta \ln PC$	$(\Delta \ln m_{-1}^0 - \Delta \ln PIB + 1.15 \Delta \Pi C)$
1961	0.98	0.64	0.38	5.30		
1962	3.18	22.44	0.04	-3.34		
1963	0.28	3.21	0.31	2.54		
1964	4.57	5.13	2.31	2.00		
1965	2.32	16.03	1.92	8.37		
1966	1.95	7.69	3.46	-3.13		
1967	3.76	0.64	0.19	1.69		
1968	2.26	8.97	2.69	-2.64		
1969	2.85	5.77	3.85	3.28	3.50	
1970	7.18	5.38	3.85	0.44	4.83	
1971	4.64	13.38	3.08	3.47	5.33	3.18
1972	3.12	10.40	4.62	-6.23	5.00	-4.75
1973	14.80	13.68	13.08	5.68	12.04	6.77
1974	23.40	35.30	18.85	10.82	23.75	11.24
1975	11.31	10.42	9.23	6.07	15.15	5.05
1976	22.40	38.72	30.56	-5.57	15.79	-4.36
1977	41.79	16.11	58.49	9.27	28.94	9.48
1978	17.35	2.88	8.65	1.93	17.51	1.82
1979	19.91	23.04	12.78	-15.21	18.20	-4.08
1980	26.86	24.30	14.72	-3.05	26.31	3.33
1981	27.28	31.80	16.52	6.11	28.00	4.68
1982	49.29	56.98	143.13	8.21	58.87	7.33
1983	87.40	53.51	112.63	29.19	101.88	32.56
1984	63.20	38.70	137.70	50.15		
1985		116.60	116.60	54.91		

Fuentes: Banco de México y Nacional Financiera

CUADRO No. 5

CONTRIBUCION DE LAS VARIABLES DEL MODELO MONETARISTA (7) , A EXPLICAR LA INFLACION  
EN FUNCION DEL INDICE DE PRECIOS AL MAYOREO DE BIENES DE CONSUMO (IPMBC)

AÑO	$0.58(\ln m_{-1}^o - \ln \text{PIB} + 1.15 \pi \text{M})$	$0.37 \Delta \ln (P^e \times T^C)$	$-33.43(\ln \text{PM}_{-1} - \ln (P_{-1}^e \times T_{-1}^C))$	$\Delta \ln \hat{\text{PM}}$	$\Delta \ln \text{PM}$
1961	2.33	0.14	3.42	8.71	0.98
1962	-0.10	0.01	2.98	5.71	3.18
1963	0.59	0.11	1.94	5.47	0.28
1964	-1.32	0.85	1.40	3.76	4.57
1965	0.73	0.71	1.27	5.54	2.32
1966	0.33	1.28	1.77	6.21	1.95
1967	-0.34	0.07	0.60	3.15	3.76
1968	0.55	1.00	0.74	5.11	3.26
1969	0.09	1.42	1.04	5.38	2.85
1970	-0.13	1.42	0.00	4.12	7.18
1971	2.45	1.14	-0.50	5.92	4.64
1972	1.66	1.71	0.00	6.20	3.12
1973	-0.24	4.84	1.10	8.54	14.80
1974	4.81	7.01	-1.77	12.89	23.40
1975	12.70	3.42	-2.42	16.07	11.31
1976	6.23	11.31	-2.42	18.03	22.40
1977	9.49	21.64	-0.23	33.88	41.79
1978	21.57	3.20	0.37	31.20	17.35
1979	10.34	4.73	0.90	18.85	19.91
1980	7.03	5.45	-1.14	14.22	26.86
1981	13.36	6.11	-4.51	17.86	27.28
1982	14.28	52.93	-7.45	62.95	49.29
1983	25.43	41.67	8.86	79.10	87.40
1984	37.29	25.96	-7.86	58.21	63.20
1985	40.23	26.96	-9.56	60.45	

CUADRO No. 6

BASE DE DATOS, CORRESPONDIENTES A LOS MODELOS MONETARISTAS (7) y (8).

AÑO	$\Delta \ln PM$	$(\ln m_{-1}^0 - \ln PIB + 1.15 \ln \Pi M)$	$\Delta \ln (P^e \times T^C)$	$(\ln PM_{-1} - \ln (P_{-1}^e \times T_{-1}^C))$	$\Delta \ln PC$	$(\ln m_{-1}^0 - \ln PIB + 1.15 \ln \Pi C)$	$(\ln PC_{-1} - \ln (P_{-1}^e \times T_{-1}^C))$
1961	0.98	4.02	0.38	-0.102			
1962	3.18	-0.18	0.04	-0.089			
1963	0.28	1.02	0.31	-0.058			
1964	4.57	-2.27	2.31	-0.042			
1965	2.32	1.26	1.92	-0.038			
1966	1.95	0.57	3.46	-0.053			
1967	3.76	-0.58	0.19	-0.018			
1968	2.26	0.95	2.69	-0.022			
1969	2.85	0.15	3.85	-0.031	3.50		-0.006
1970	7.18	-0.22	3.85	0.0	4.83	0.98	-0.009
1971	4.64	4.22	3.08	0.015	5.33	2.84	0.0
1972	3.12	2.86	4.62	0.0	5.00	3.60	0.021
1973	14.80	-0.42	13.08	-0.033	12.04	3.57	0.025
1974	23.40	8.30	18.85	0.053	23.75	10.05	-0.032
1975	11.31	21.00	9.23	0.072	15.15	22.04	0.056
1976	22.40	10.74	30.56	-0.072	15.79	16.58	0.109
1977	41.79	16.37	58.49	0.007	28.94	16.11	-0.011
1978	17.35	37.19	8.65	-0.105	17.51	27.91	-0.217
1979	19.91	17.82	12.78	-0.027	18.20	19.82	-0.139
1980	26.86	12.12	14.72	0.034	26.31	18.87	-0.092
1981	27.28	23.03	16.52	0.135	28.00	26.09	0.004
1982	49.29	24.62	143.13	0.223	58.87	29.16	0.098
1983	87.40	43.84	112.63	-0.265	101.88	58.30	-0.322
1984	63.20	64.29	70.16	0.235			
1985		69.36	72.87	0.286			

Fuentes: El Banco de México y Nacional Financiera.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

De acuerdo con las estimaciones obtenidas, el proceso inflacionario en México, es explicado satisfactoriamente por los enfoques estructuralista y monetarista.

La estimación del modelo estructuralista, resulta compatible con la teoría del mismo nombre; esto es, los precios externos son la principal causa de la alza de los precios internos.

La influencia de los precios externos es debida al crecimiento relativo y absoluto de las importaciones de alimentos e insumos agropecuarios, así como de bienes intermedios para el subsector manufacturero; tales importaciones son generadas por el desarrollo desequilibrado de la economía nacional, reflejado principalmente en el intercambio económico desigual entre los subsectores manufacturero y agropecuario.

Las transacciones económicas entre todas las actividades económicas distribuyen la influencia de los precios externos sobre todo la economía de nuestro país; esto implica que la inflación es por la elevación de los costos y no por la presión de la demanda de bienes y servicios, ya que ésta es satisfecha mediante el comercio exterior.

La influencia de los salarios sobre la inflación es importante pero, sus

variaciones generalmente pretenden recuperar una porción del poder adquisitivo perdido por la alza de los precios, principalmente los correspondientes a los alimentos considerados básicos.

Durante 1961-1983, el gobierno continuó con su estrategia de desarrollo económico, iniciado en el sexenio de Miguel A. Valdéz, cuya característica principal fue un crecimiento de la industria nacional proporcionalmente mucho mayor que el del subsector agropecuario. Los efectos de tal estrategia fueron los ya mencionados al principio de este capítulo.

Así, después de haber sido aplicada durante 1961-1981, una estrategia en cierta forma compatible con el enfoque estructuralista, apoyada también en el crecimiento del excedente monetario real, el proceso inflacionario se aceleró a partir de 1982, debido al crecimiento del desequilibrio del intercambio económico entre los subsectores agropecuario y manufacturero.

A partir de 1982, el gobierno ha procurado disminuir tal desequilibrio inter subsectorial, aumentando proporcionalmente más las inversiones en las actividades agropecuarias que en las manufactureras.

Resulta conveniente señalar que el proceso inflacionario siempre estará presente o latente, mientras sigan presentes las presiones estructurales mencionadas ampliamente en el capítulo I.

Las políticas y estrategias de desarrollo de nuestro gobierno tienden a identificarse más con el enfoque estructuralista que con el monetarista;

sin embargo, es necesario lograr un crecimiento económico equilibrado entre las actividades económicas, a fin de que sean satisfechas internamente sus necesidades de bienes y servicios, evitando así, graves déficits en el comercio exterior.

En cuanto a los resultados de los modelos monetaristas, éstos permiten afirmar que las políticas antiinflacionarias de nuestro gobierno durante 1961-1982, fueron contrarias a las dictadas por la teoría citada; y compatibles con ésta a partir de 1983, debido a los convenios contraídos con el Fondo Monetario Internacional (FMI).

Las políticas contra la inflación, por parte de nuestro gobierno actual, están representadas principalmente por un fuerte control de la oferta monetaria real, del gasto público y de los precios; ésto último mediante subsidios a la producción y consumo.

La reducción del gasto, ha implicado reducir el déficit anual del sector público y aumentar los ingresos fiscales y propios.

La reducción del excedente monetario está directamente relacionada con la reducción del déficit interno del gobierno; esto significa que una desaceleración de la tasa del excedente monetario, afecta directamente proporcional al crecimiento económico de nuestro país, así como al empleo.

En cuanto a la política sobre paridad cambiaria, las devaluaciones ocurridas durante 1976 y 1982, así como el deslizamiento a partir de diciembre de 1982, han tenido como propósito, evitar el deterioro de nuestra econo

mía, principalmente a partir de 1982; sin embargo, los resultados no han sido enteramente favorables, debido a la falta de acciones paralelas a tal medida; por ejemplo, fomentar y apoyar la producción agropecuaria, crear programas de capacitación masiva para los obreros y campesinos y orientar al gasto público especialmente hacia aquellas actividades que verdaderamente sean prioritarias para la mayoría de nuestra población, que aun vive en condiciones por abajo del mínimo de bienestar deseable.

En gran parte, las políticas antiinflacionarias monetaristas son generadoras de la dramática situación en que viven millones de familias en aquellos países en que son aplicadas, así como de una gran parte del desempleo; también son causantes de un crecimiento lento e inadecuado de las economías que están regidas por tales políticas. En otras palabras, el costo social que se paga para controlar la inflación es muy elevado.

Tal costo resulta muy alto, debido a que esas políticas monetaristas no atacan a las causas de la inflación sino a sus efectos; en nuestra opinión, las causas están representadas principalmente por los argumentos que utiliza el enfoque estructuralista, y que las políticas necesarias para controlar la inflación, requieren equilibrar el desarrollo de las diversas actividades económicas; esto es, orientar la producción en función de las necesidades de la población y no en función del nivel de ganancia que ofrezcan las diversas actividades; esto implicaría que el gobierno se constituyera en un verdadero rector de nuestra sociedad, apoyando a la población necesitada, constituida por la gran mayoría de este país.

En síntesis, la causa de la inflación es el conjunto de presiones estructurales socio-económicas; y la alza de los precios seguirá a pesar de que se controlara el excedente monetario real. El superávit monetario contribuye a explicar al fenómeno inflacionario, según las relaciones estadísticas del capítulo IV; sin embargo, la validéz de la teoría monetarista está condicionada a la existencia de las características que definen a la teoría estructuralista; esto es, cuando existen presiones estructurales, el excedente monetario simplemente distribuye y acelera la alza de los precios, que también ocurriría ante la ausencia del superávit de dinero en términos reales.

## ANEXO

## Introducción

El objetivo de este anexo es explicar claramente los principales métodos econométricos, aplicables a modelos uniecuacionales y multiecuacionales.

Primeramente, se hace una breve exposición sobre el origen del concepto "regresión", posteriormente, se analizan en una forma clara y comprensible los principios fundamentales de los métodos de estimación más comunes e importantes; iniciando con los métodos aplicables a modelos uniecuacionales; mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y máxima verosimilitud (MV); posteriormente, son abordados los métodos más utilizados para resolver modelos multiecuacionales: mínimos cuadrados ordinario en un sistema multiecuacional (MCO), mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E), variables instrumentales (VI), mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E) y máxima verosimilitud con información completa (MVIC); los dos últimos métodos constituyen una parte trascendental de la teoría sobre métodos econométricos aplicados a modelos multiecuacionales.

## EL MODELO UNIECUACIONAL LINEAL DE REGRESION MULTIPLE

El término regresión<sup>1</sup>, proviene de un estudio que relaciona la altura de los hijos,  $H$ , a la altura de los padres,  $P$ ; expresándolo mediante el siguiente modelo algebraico lineal estocástico:

$$H_i = a + b P_i + \mu_i \quad \text{para toda } i, i=1, \dots, n \quad (1)$$

Tal estudio demostró una "regresión" hacia la media, entendiéndose por regresión un retorno al estado previo, en donde los padres más altos o más bajos que el promedio, tienden a tener hijos que también son más altos o más bajos que el promedio pero más próximos a tal promedio. En seguida presentamos las características fundamentales del modelo uniecuacional lineal de regresión múltiple o general; esto es, aquel que relaciona a una variable dependiente con dos o más variables independientes.

Considérese el siguiente modelo:

$$Y_i = \sum_{j=1}^k X_{ij} B_j + U_i, \quad \text{para toda } i, i=1, 2, \dots, n$$

$$E(\mu_i) = 0, \quad \text{para toda } i$$

$$\text{Var}(\mu_i) = \sigma^2 < \infty, \quad \text{para toda } i \quad (2)$$

$$\text{Cov}(\mu_i, \mu_j) = 0, \quad \text{para toda } i, j, i \neq j$$

$$X_{ij} \text{ son valores fijos, para toda } i, j$$

En este modelo,  $Y_i$  es el valor de la variable dependiente en la  $i$ -ésima observación de la muestra,  $X_{ij}$ , es el valor de la  $j$ -ésima variable inde-

1 Ver pág. 112 de "Econometric Models, Techniques and Applications", Michel D. Intriligator, Ed. Prentice-Hall, 1978.

pendiente en la  $i$ -ésima observación muestral;  $B_j$ , es el parámetro que se desea estimar; y  $\mu_i$ , es la variable de perturbancia estocástica no observable.

En relación a los postulados estocásticos sobre  $\mu_i$ , considerados en el modelo, resultan muy importantes para lograr el objetivo del modelo: estimar los  $k$  parámetros  $B_j$ , y la varianza de la variable  $\mu_i$ .

Así pues, la primera condición representada por  $E(\mu_i) = 0$ , significa que el valor promedio esperado de  $\mu_i$  es igual a cero; esto significa que, si tuviéramos, por ejemplo  $F$  muestras de tamaño  $n$ , y tomáramos el  $Y_1$  de cada muestra, el valor promedio de ellos teóricamente sería igual a:

$$E(Y_i) = \sum_{j=1}^k X_{ij} B_j + E(\mu_i) = \sum_{j=1}^k X_{ij} B_j \quad (3)$$

Una interpretación real de esto, podría ser a través de un estudio sobre 20 familias acerca de sus ingresos y consumos; observaríamos que en cada familia, el consumo variaría en función de sus necesidades fundamentales, y en función de sus necesidades "inventadas" (cigarros, lociones, diversiones, etc.); si obtuviéramos otra muestra de 20 familias con ingresos iguales a los de la primera muestra, veríamos que sus consumos no son iguales a los correspondientes a la muestra anterior; esto se debe a que sus hábitos de consumo tampoco son iguales, lo que significa que pueden gastar menos, igual o más que sus ingresos; si llegáramos a obtener  $N$  muestras, determinaríamos que la media aritmética de los consumos correspondientes a cada uno de los elementos  $C_i$ ;  $i = 1, 20$ , y la media aritmética teórica (por no ser observable) de los elementos de perturbancia corres-



pondientes a cada uno de los elementos  $\mu_i$ ;  $i = 1, 20$ , serían los siguientes:

$$\sum_{n=1}^N \frac{C_{ni}}{N} \neq 0 \quad \text{donde } n \text{ es el total de muestras; } i = 1, 2, \dots, 20 \quad (4)$$

$$\sum_{n=1}^N \frac{\mu_{ni}}{N} = 0 \quad (5)$$

Así pues, teóricamente el promedio de las  $N$  perturbancias en cualquiera de las 20 familias, es cero, debido a que algunas familias se "inventan" mayores o menores necesidades. Sin embargo, el promedio igual a cero implica que algunas veces  $\mu_i$  es positiva, y otras veces es negativa; teóricamente, siempre es positiva pero, debido a que los parámetros  $a$  y  $b$ , de la función del consumo  $C_i = a + bI_i$ , son en realidad el promedio de los parámetros  $a_n$  y  $b_n$ , correspondientes a la función de cada muestra; lo que verdaderamente representa el elemento estocástico  $\mu_{ni}$  es el valor desviado de la variable de perturbancia; esto es, tal variable es desviada desde el momento en que empezamos a trabajar con la función del consumo promedio. Lo anterior se justifica en función de que todo modelo, en cualquier ciencia, tiende a explicar el comportamiento promedio del fenómeno bajo análisis.

En cuanto al segundo postulado sobre  $\mu_i$ , significa que tal variable satisface el supuesto de homoscedasticidad; esto es, que su varianza es igual para toda  $i$ , y que es finita. En caso de que la varianza no fuera igual para toda  $i$ , o fuera infinita para cualquiera o toda  $i$ , la varia-

ble  $\mu_i$  estaría entonces bajo el supuesto de heteroscedasticidad.

El último postulado sobre  $\mu_i$ , expresa que la misma no está correlacionada con la variable  $\mu_j$  correspondiente a otra observación de la muestra; esto es, los términos  $\mu$  de la muestra, son independientes entre sí.

En cuanto al postulado sobre  $X$ , significa que el análisis está dirigido a determinar el comportamiento promedio de la variable endógena, dado un grupo de variables exógenas que permanecen constantes de una muestra a otra. Esto es, volviendo al ejemplo del consumo e inversión, el consumo  $C_i$ ,  $i = 1, \dots, 20$  es variable en cada muestra, y generalmente asimismo en cada observación; y la inversión  $I_i$  es constante en cada muestra, y generalmente variable en cada observación de cualquier muestra.

La solución a este modelo planteado, es lograda en forma eficiente mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios que llamaremos MCO; inmediatamente después de desarrollarlo, demostraremos que es el método más eficiente para estimar un modelo uniecuacional lineal, utilizando para ello la función de máxima verosimilitud.

#### METODO DE MINIMOS CUADRADOS ORDINARIO

Considérese el siguiente modelo en notación matricial:

$$Y = X B + \mu$$

$\begin{matrix} nx1 & nxk & kx1 & nx1 \end{matrix}$

$$E(\mu) = 0$$

(6)

$\text{Cov}(\mu) = \sigma^2 I$  ,  $I$  es la matriz identidad de  $n \times n$

$X$  es una matriz fija, con rango igual a  $k$ ,  $k < n$

donde

$$Y_{n \times 1} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad X_{n \times k} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k-1} & 1 \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k-1} & 1 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk-1} & 1 \end{bmatrix}, \quad B_{k \times 1} = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_k \end{bmatrix}, \quad \mu_{n \times 1} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix}$$

Este método, se fundamenta en los residuos  $e_i$  de las observaciones, correspondientes a valores específicos de  $\hat{B}_1, \hat{B}_2, \dots, \hat{B}_k$ ; estos residuos se definen así:

$$e_i = Y_i - X_i \hat{B} = Y_i - \hat{Y}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

donde  $\hat{B}$  es el vector de coeficientes estimados y  $\hat{Y}_i$ , es el de  $Y_i$ , dado como

$$\hat{Y}_i = X_i \hat{B} \quad (8)$$

Dado que el método consiste en minimizar el valor de los residuos  $e_i$ , el problema que implica la presencia de residuos positivos y negativos, se resuelve al elevarlos al cuadrado.

Así pues, la suma de los cuadrados de los residuos es:

$$\text{SCR} = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i \hat{B})^2 \quad (9)$$

Usando notación matricial, obtenemos

$$SCR = e'e = (Y - X\hat{B})'(Y - X\hat{B}) = Y'Y - 2\hat{B}'X'Y + \hat{B}'X'X\hat{B} \quad (10)$$

La minimización de esta función nos permite obtener el vector  $\hat{B}$  :

$$\text{Min } SCR = Y'Y - 2\hat{B}'X'Y + \hat{B}'X'X\hat{B} \quad (11)$$

Las condiciones necesarias y suficientes para minimizar esta función, es que todas las derivadas parciales de primer orden respecto a los elementos del vector  $\hat{B}$  sean igual a cero; esto es:

$$\frac{\partial SCR}{\partial \hat{B}'} = -2X'Y + 2X'X\hat{B} = 0 \quad (12)$$

Luego,

$$\begin{aligned} X'X\hat{B} &= X'Y \\ \hat{B} &= (X'X)^{-1}X'Y \end{aligned} \quad (13)$$

A continuación, demostraremos que el método de mínimos cuadrados permite obtener estimadores lineales, insesgados y con mínima varianza; propiedades verdaderamente deseables.

Observando la notación (13), podemos afirmar que el estimador  $\hat{B}$  es lineal en función de  $Y$ , y además estocástico, debido a que  $Y$  está, a su vez, en función de  $\mu$ .

A fin de estimar el valor esperado de  $\hat{B}$ , debemos sustituir  $Y$  en (13)

$$\hat{B} = (X'X)^{-1}X'Y = (X'X)^{-1}X'(XB + \mu) = B + (X'X)^{-1}X'\mu \quad (14)$$

Tomando valores esperados en cada lado de esta ecuación, y recordando los postulados del modelo, obtenemos:

$$E(\hat{B}) = B \quad (15)$$

Este resultado significa que la media de los valores  $\hat{B}$  correspondientes a un gran número de muestras, es igual a los verdaderos valores de los parámetros. Esto significa que el estimador de mínimos cuadrados es insesgado.

Enseguida calculamos la varianza de  $\hat{B}$ .

Sabemos que

$$\text{Cov}(\hat{B}) = E[(\hat{B} - E(\hat{B}))(\hat{B} - E(\hat{B}))'] \quad (16)$$

Dado que  $E(\hat{B}) = B$ , y sustituyendo esto en (14), obtenemos:

$$\hat{B} - B = (X'X)^{-1}X'\mu \quad (17)$$

sustituyendo (17) en (16) :

$$\text{Cov}(\hat{B}) = E[(X'X)^{-1}X'\mu \mu'X(X'X)^{-1}] \quad (18)$$

recordando nuevamente los postulados del modelo, obtenemos

$$\text{Cov}(\hat{B}) = (X'X)^{-1}X' E(\mu\mu') X(X'X)^{-1} \quad (19)$$

dato que

$$\text{Cov}(\mu) = E [ (\mu - E(\mu)) (\mu - E(\mu))' ] = E(\mu\mu') = \sigma_{\mu}^2 I \quad (20)$$

y además, recordando que  $X$  no es estocástico, la notación (19) puede simplificarse a

$$\text{Cov}(\hat{B}) = \sigma_{\mu}^2 (X'X)^{-1} \quad (21)$$

los elementos sobre la diagonal principal de esta matriz, constituyen las varianzas del vector  $\hat{B}$ , y los elementos fuera de la diagonal principal, representan la correlación entre cada elemento del vector  $\hat{B}$ . Así pues, la varianza y covarianza del vector  $\hat{B}$ , la cual está en función de  $\sigma_{\mu}^2$ , que representa la varianza de toda  $\mu_i$ , debido al supuesto de homoscedasticidad. Lo anterior implica que la varianza y covarianza de  $\hat{B}$  es mínima, ya que  $\sigma_{\mu}^2$ , al ser reemplazado por su estimador  $\hat{\sigma}_{\mu}^2$ , queda en función de la suma de los cuadrados de los residuos minimizados mediante el método de igual nombre.

A continuación, estimamos la varianza común  $\sigma_{\mu}^2$  de  $\mu$ , pero antes necesitamos calcular la suma de los cuadrados residuales SCR.

El primer paso es calcular la suma de los cuadrados residuales SCR, en función de  $\mu$ .

Sea  $e = Y - X\hat{B}$

usando  $Y = XB + \mu$ , y  $\hat{B} = (X'X)^{-1}X'Y$

$$\begin{aligned}
\hat{\mu} &= XB + \mu - X[X'X]^{-1}X'(XB + \mu) \\
&= XB + \mu - X(X'X)^{-1}X'XB - X(X'X)^{-1}X'\mu \\
&= XB + \mu - XB - X(X'X)^{-1}X'\mu = \mu - X(X'X)^{-1}X'\mu \\
&= [I_n - X(X'X)^{-1}X']\mu = M\mu
\end{aligned} \tag{22}$$

Es importante recordar en este momento que  $M = I_n - X(X'X)^{-1}X'$  es la matriz idempotente de mínimos cuadrados, la cual es simétrica ( $M = M'$ ) e idempotente ( $M^2 = MM = M$ ).

Calculando ahora SCR en función de  $\mu$ :

$$\begin{aligned}
SCR &= e'e = (M\mu)'(M\mu) = (\mu'M')'(M\mu) = \mu'M'M\mu = \mu'M^2\mu = \mu'M\mu \\
&= \mu'(I_n - X(X'X)^{-1}X')\mu
\end{aligned} \tag{23}$$

tomando valores esperados en ambos lados,

$$\begin{aligned}
E(e'e) &= E[\mu'(I_n - X(X'X)^{-1}X')\mu] = \mu^2 \text{trazo}^{2/} [I_n - X(X'X)^{-1}X'] \\
&= \sigma^2 \text{trazo } I_n - \sigma^2 \text{trazo } [X(X'X)^{-1}X'] = n\sigma^2 \text{trazo } [X'X]^{-1} X'X \\
&= n\sigma^2 - \sigma^2 \text{trazo } I_k, \text{ dado que } (X'X)^{-1}X'X = 1 \text{ es de orden } k \times k \\
&= n\sigma^2 - k\sigma^2 = (n - k)\sigma_\mu^2
\end{aligned} \tag{24}$$

<sup>2/</sup> Ver Econometric Models, Techniques, and Applications, Michael Intriligator, Apéndice B, sección B.4, Ed. Prentice-Hall, 1978.

Así pues, un estimador insesgado de  $\sigma_{\mu}^2$ , es:

$$\hat{\sigma}_{\mu}^2 = \frac{e'e}{n-k}, \quad (25)$$

Tomando valores esperados en ambos lados, obtenemos

$$E(\hat{\sigma}_{\mu}^2) = \sigma_{\mu}^2$$

Enseguida demostraremos el método de máxima verosimilitud o probabilidad que, además de estimar el vector  $\hat{B}$ , estima la varianza  $\sigma_{\mu}^2$  de  $\mu$ .

#### METODO DE MAXIMA VEROSIMILITUD

Como su nombre lo indica, calcula la probabilidad de obtener los valores  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ ; para ello, se requiere suponer que la variable  $\mu_i$ , tiene distribución normal; esto se debe a que las influencias no observables que representa  $\mu_i$  están distribuidas normalmente, de acuerdo al teorema del límite central; además, este supuesto facilita la estimación de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis sobre los parámetros del vector  $\hat{B}$ , ya que  $\hat{B}$  tiene la misma distribución que  $\mu$ , debido a su dependencia de este término (ver la ecuación (14)).

El modelo econométrico sobre el que aplicaremos el método de máxima probabilidad, es:

$$Y_{n \times 1} = X_{n \times k} B_{k \times 1} + \mu_{n \times 1}$$



$$E(\mu) = 0, \text{ con distribución normal multivariada} \quad (27)$$

$$E(\mu'\mu) = \sigma_{\mu}^2 I$$

X es una matriz fija, con rango k,  $k < n$

Así, utilizando estos postulados, iniciamos el desarrollo del método de máxima probabilidad,<sup>3/</sup> que llamaremos MP; este método se fundamenta en la función de densidad del vector  $\mu$ , la cual es

$$f(\mu) = (2\pi)^{-n/2} \sigma_{\mu}^{-n} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_{\mu}^2} \mu'\mu\right) \quad (28)$$

Para calcular la probabilidad de que  $\mu$  tome ciertos valores comprendidos en un rango, definido por el vector de diferenciales  $d_{\mu}$ , simplemente multiplicamos  $f(\mu)$  por  $d_{\mu}$ , cuando  $d_{\mu}$  tiende a cero,

$$P(\mu) = f(\mu)d\mu = (2\pi)^{-n/2} \sigma_{\mu}^{-n} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_{\mu}^2} \mu'\mu\right) d\mu \quad (29)$$

Dado que en nuestro problema particular,  $\mu$  no es observable, sustituimos la variable  $\mu$ , en función de Y, que sí es observable, obteniendo

$$L = (2\pi)^{-n/2} \sigma_{\mu}^{-n} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_{\mu}^2} (Y-XB)'\!(Y-XB)\right] \quad (30)$$

Esta es la función de probabilidad, en función de Y, la cual se maximiza cuando la expresión  $(Y-XB)'\!(Y-XB)$  de esa función es minimizada; así pues, la probabilidad de obtener los valores muestrales de Y y X, es máxima cuando los estimadores de B minimizan la suma de los cuadrados residuales  $(Y-X\hat{B})'\!(Y-X\hat{B})$ , y maximizan la función de probabilidad.

<sup>3/</sup> La función verdadera de  $f(\mu)$ , con  $\mu \sim N(E(\mu)\Omega)$ , es  $f(\mu) = (2\pi)^{-n/2} |\Omega|^{-1/2} \exp\left(-\frac{1}{2} [\mu-E(\mu)]'\! \Omega^{-1} [\mu-E(\mu)]\right)$ .

Lo anterior se logra así:

tomando logaritmos naturales en ambos lados de (30), y usando  $\hat{B}$  y  $\sigma$ ,

$$\text{Max } \ln L = -\frac{n}{2} \ln 2\pi - n \ln \sigma - \frac{1}{2\sigma^2} (Y - X\hat{B})' (Y - X\hat{B}) \quad (31)$$

para lograr maximizarla, es necesario minimizar

$$\text{SCR} = (Y - X\hat{B})' (Y - X\hat{B}) = e'e \quad (32)$$

lo cual nos permite obtener

$$\hat{B} = (X'X)^{-1} X'Y \quad (33)$$

Así pues, los estimadores  $\hat{B}$  de máxima probabilidad, bajo las condiciones de que las variables del vector  $\mu$  son independientes y distribuidas normal e idénticamente, resultan iguales a los calculados por el método MCO, el cual no requiere postular sobre la distribución de  $\mu$ .

Por otra parte, el método MP, permite estimar la varianza  $\sigma_\mu^2$ , en la siguiente forma,

obteniendo la derivada parical de (31) respecto a  $\hat{\sigma}_\mu$ , e igualando a cero,

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \hat{\sigma}_\mu} = -\frac{n}{\hat{\sigma}_\mu} + \frac{1}{\hat{\sigma}_\mu^3} e'e = 0 \quad (34)$$

$$\frac{e'e}{\hat{\sigma}_\mu^3} = \frac{n}{\hat{\sigma}_\mu}$$

$$\frac{e'e}{\hat{\sigma}_\mu^2} = n$$

$$\hat{\sigma}_\mu^2 = \frac{e'e}{n} \quad (35)$$

El estimador de la varianza  $\hat{\sigma}_\mu^2$ , resulta sesgado, debido a que el valor esperado de (35), no es igual a  $\sigma_\mu^2$ ,

$$E(\hat{\sigma}_\mu^2) = E\left(\frac{e'e}{n}\right) = \frac{(n-k)\sigma_\mu^2}{n}, \text{ utilizando la ecuación (24)}$$

$$E(\hat{\sigma}_\mu^2) \neq \sigma_\mu^2$$

por tal razón, en la estimación de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis sobre  $\hat{B}$ , usaremos el estimador  $\hat{\sigma}_\mu^2 = \frac{e'e}{n-k}$ , obtenido en la ec. (25), que es insesgado.

## MINIMOS CUADRADOS GENERALIZADO

Cuando el supuesto de homoscedasticidad es reemplazado por el de heteroscedasticidad y/o correlación; esto es, que las varianzas  $\text{Var}(\mu_i)$  del término de perturbancia son diferentes y algunas o todas con valor infinito, implica que el método de mínimos cuadrados ordinarios deberá sufrir alguna transformación, la cual, será deducida a partir de la solución, que ofrece la función de máxima verosimilitud.

Así pues, los únicos supuestos que cambian son:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(\mu) &= E(\mu)E(\mu)' = \sigma^2 \Omega \neq \sigma^2 I & (36) \\ \mu &\text{ tiene distribución } N(0, \sigma^2 \Omega) \end{aligned}$$

Con estas condiciones, encontraremos los nuevos valores estimados del vector  $\hat{B}$ , mediante

$$f(\mu) = (2\pi)^{-n/2} |\Omega|^{-1/2} \sigma^{-n} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \mu' \Omega^{-1} \mu\right) \quad (37)$$

a partir de este caso general, se deriva el caso particular de homoscedasticidad, en el que  $\Omega$  se convierte en la matriz identidad.

Tomando logaritmos naturales a la función de probabilidad, correspondiente a la función de densidad anterior (realmente son iguales, ya que al hacer cambio de variable, los diferenciales  $d_u$  y  $d_y$  son iguales), obtenemos

$$\ln L = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln |\Omega| - n \ln \sigma - \frac{1}{2\sigma^2} (Y - X\hat{B})' \Omega^{-1} (Y - X\hat{B}) \quad (38)$$

Así pues, para maximizar la probabilidad de que obtengamos los valores muestrales de  $Y$  y  $X$ , es necesario minimizar

$$SCR(\Omega) = (Y - X\hat{B})' \Omega^{-1} (Y - X\hat{B}) = Y' \Omega^{-1} Y - 2\hat{B}' X' \Omega^{-1} Y + \hat{B}' X' \Omega^{-1} X \hat{B} \quad (39)$$

Derivando respecto a  $\hat{B}$  e igualando a cero, obtenemos

$$\frac{\partial SCR(\Omega)}{\partial \hat{B}} = -2X' \Omega^{-1} Y + 2X' \Omega^{-1} X \hat{B} = 0$$

y luego

$$\hat{B}(\Omega) = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} Y \quad (40)$$

ésto es posible si  $X$  es de rango  $\kappa$ , lo cual permitiría obtener la inversa de  $(X' \Omega^{-1} X)$ , y luego estimar  $\hat{B}(\Omega)$ .

El estimador  $\hat{B}(\Omega)$  recibe el nombre de Mínimos Cuadrados Generalizado, que denominaremos MCG, el cual se transforma en el obtenido por método de mínimos cuadrados ordinarios, cuando  $\Omega = I$ .

La matriz de covarianzas de  $\hat{B}(\Omega)$  se obtiene mediante el proceso utilizado en el método de mínimos cuadrados ordinario (MCO),

$$Cov(\hat{B}(\Omega)) = \sigma^2 (X' \Omega^{-1} X)^{-1} \quad (41)$$

La estimación de la varianza  $\sigma_\mu^2$ , se obtiene derivando la función de máxima verosimilitud, respecto a  $\sigma$  e igualando a cero, a fin de encontrar el

valor de  $\sigma$  que maximice tal función; el resultado obtenido, una vez ajustado los grados de libertad, es

$$\hat{S}^2(\Omega) = \frac{1}{n-k} [e(\Omega)]' \Omega^{-1} [e(\Omega)] \quad (42)$$

en esta expresión,  $e(\Omega)$ , es el vector de residuos.

Así pues,  $\hat{B}(\Omega)$ , tiene una distribución normal  $N(B, \sigma^2(X' \Omega^{-1} X)^{-1})$ .

El estimador MCG requiere que la matriz  $\Omega$  sea dada, o construída a partir de algún proceso definido <sup>4/</sup>.

La heteroscedasticidad ocurre principalmente cuando son utilizados datos "cruzados"; esto es, cada observación muestral corresponde a una diferente entidad (familia, país, etc.) en un momento determinado.

La homoscedasticidad, en cambio, es frecuente cuando el análisis que se efectúa sobre una entidad en períodos de tiempo diferentes (anual, trimestral, mensual, etc.); el conjunto de observaciones es llamada datos de "series de tiempo".

El método de mínimos cuadrados ordinarios MCO, podemos ajustarlo a las condiciones de heteroscedasticidad y/o correlación serial; esto es cuando los  $\mu_i$  de cada observación están correlacionados.

Dado que  $\Omega$  es una matriz simétrica positiva definida, es posible entonces encontrar una matriz  $P$ , tal que

<sup>4/</sup> Ver págs 170 y 171 de: "Econometric Models, Techniques, and applications", Michael Intriligator, Ed. Prentice-Hall, 1978.

$$\Omega^{-1} = P'P, \quad P \text{ es no singular} \quad (43)$$

Sustituyendo esta expresión en el MCG, obtenemos

$$\hat{B} = (X'P'PX)^{-1}X'P'PY \quad (44)$$

Lo cual corresponde al estimador obtenido por MCO, cuando éste recibe la siguiente transformación:

$$\begin{aligned} PY &= PXB + P\mu \\ E(P\mu) &= PE(\mu) = 0 \\ E(P\mu\mu'P') &= PE(\mu\mu')P' = \sigma^2 P\Omega P' = \sigma^2 I \end{aligned} \quad (45)$$

PX es una matriz fija, cuyo rango es igual a  $\kappa$ ,  $\kappa < n$

Así pues, el MCG puede obtenerse por MCO, sin necesidad de postular sobre la distribución de  $\mu$ .

#### MÉTODOS DE ESTIMACION DE SISTEMAS DE ECUACIONES SIMULTANEAS.

La solución eficiente de estos sistemas, requiere considerar la correlación entre las variables explicativas endógenas y los términos de perturbancia  $\mu$ .

Los métodos pueden dividirse, en función de su eficiencia, en la siguiente forma:

- 1) Métodos simplistas; como el MCO, el cual estima los parámetros del sistema, ecuación por ecuación, considerando exógenas a las variables

endógenas explicativas dentro de cada ecuación, generando sesgo e inconsistencia en los estimadores que obtiene.

2) Métodos que usan información limitada; como son el mínimos cuadrados indirecto (MCI), mínimos cuadrados de dos etapas (MC2E) y máxima verosimilitud con información limitada (MVIL), principalmente; se caracterizan por estimar los parámetros del sistema, en forma de ecuación por ecuación y porque sus estimadores son sesgados y consistentes; el sesgo es debido a que únicamente llegan a distinguir entre las variables explicativas endógenas y exógenas; estimando las primeras a través de la forma reducida del modelo, y luego, calculando los parámetros estructurales u originales del modelo. No consideran la correlación entre las variables explicativas endógenas de la ecuación bajo análisis, y el término  $\mu$  de las restantes ecuaciones, lo cual es causa principal del sesgo.

3) Métodos que usan información completa; los cuales son el mínimos cuadrados de tres etapas (MC3E) y máximo verosimilitud con información completa (MVIC); su característica fundamental es estimar los parámetros del sistema en forma simultánea, usando la disponibilidad sobre el sistema; esto es, utiliza tanto datos como restricciones correspondientes a cada ecuación, implicando así la consideración de la correlación entre variables explicativas endógenas y la variable  $\mu$  presente en cada ecuación. Los estimadores de estos métodos son sesgados pero más eficientes que los mencionados en el segundo grupo, debido a que cuando el tamaño de la muestra tiende a  $\infty$ , la matriz de covarianza de los parámetros estimados con MC3E o MVIC, es menor en sus valores que la obtenida con los métodos del grupo dos.



De todas las técnicas citadas para estimar los parámetros estructurales de un modelo econométrico multiecuacional, las más eficientes son las del tercer grupo; de ellas, escogeremos la MC3E, debido a que obtiene los estimadores en forma más rápida y menos laboriosa que la técnica MVIC; ésta última es una generalización del método de máxima verosimilitud aplicado sobre una ecuación; además utiliza la matriz de covarianzas calculada en MC3E.

Es conveniente mencionar que el método MC3E utiliza durante su desarrollo el método mínimos cuadrados generalizado MCG y los estimadores obtenidos por MC2E; esto último permitirá estimar la matriz de covarianzas requerida durante el proceso. Por lo anterior, presentaremos sintetizadamente el MC2E y el MCO aplicados a un sistema multiecuacional; el método MCO lo explicamos al principio, únicamente requeriremos visualizarlo desde aplicación en una ecuación, a su aplicación simultánea sobre un sistema de ecuaciones, lo cual no será muy difícil.

Antes de explicar el MCO sobre un sistema multiecuacional, expondremos el modelo econométrico de ecuaciones simultáneas.

El modelo de ecuaciones simultáneas.

Considérese

$$Y_i \quad T \quad + \quad X_i \quad \hat{B} \quad = \quad \mu_i \quad , \quad i=1, 2, \dots, n$$

$$1 \times g \quad g \times g \quad 1 \times k \quad k \times g \quad 1 \times g$$

$$E(\mu_i) = 0 \quad , \quad \text{para toda } i \quad (46)$$

$$\text{Cov}(\mu_i) = E(\mu_i \mu_i') = \Sigma \quad , \quad \text{para toda } i$$

$$g \times g$$

$$E(\mu_i \mu_j) = 0, \text{ para toda } i, j; i=1, \dots, n; j=1, \dots, n.$$

El primer supuesto estocástico sobre  $\mu$ , significa que el valor medio de esa variable en cada observación  $i$ , es cero.

El segundo supuesto se refiere a que la matriz de covarianzas de las perturbancias  $\mu_i$ , tiene valor constante y finito; así pues, considera una situación de homoscedasticidad.

El tercer y último supuesto, indica la inexistencia de correlación entre los  $\mu$  correspondientes a diferentes observaciones  $i$ ; esta situación se denomina como ausencia de correlación en serie.

Visualizando perfectamente al modelo, vemos que

$$Y = \begin{matrix} \begin{matrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{matrix} \\ n \times g \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1g} \\ Y_{21} & Y_{22} & & Y_{2g} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \dots & Y_{ng} \end{pmatrix} \\ \end{matrix} \quad \begin{matrix} Y \text{ es el vector de las} \\ g \text{ variables endógenas.} \end{matrix}$$

$$X = \begin{matrix} \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{matrix} \\ n \times \kappa \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1\kappa} \\ X_{21} & X_{22} & & X_{2\kappa} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & & X_{n\kappa} \end{pmatrix} \\ \end{matrix} \quad \begin{matrix} X \text{ es el vector de las } \kappa \\ \text{variables predetermina} \\ \text{das; esto es, las endó} \\ \text{genas retrasadas y las} \\ \text{exógenas.} \end{matrix}$$

la representación matricial del sistema sería así

$$Y \quad T \quad + \quad X \quad B = U \quad (47)$$

$n \times g \quad g \times g \quad n \times k \quad k \times g \quad n \times g$

En este modelo se plantea la necesidad de estimar los parámetros de las matrices T, B y la matriz de covarianzas  $\Sigma$ , dados los datos Y y X. A fin de que la variable endógena dependiente  $Y_i$  de cada ecuación tenga un signo adecuado, los elementos de la diagonal principal de T, tienen el valor de -1; esto es,  $I_{nn} = -1$ ,  $h = 1, 2, \dots, g$ .

Los elementos de la matriz U han sido multiplicados por -1, con fines obvios.

Así pues, la primera ecuación puede expresarse como

$$Y_{i1} = \sum_{h'=2}^{g_1} Y_{ih'} \tau_{n'1} + \sum_{j=1}^{k_1} X_{ij} B_{j1} - \mu_{i1} \quad (48)$$

En forma vectorial, resulta de la forma

$$Y_{i1} = Y_{i1} \quad \tau \quad + \quad X_{i1} \quad B_1 - \mu_{i1} \quad (49)$$

$1 \times (g_1 - 1) \quad (g_1 - 1) \times 1 \quad 1 \times k_1 \quad k_1 \times 1$

donde

$$Y_{i1} = (Y_{i2}, Y_{i3}, \dots, Y_{ig_1}), \quad X_{i1} = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik_1})$$

$$\tau_i = (\tau_{21}, \tau_{31}, \dots, \tau_{g_1 1}), \quad B_1 = (B_{11}, B_{21}, \dots, B_{k_1 1})$$

Enseguida, hacemos una partición de  $Y$  y  $X$ ,

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 & Y_1 & Y_2 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 \end{pmatrix} \quad (50)$$

$n \times g$      $n \times 1$      $n \times (g_1 - 1)$      $n \times (g - g_1)$      $n \times \kappa$      $n \times \kappa_1$      $n \times (\kappa - \kappa_1)$

donde  $y_1$ , es el vector columna de datos de la variable dependiente;  $Y_1$ , es la matriz de datos correspondiente a las  $g_1 - 1$  variables explicativas endógenas del sistema;  $Y_2$ , es la matriz de datos de las  $g - g_1$  variables endógenas excluidas; esto es, estamos refiriéndonos a toda ecuación del sistema.

En relación a  $X$ ,  $X_1$  es la matriz de datos de las  $\kappa_1$  variables exógenas, y  $X_2$  es la matriz de datos de la  $\kappa - \kappa_1$  variables exógenas.

Así pues, la clasificación de las variables en esta forma, nos permite representar al sistema multiecuacional en la siguiente manera

$$(y_1 \mid Y_1 \mid Y_2) \begin{pmatrix} -1 & \dots & \dots \\ \tau_1 & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots \end{pmatrix} + (X_1 \mid X_2) \begin{pmatrix} B_1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots \end{pmatrix} = (-\mu_1 \dots) \quad (51)$$

Esto implica un reordenamiento de las variables del sistema.

Intencionalmente hemos dejado explícitamente lo correspondiente a la primera ecuación, la cual queda integrada así,

$$-y_1 + Y_1 \tau_1 + X_1 B_1 = -\mu_1 \quad (52)$$

Generalizando para cualquier ecuación, obtenemos lo siguiente,

$$y_h = Y_h I_h + X_h B_h + \mu_h, \quad h = 1, 2, \dots, g \quad (53)$$

Esta descripción del modelo, nos facilitará enseguida la exposición del método MCO.

### MINIMOS CUADRADOS ORDINARIOS EN UN SISTEMA MULTIECUACIONAL.

Este método es aplicado sobre cada ecuación, tratando a todas las variables explicativas como exógenas, aún cuando existan variables endógenas explicativas; esto significa que su aplicación no se distingue del caso en que el modelo es uniecuacional.

Considérese la primera ecuación del sistema:

$$y_1 = Y_1 \tau_1 + X_1 B_1 + \mu_1 = (Y_1 \parallel X_1) \begin{pmatrix} \tau_1 \\ B_1 \end{pmatrix} + \mu_1 = Z_1 \gamma_1 + \mu_1 \quad (54)$$

donde

$$Z_1 = \begin{pmatrix} Y_1 & X_1 \\ \text{hx}(g_1-1 + \kappa_1) & \text{nx}\kappa_1 \end{pmatrix}, \quad Z_1 \text{ compila las } g_1-1 + \kappa_1 \text{ variables explicativas}$$

$$\gamma_1 = \begin{pmatrix} \tau_1 \\ B_1 \end{pmatrix} \begin{matrix} (g_1-1) \times 1 \\ \kappa_1 \times 1 \end{matrix} \quad \gamma_1 \text{ compila todos los parámetros por estimar.}$$

Aplicando la fórmula de MCO, obtenemos

$$\hat{\gamma}_1 \text{ MCO} = (Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' y_1 \quad (55)$$

Sustituyendo  $\hat{\gamma}_1$  y  $Z_1$

$$\begin{pmatrix} \hat{\tau}_1 \\ \hat{\beta}_1 \end{pmatrix} \text{ MCO} = \begin{pmatrix} Y_1' & Y_1 \\ \hline X_1' & Y_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_1' & X_1 \\ \hline X_1' & X_1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_1' \\ \hline X_1' \end{pmatrix} y_1 \quad (56)$$

Este estimador es sesgado; lo cual se demuestra enseguida sustituyendo  $y_1$  en (55), y tomando valores esperados en ambos lados

$$E(\hat{\gamma}_1) = E[(Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' (Z_1 \gamma_1 + \mu_1)] = \gamma_1 + E[(Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' \mu_1] \quad (57)$$

$$E(\hat{\gamma}_1) \neq \gamma_1$$

Tambi3n es inconsistente, ya que el sesgo permanece en el l3mite de la probabilidad de

$$p(\gamma_1) = \gamma_1 + p \lim \left( \frac{1}{n} Z_1' Z_1 \right)^{-1} \left( \frac{1}{n} Z_1' \mu_1 \right) \neq \gamma_1 \quad (58)$$

#### M3NIMOS CUADRADOS EN DOS ETAPAS (MC2E).

Este m3todo resuelve el sistema estructural, utilizando los valores estimados de las variables explicativas end3genas, los cuales son obtenidos a partir de la forma reducida.

La forma reducida del modelo estructural se obtiene multiplic3n-

dolo por  $T^{-1}$ , por la derecha de cada una de sus partes,

$$Y = X \Pi + V, \quad \Pi = -B T^{-1}, \quad V = UT^{-1} \quad (59)$$

$\begin{matrix} nxg & nxk & kxg & nxg \end{matrix}$

Considerando que en esta situación, toda ecuación está exclusivamente en función de variables exógenas; esto permite estimar las variables explicativas endógenas, sin sesgo, mediante MCO,

$$\hat{\Pi} = (X'X)^{-1} X' Y \quad (60)$$

$\begin{matrix} kxg & kxk & kxn & nxg \end{matrix}$

Sustituyendo  $\hat{\Pi}$  en (59) y particionándolo en la siguiente forma,

$$\begin{pmatrix} y_1 & \vdots & y_1 & \vdots & y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & \vdots & x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\Pi}_1 & \hat{\Pi}_3 & \hat{\Pi}_5 \\ \hat{\Pi}_2 & \hat{\Pi}_4 & \hat{\Pi}_6 \\ 1 & g_{i-1} & g-g_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (\kappa_1) \\ (\kappa-\kappa_1) \end{pmatrix} \quad (61)$$

$\begin{matrix} nx1 & nx(g_1-1) & nx(g-g_1) & nx\kappa_1 & nx(\kappa-\kappa_1) \end{matrix}$

$$+ \begin{pmatrix} v_0 & \vdots & v_1 & \vdots & v_2 \end{pmatrix}$$

$\begin{matrix} nx1 & nx(g_1-1) & nx(g-g_1) \end{matrix}$

Conviene recordar que  $g_1$  se refiere a la primera ecuación del sistema; esto es, el subíndice varía de 1 a  $g$ .

Dado que únicamente nos interesan los valores estimados de las variables explicativas endógenas, extraemos  $\hat{Y}_1$  de (61),

$$Y_1 = X_1 \hat{\Pi}_3 + X_2 \hat{\Pi}_4 + \hat{V}_1, \quad \hat{V}_1 \text{ es parte de } \hat{V} \text{ la matriz de residuos del}$$

$$\hat{Y}_1 = X_1 \hat{\Pi}_3 + X_2 \hat{\Pi}_4 \quad \text{modelo reducido} \quad (62)$$

La segunda etapa se refiere a la estimación de los parámetros estructurales del sistema, ecuación por ecuación, lo cual implica, sustituir en toda ecuación estructural, los valores estimados de sus variables explicativas endógenas respectivas, y luego aplicar nuevamente MCO; obteniendo finalmente para cada ecuación, en este caso, para la primera ecuación,

$$\begin{pmatrix} \hat{\tau}_1 \\ \hat{B}_1 \end{pmatrix}_{MC2E} = \begin{pmatrix} \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \hat{Y}_1' \\ X_1' \end{pmatrix} y_1 \quad (63)$$

$$\gamma_1^{MC2E} = (\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' y_1 \quad (64)$$

Estos estimadores son sesgados y consistentes:

Considerando que  $\hat{Y}_1 = Y_1 - \hat{v}_1$ , y que

$$y_1 = Y_1 \tau_1 + X_1 B_1 + \mu_1 \quad (65)$$

obtenemos

$$y_1 = (\hat{Y}_1 + \hat{v}_1) \tau_1 + X_1 B_1 + \mu_1 = \hat{Y}_1 \tau_1 + X_1 B_1 + \omega_1 = \hat{Z}_1 \gamma_1 + \omega_1 \quad (66)$$

donde

$$\omega_1 = v_1 \tau_1 + \mu_1$$

sustituyendo (66) en (64) y aplicando valores esperados en ambos lados,

$$E(\hat{\gamma}_1^{MC2E}) = E[(\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' (\hat{Z}_1 \gamma_1 + \omega_1)] = \gamma_1 + E[(\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' \omega_1] \quad (67)$$



$E(\gamma_1^{MC2E}) \neq \gamma_1$ ; así pues, el MC2E es sesgado.

En cuanto a la consistencia, enseguida la demostramos, aplicando p.lím a (64);

$$p\text{-lím } \hat{\gamma}_1^{MC2E} = p\text{-lím}[\gamma_1 + (\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' \omega_1] \quad (68)$$

$$p\text{-lím } \gamma_1^{MC2E} = \gamma_1 + p\text{-lím} (\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' \omega_1 = \gamma_1 + p\text{-lím} \left( \frac{1}{n} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \right)^{-1} \frac{1}{n} \hat{Z}_1' \omega_1 \quad (69)$$

donde

$$p\text{-lím} \left( \frac{1}{n} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \right)^{-1} = P_1^{-1}$$

$$p\text{-lím} \left( \frac{1}{n} \hat{Z}_1' \omega_1 \right) = \begin{pmatrix} p\text{-lím} \frac{1}{n} Y_1' \mu_1 \\ p\text{-lím} \frac{1}{n} X_1' \mu_1 \end{pmatrix}$$

A fin de que MC2E sea consistente, esta última expresión debe ser igual a cero.

$$p\text{-lím} \frac{1}{n} Y_1' \mu_1 = p\text{-lím} \frac{1}{n} (\Pi_3' X_1' + \Pi_4' X_2') \mu_1 = 0 \quad (70)$$

debido a que  $X_1$  y  $X_2$  no están correlacionadas con  $\mu_1$  en el límite de probabilidad  $p\text{-lím} \frac{1}{n} (X_1' \mu_1) = 0$  por la misma razón anterior.

Así pues, el MC2E, es sesgado y consistente.

Antes de exponer el método de mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E), es necesario que describamos la utilización de los métodos de estimación va-

riables instrumentales (VI) y mínimos cuadrados generalizados (MCG), los cuales permiten llegar al mismo resultado que MC2E; esta demostración es requerida para luego aplicarla en MC3E.

El método VI, consiste en escoger  $g_1 - 1 + \kappa_1$  variables independientes, igual al número de variables en  $Z_1$ , luego, agruparlas en forma matricial  $\omega_1 = n \times (g_1 - 1 + \kappa_1)$ , enseguida, premultiplicar la ecuación que se desea estimar por la transpuesta de  $\omega_1$ :  $\omega_1'$ ; y finalmente, despejar el vector de parámetros que se desea estimar. En nuestro caso, seguiremos considerando que la estimación es sobre la primera ecuación del sistema.

Premultiplicando la primera ecuación del sistema por  $\omega_1'$ , obtenemos:

$$\omega_1' Y_1 = \omega_1' Z_1 \gamma_1 + \omega_1' \mu_1 \quad (71)$$

eliminando  $\omega_1' \mu_1$ , y despejando el vector de parámetros, encontramos que

$$\hat{\gamma}_1(VI) = \hat{\gamma}_1(\omega_1) = (\omega_1' Z_1)^{-1} \omega_1' y_1 \quad (72)$$

Esto implica que el método MCO, en un sistema uniecuacional, y el método MC2E, pueden expresarse como VI; ésto se logra de la siguiente forma:

En MCO, cuando el modelo es uniecuacional, los estimadores son:

$$\gamma = (X'X)^{-1} X'y \quad (73)$$

Aplicando VI al modelo uniecuacional, resulta lo siguiente,

$$y = X\gamma + \mu$$

$$\omega'y = \omega'X\gamma + \omega'\mu \quad (74)$$

el elemento  $\omega'\mu$  se elimina de esta expresión, ya que MCO se desarrolla bajo el supuesto de que todas las variables explicativas son independientes; esto significa que no están correlacionadas con  $\mu$  y con ninguna otra variable.

Si alguna de las variables explicativas no fuera independiente, implicaría que la suma  $\mu'\mu = (\mu_1^2 + \dots + \mu_n^2)$  que se desea minimizar en MCO, no estaría bien expresada, ya que:

$$\mu = y - X\gamma = y - X(\mu)\gamma = y - (a + b\mu)\gamma, \quad X = a + b(\mu) \quad (75)$$

esto quiere decir que realmente no se estaría minimizando  $\mu'\mu$ , pues la parte derecha de (75) aparece el término  $\mu$ .

Así pues, el MCO, exige el supuesto de que las variables explicativas sean independientes.

Por tal razón, eliminamos  $\omega'\mu$  de (74)

Luego, despejamos el valor de  $\hat{\gamma}$

$$\hat{\gamma}_{VI} = \hat{\gamma}(\omega) = (\omega'X)^{-1}\omega'y, \quad (76)$$

Podemos observar que las variables instrumentales que satisfacen la solu-

ción de acuerdo a la obtenida por MCO, es  $\omega = X$

$$\hat{\gamma} \text{ MCO} = \hat{\gamma} \text{ VI} = \hat{\gamma}(X) = (X'X)^{-1}Xy \quad (77)$$

Lo mismo sucede en MC2E, que enseguida demostramos; los estimadores MC2E de la primera ecuación del sistema, son

$$\hat{\gamma}_1 \text{ MC2E} = (\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' y_1 \quad (78)$$

Utilizando VI sobre la primera ecuación,

$$\omega_1' y_1 = \omega_1' Z_1 \gamma_1 + \omega_1' \mu_1 \quad (79)$$

por la razón que expresamos previamente sobre  $\omega_1' \mu_1$ , la eliminamos de esta ecuación; y luego, determinamos el valor de  $\gamma_1$ :

$$\hat{\gamma}_1 \text{ VI} = \hat{\gamma}_1(\omega_1) = (\omega_1' Z_1)^{-1} \omega_1' y_1 \quad (80)$$

dado que  $\omega_1$  debe estar constituida por variables independientes, tales variables pueden ser las que forman a  $\hat{Z}_1 = (\hat{Y}_1 \quad X_1)$ ; esto es, los estimadores  $\hat{Y}_1$  de las variables explicativas endógenas que están en la primera ecuación; y las  $X_1$  variables exógenas de esa misma ecuación.

Haciendo  $\omega_1 = \hat{Z}_1$  y sustituyendo en

$$\hat{\gamma}_1 \text{ VI} = (\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' y_1 \quad (81)$$

para que  $\hat{Y}_1'VI = \hat{Y}_1'MC2E$ , es necesario que  $\hat{Z}_1'Z_1 = \hat{Z}_1'\hat{Z}_1$ , lo cual implica que

$$\left( \begin{array}{c|c} \hat{Y}_1' Y_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ \hline X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c|c} \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ \hline X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{array} \right) \quad (82)$$

primeramente, a partir de (59) y (60), podemos obtener

$$\hat{Y}_1 = X(X'X)^{-1} X' Y_1 \quad (83)$$

además,

$$\hat{Y}_1 = Y_1 - e_1$$

implica que

$$e_1 = Y_1 - \hat{Y}_1 = Y_1 - X(X'X)^{-1} X' Y_1 = [I - X(X'X)^{-1} X'] Y_1 = M Y_1 \quad (84)$$

de acuerdo a la definición de la matriz idempotente, dada en (22),

con lo anterior, podemos demostrar que

$$\hat{Y}_1' \hat{Y}_1 = \hat{Y}_1' Y_1 \quad \text{y que} \quad X_1' \hat{Y}_1 = X_1' Y_1 \quad (85)$$

En relación a la primera expresión

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 &= (Y_1' - e_1')(Y_1 - e_1) = (Y_1' - Y_1' M')(Y_1 - M Y_1) \\ &= Y_1' Y_1 - Y_1' M Y_1 - Y_1' M' Y_1 + Y_1' M' M Y_1, \quad \text{sabemos que } M' = M, M = M^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= Y_1' Y_1 - Y_1' M Y_1 - Y_1' M Y_1 + Y_1' M Y_1 = Y_1' Y_1 - Y_1' M Y_1 \\
 &= Y_1' Y_1 - Y_1' M Y_1 = (Y_1' - e_1') Y_1 = \hat{Y}_1' Y_1 \quad \underline{\text{Demostrado}} \quad (86)
 \end{aligned}$$

En cuanto a la segunda expresión de (85),

$$X_1' Y_1 = X_1' (Y_1 - e_1) = X_1' (Y_1 - M Y_1) = X_1' Y_1 - X_1' M Y_1 = X_1' Y_1$$

ya que

$$X_1' M = X_1' (I - X(X'X)^{-1}X') = X_1' - X_1' X(X'X)^{-1} X' = X_1' X' = 0$$

y luego  $X_1' M = 0$ , por ser una submatriz de  $X' M$ .

$$\text{Así pues, } X_1' \hat{Y}_1 = X_1' Y_1 \quad \underline{\text{Demostrado}} \quad (87)$$

Finalmente, queda demostrado que  $\hat{Y}_1' M C_2 E = \hat{Y}_1' V I$

Ahora, haremos que  $\hat{Y}_1' M C_2 E$ , quede en función de únicamente variables originales.

Sabemos que

$$X = (X_1 \begin{vmatrix} \vdots \\ X_2 \end{vmatrix}) = X(X'X)^{-1}X'X = X(X'X)^{-1}X'(X_1 \begin{vmatrix} \vdots \\ X_2 \end{vmatrix}) \quad (88)$$

extrayendo  $X_1$

$$X_1 = X(X'X)^{-1}X'X_1 \quad (89)$$

Además, también sabemos que

$$Y_1 = X(X'X)^{-1} X'Y_1$$

utilizando estas dos últimas ecuaciones como  $\omega_1$  del método VI

$$\omega_1 = \hat{Z}_1 = (\hat{Y}_1 \begin{matrix} \vdots \\ X_1 \end{matrix}) = X(X'X)^{-1} X'(\hat{Y}_1 \begin{matrix} \vdots \\ X_1 \end{matrix}) = X(X'X)^{-1} X' Z_1 \quad (90)$$

entonces, aplicando el método VI

$$\hat{Y}_1^{VI} = (\omega_1' Z_1)^{-1} \omega_1' Y_1 = [Z_1' X(X'X)^{-1} X' Z_1]^{-1} Z_1' X'(X'X)^{-1} X' Y_1 \quad (91)$$

Esta expresión también puede obtenerse, cambiando a todas las variables exógenas como variables instrumentales, y simultáneamente, utilizando el método CMG, que ya explicamos al principio.

Consideremos

$$Y_1 = Z_1 \gamma_1 + \mu_1 \quad (92)$$

premultiplicando por  $X'$  :

$$X'Y_1 = X' Z_1 \gamma_1 + X' \mu_1 \quad (93)$$

Además

$$\text{Cov}(X' \mu_1) = E(X' \mu_1 \mu_1' X) = \sigma_1^2 (X'X) \quad (94)$$

utilizando entonces, en forma simultánea los métodos VI y MCG, resulta

$$\hat{Y}_1^{MC2E} = [Z_1'X(X'X)^{-1}X'Z_1]^{-1} Z_1'X(X'X)^{-1}X'Y_1 \quad (95)$$

Esto significa que el método MC2E, llega al mismo resultado que el MCG, luego de haber utilizado todas las variables exógenas del sistema como variables instrumentales.

Todas estas transformaciones anteriores, teniendo como base el método MC2E, nos permitirán desarrollar la técnica de mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E).

#### MINIMOS CUADRADOS EN TRES ETAPAS (MC3E).

La característica fundamental de este método es la estimación simultánea de todos los parámetros originales del sistema, a diferencia de todos los métodos que hasta este momento hemos presentado.

Sus primeras dos etapas son idénticas al MC2E, las cuales permiten calcular la matriz de covarianzas de los términos de perturbancia  $\mu$  de todo el sistema; esta matriz se utiliza en la tercera etapa, donde se realiza la estimación simultánea de todos los parámetros, mediante las técnicas VI y MCG.

Antes de demostrar estas afirmaciones, necesitamos familiarizarnos con la simbología requerida para tal situación; considerese la  $h$ -ésima ecuación del sistema,



$$y_h = \begin{pmatrix} Y_h \\ \vdots \\ X_h \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_h \\ B_h \end{pmatrix} + \mu_h = Z_h \gamma_h + \mu_h \quad (90)$$

$n \times 1$      $n \times (g_h - 1)$      $n \times \kappa_h$      $n \times 1$      $n \times (g_h - 1 + \kappa_h)$      $n \times 1$      $(g_h - 1 + \kappa_h) \times 1$      $n \times 1$

$$h = 1, \dots, g$$

Tomando como referencia esta representación de la h-ésima ecuación, enseguida procedemos a "apilar" cada tipo de variables del sistema.

Usaremos una \* para indicar que estamos "apilando" todas las variables.

$$y^* = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_g \end{pmatrix}, \quad \mu^* = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_g \end{pmatrix}, \quad \gamma^* = \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_g \end{pmatrix}, \quad \kappa^* = \sum_{h=1}^g (g_h - 1 + \kappa_h) \quad (97)$$

$g_n \times 1$      $g_n \times 1$      $\kappa^* \times 1$

$$Z^* = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & Z_2 & & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & & Z_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 & X_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & Y_2 & X_2 & & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & & & Y_g & X_g \end{pmatrix} \quad (98)$$

Así pues, usando esta simbología, el sistema "apilado", como si fuera una sola ecuación; queda representado en esta forma

$$y^* = Z^* \delta^* + \mu^* \quad (99)$$

$g_n \times 1$      $g_n \times \kappa^*$      $\kappa^* \times 1$      $g_n \times 1$

En esta ecuación, se desea estimar  $\delta^*$ , a partir de  $y^*$  y  $Z^*$ , que constituyen las observaciones realizadas.

El término de perturbancia  $\mu^*$ , está sujeto a los siguientes postulados

$$E(\mu^*) = 0$$

$$\text{Cov}(\mu^*) = E(\mu^* \mu^{*'}) = \begin{pmatrix} \sigma_{11}^I & \sigma_{12}^I & \dots & \sigma_{1g}^I \\ \sigma_{21}^I & \sigma_{22}^I & & \sigma_{2g}^I \\ \vdots & & & \\ \sigma_{g1}^I & \sigma_{g2}^I & \dots & \sigma_{gg}^I \end{pmatrix} = \Sigma \otimes I \quad (100)$$

Este supuesto significa que se cumplen las características de homoscedasticidad e inexistencia de correlación entre los  $\mu$  de diferentes observaciones; aunque sí existe la correlación de los  $\mu$  dentro de una misma observación.

Por ejemplo,

$$\sigma_{11}^I = \sigma_1^2 \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & & \\ \vdots & & \ddots & \\ 0 & & & 1 \end{pmatrix}$$

$n \times n$

significa que los términos estocásticos  $\mu_{i1}$ , tienen una varianza igual a  $\sigma_1^2$  cuando ambos términos involucrados son de la misma observación  $i$ , y tienen varianza 0, cuando cada uno es de diferente observación  $i$ .

Analizando una submatriz fuera de la diagonal, por ejemplo,  $\sigma_{g2}I$ , ésta representa las covarianzas entre los elementos  $\mu_{ig}$  y  $\mu_{i2}$ , correspondientes a las ecuaciones  $g$  y  $2$  respectivamente, tienen covarianza constante  $\sigma_{g2}$  cuando ambos elementos corresponden a una misma observación; y covarianza 0 cuando son cada uno de diferente observación.

Con base en todas estas explicaciones sobre cómo "apilar" el sistema de ecuaciones, podemos representar al método MC2E, con esta notación especial,

$$\hat{\gamma}^* \text{ MC2E} = (\hat{Z}^* \hat{Z}^*)^{-1} \hat{Z}^* y^* \quad (101)$$

donde

$$\hat{Z}^* = \begin{pmatrix} \hat{Y}_1 & X_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \hat{Y}_2 & X_2 & & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & & \hat{Y}_g & X_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{Z}_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \hat{Z}_2 & & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \hat{Z}_g \end{pmatrix} \quad (102)$$

además, sabemos que  $\hat{Z}^* = X^*(X^*X^*)^{-1} X^* Z^*$

donde

$$X^* = \begin{pmatrix} X & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & X & & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & X \end{pmatrix} = \begin{matrix} I & \otimes & X \\ g \times g & & n \times k \end{matrix} \quad (103)$$

Sustituyendo  $\hat{Z}^*$  en (101), obtenemos

$$\hat{\gamma}^{*MC2E} = [Z^{*'} X^* (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} Z^*]^{-1} Z^{*'} X^* (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} y^* \quad (104)$$

usando las propiedades del producto de *Kronecker*, obtenemos otra representación,

$$\hat{\gamma}^{*MC2E} = [Z^{*'} [I_0 \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z^*]^{-1} Z^{*'} [I_0 \otimes X(X'X)^{-1}] y^* \quad (105)$$

En cuanto al método MC3E, es un estimador MCG que utiliza la matriz de covarianzas (100), y todas las variables exógenas como variables instrumentales.

Así pues, premultiplicando (99) por  $X^{*'}$ , resulta,

$$X^{*'} y^* = X^{*'} Z^* \gamma^* + X^{*'} \mu^* \quad (106)$$

luego, aplicando el estimador MCG, y  $\text{Cov}(X^{*'} \mu^*)$

$$\hat{\gamma}^{*MC3E} = [Z^{*'} X^* [\text{Cov}(X^{*'} \mu^*)]^{-1} X^{*'} Z^*]^{-1} Z^{*'} X^* [\text{Cov}(X^{*'} \mu^*)]^{-1} X^{*'} y^* \quad (107)$$

donde

$$\text{Cov}(X^{*'} \mu^*) = X^{*'} \text{Cov}(\mu^*) X^* = X^{*'} (\Sigma \otimes I) X^* \quad (108)$$

Sustituyendo esta expresión en (107), resulta

$$\hat{\gamma}^{*MC3E} = [Z^{*'} X^* [X^{*'} (\Sigma \otimes I) X^*]^{-1} X^{*'} Z^*]^{-1} Z^{*'} X^* [X^* (\Sigma \otimes I) X^*]^{-1} X^{*'} y^* \quad (109)$$

Utilizando las propiedades del producto de *Kronecker*, podemos encontrar otra representación de  $\hat{\gamma}^{*MC3E}$ ;

$$\text{Cov}(X^{*'}\mu^*) = X^{*'}(\Sigma \otimes I)X^* = (I \otimes X')(\Sigma \otimes I)(I \otimes X) = \Sigma \otimes (X'X) \quad (110)$$

sustituyendo (103) y (110) en (107), y reemplazando  $\Sigma$  por  $\hat{\Sigma}$ , obtenemos.

$$\hat{\gamma}^{*MC3E} = [Z^{*'}[\hat{\Sigma}^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X']Z^*]^{-1}Z^{*'}[\hat{\Sigma}^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X']y^* \quad (111)$$

toda la información requerida, excepto  $\Sigma$ , se obtiene de la muestra de datos;  $\hat{\Sigma}$ , puede calcularse en función de los residuos  $e$ , estimados mediante  $\hat{\gamma}^{*MC2E}$ ,

$$\hat{\Sigma} = (\hat{\sigma}_{hh'}) \quad , \quad \text{donde}$$

$$\hat{\sigma}_{hh'} = \frac{1}{n} e_h' e_h = \frac{1}{n} (y_h - Z_h' \hat{\gamma}_h)' (y_h - Z_h' \hat{\gamma}_h) \quad (112)$$

$$h, h' = 1, 2, \dots, g$$

Por último, este estimador es sesgado, sin embargo, es consistente; esto es, igual a  $\delta^*$  en el límite de probabilidad:

$$p \lim \hat{\gamma}^{*MC3E} = \delta^*$$

Además, es asintóticamente más eficiente que MC2E; esto se demuestra restandando la covarianza  $\hat{\gamma}^{*MC2E}$  a la covarianza  $\hat{\gamma}^{*MC3E}$ , y luego aplicando límites,

$$\lim \text{Cov}(\gamma^{*MC3E}) - \lim \text{Cov}(\gamma^{*MC2E}) = \text{negativo semidefinido} \quad (113)$$

esto significa que los términos de  $\gamma^{*MC2E}$  tienen más variación que los de  $\gamma^{*MC3E}$ , cuando  $n$  tiende a  $\infty$ .

#### MAXIMA VEROSIMILITUD CON INFORMACION COMPLETA (MVIC)

En este método, la función de verosimilitud para el sistema de ecuaciones es maximizada mediante la selección de todos los parámetros del sistema, sujetos a todas las restricciones a priori.

Los estimadores obtenidos son consistentes y asintóticamente eficientes; sus propiedades asintóticas son las mismas que las de los estimadores de MC3E.

La gran ventaja del MVIC sobre el MC3E, es el poder utilizar durante el proceso de estimación información a priori sobre los parámetros estructurales; en cuanto a las desventajas, la mayor es la dificultad y costo del cálculo, ya que el método está diseñado para estimar no sólo sistemas lineales sino también no lineales; el cálculo es realizado mediante iteraciones.

Consideremos el siguiente sistema de  $g$  ecuaciones

$$\begin{matrix} Y^* & = & Z^* & \delta^* & + & \mu^* \\ g_n \times 1 & & g_n \times K^* & K^* \times 1 & & g_n \times 1 \end{matrix} \quad (114)$$

Supongamos que el vector estocástico  $\mu^*$  satisface las propiedades

$$E(\mu^*) = 0 \quad (115)$$

$$\text{Cov}(\mu^*) = \Sigma \otimes I \quad (116)$$

Dado que el método de máxima verosimilitud requiere una suposición sobre la distribución del término de perturbancia, suponemos como en los casos anteriores que  $\mu^*$  está normalmente distribuido

$$\mu^* \sim N(0, \Sigma \otimes I) \quad (117)$$

Aplicando logaritmos en ambos lados de la función de verosimilitud, obtenemos

$$\ln L(\mu^*) = -\frac{g_n}{2} \ln 2\pi - \frac{1}{2} \ln |\Sigma \otimes I| - \frac{1}{2} (Y^* - Z^* \delta^*)' (\Sigma^{-1} \otimes I) (Y^* - Z^* \delta^*) \quad (118)$$

Considerando que nuestro objetivo es maximizar la función de las variables endógenas  $Y^*$ , necesitamos efectuar una transformación de variable en la función de verosimilitud de  $\mu^*$ , mediante la utilización de la matriz jacobiana <sup>5/</sup> de todas las derivadas parciales de primer orden de los elementos de  $\mu^*$  con respecto a  $Y^*$ ; la consideración del valor absoluto es para evitar el caso en que  $Y^*$  fuera una función decreciente de  $\mu^*$ .

La función de verosimilitud de  $Y^*$  es

$$\ln L(Y^*) = \ln L(\mu^*) + \ln \left| \frac{\partial \mu^*}{\partial Y^*} \right| \quad (119)$$

<sup>5/</sup> Ver "Change of variables in density functions", Econometric Methods, Johnston, J. segunda edición. Editorial McGraw-Hill.

A fin de que las derivadas de primer orden estén en función de  $\delta^*$  y  $\Sigma$ , es necesario que simplifiquemos la expresión (119); esto es posible, sustituyendo la matriz jacobiana en (119) por

$$\left| \frac{\partial \mu^*}{\partial \gamma^*} \right| = \left| \begin{pmatrix} T & 0 & \cdots & 0 \\ & T & \cdots & 0 \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & T \end{pmatrix} \right| = |T|^n \quad (120)$$

La expresión anterior se obtiene considerando las dos primeras relaciones de (97); los elementos por abajo de la diagonal principal de las matrices  $T$ , pueden ser ceros, implicando variables endógenas rezagadas; y los elementos por arriba de la diagonal, deben ser ceros, implicando el hecho de que las variables futuras no influyen sobre las correspondientes al presente.

La segunda y última simplificación, la efectuamos sustituyendo en la expresión (118)

$$-\frac{1}{2} \ln |\Sigma \Theta I| = -\frac{1}{2} \ln |\Sigma|^n = -\frac{n}{2} \ln |\Sigma| \quad (121)$$

La relación (119) transformada resulta ser

$$\ln L(\gamma^*) = -\frac{g_n}{2} \ln 2\pi - \frac{n}{2} \ln |\Sigma| + n \ln |T| - \frac{1}{2} (\gamma^* - Z^* \delta^*)' (\Sigma^{-1} \Theta I) (\gamma^* - Z^* \delta^*) \quad (122)$$

Esta es la función de verosimilitud que maximizaremos mediante la selec-



ción de los parámetros estructurales; para lo cual, empezaremos por escoger los elementos de la matriz de covarianza  $\Sigma$ .

Para lograr lo anterior, necesitamos reemplazar la última parte del lado derecho de (122) por lo siguiente

$$-\frac{1}{2}(Y^*-Z^*\delta^*)'(\Sigma^{-1}\theta I)(Y^*-Z^*\delta^*) = -\frac{1}{2}\sum_{h=1}^g \sum_{h'=1}^g \sigma^{hh'}(Y_h-Z_h\delta_h)'(Y_{h'}-Z_{h'}\delta_{h'}) \quad (123)$$

en donde  $\sigma^{hh'}$  son los elementos de la inversa de la matriz de covarianza; y  $\sigma_{hh'}$ , son los elementos de la matriz de covarianza.

Utilizando (122) y (123), obtenemos las condiciones de primer orden respecto a los elementos de la inversa de la matriz de covarianza

$$\frac{\partial \ln L(Y^*)}{\partial \sigma^{hh'}} = \frac{n}{2} \sigma^{hh'} - \frac{1}{2}(Y_h-Z_h\delta_h)'(Y_{h'}-Z_{h'}\delta_{h'}) = 0 \quad (124)$$

Los estimadores resultantes de la matriz de covarianza  $\Sigma$ , son

$$\hat{\Sigma} = (\hat{\sigma}_{hh'}), \quad \text{donde} \quad \hat{\sigma}_{hh'} = \frac{1}{n}(Y_h-Z_h\hat{\delta}_h)'(Y_{h'}-Z_{h'}\hat{\delta}_{h'}) \quad (125)$$

$h, h' = 1, 2, \dots, g$

A partir de (125), podemos estimar  $\Sigma \theta I$

$$\hat{\Sigma} \theta I = \frac{1}{n}(Y^*-Z^*\hat{\delta}^*)(Y^*-Z^*\hat{\delta}^*)' \quad (126)$$

Sustituyendo (126) en (122), resulta

$$\ln L(Y^*) = -\frac{g_n}{2} \ln 2\pi - \frac{n}{2} \ln |\hat{\Sigma}| + n \ln |T| - \frac{n}{2} \quad (127)$$

En esta expresión podemos observar que las matrices del último elemento de (122) se cancelan al sustituir (126).

A partir de la maximización de la expresión (127), obtenemos los estimadores de los parámetros estructurales  $\delta^*$ , pudiendo estar sometidos a restricciones a priori.

Para el caso en que no existan restricciones, las condiciones de primer orden son

$$\frac{\partial \ln L(Y^*)}{\partial \delta^*} = -\frac{n}{2} \frac{\partial \ln |\hat{\Sigma}|}{\partial \delta^*} + n \frac{\partial \ln(T)}{\partial \delta^*} = 0 \quad (128)$$

Considerando (125),  $\hat{\Sigma}$  depende de  $\delta^*$ .

La expresión (128) constituye el sistema no lineal que debemos resolver mediante el método de (MVIC).

Dado que  $|T|$  está en función de los coeficientes de las variables endógenas presentes en todas las ecuaciones, la solución del sistema de ecuaciones no lineales resulta muy complicado.

Tales complicaciones mediante el (MVIC), no existen cuando el sistema de ecuaciones es recursivo; esto es, cuando es posible estimar una ecuación

del sistema, y luego, con ese valor estimado pasamos a estimar otra ecuación, y así sucesivamente. En este caso, T es una matriz triangular y  $\Sigma$  es diagonal; esto implica que, al ser normalizado el sistema,  $|T|$  es igual a la unidad, lo que permitiría que el segundo elemento de (128) sea igual a cero, quedando (128) únicamente en función de  $|\hat{\Sigma}|$

$$\frac{\partial \ln L(Y^*)}{\partial \delta^*} = -\frac{n}{2} \frac{\partial \ln |\hat{\Sigma}|}{\partial \delta^*} = 0 \quad (129)$$

Por otra parte, considerando que  $\Sigma$  es diagonal

$$\begin{aligned} \ln |\hat{\Sigma}| &= \sum_{h=1}^g \ln \hat{\sigma}_{hh} = \sum_{h=1}^g \ln \frac{1}{n} (Y_h - Z_h \hat{\delta}_h)' (Y_h - Z_h \hat{\delta}_h) \\ &= \sum_{h=1}^g \ln \frac{1}{n} (Y_h' Y_h - 2 \hat{\delta}_h' Z_h' Y_h + \hat{\delta}_h' Z_h' \hat{\delta}_h) \end{aligned} \quad (130)$$

Aplicando derivadas de primer orden respecto a  $\hat{\delta}_h$  sobre (130), obtenemos

$$\frac{\partial \ln |\hat{\Sigma}|}{\partial \hat{\delta}_h} = \sum_{h=1}^g \frac{1}{\hat{\sigma}_{hh}} \frac{1}{n} (-2Z_h' Y_h + 2Z_h' Z_h \hat{\delta}_h) = 0 \quad (131)$$

Los estimadores resultantes son los siguientes

$$\hat{\delta}_h = (Z_h' Z_h)^{-1} Z_h' Y_h \quad ; \quad h=1, 2, \dots, g \quad (132)$$

La expresión (132) es la misma que obtendríamos si aplicáramos el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sobre cada ecuación del sistema recursivo; esto es debido a que T es triangular y  $\Sigma$  es diagonal, implicando que las variables endógenas explicativas en cada ecuación, no están correlacionadas con la variable de perturbancia de esa misma ecuación.

del sistema, y luego, con ese valor estimado pasamos a estimar otra ecuación, y así sucesivamente. En este caso,  $T$  es una matriz triangular y  $\Sigma$  es diagonal; esto implica que, al ser normalizado el sistema,  $|T|$  es igual a la unidad, lo que permitiría que el segundo elemento de (128) sea igual a cero, quedando (128) únicamente en función de  $|\hat{\Sigma}|$

$$\frac{\partial \ln L(Y^*)}{\partial \delta^*} = -\frac{n}{2} \frac{\partial \ln |\hat{\Sigma}|}{\partial \delta^*} = 0 \quad (129)$$

Por otra parte, considerando que  $\Sigma$  es diagonal

$$\begin{aligned} \ln |\hat{\Sigma}| &= \sum_{h=1}^g \ln \hat{\sigma}_{hh} = \sum_{h=1}^g \ln \frac{1}{n} (Y_h - Z_h \hat{\delta}_h)' (Y_h - Z_h \hat{\delta}_h) \\ &= \sum_{h=1}^g \ln \frac{1}{n} (Y_h' Y_h - 2 \hat{\delta}_h' Z_h' Y_h + \hat{\delta}_h' Z_h' \delta_h) \end{aligned} \quad (130)$$

Aplicando derivadas de primer orden respecto a  $\hat{\delta}_h$  sobre (130), obtenemos

$$\frac{\partial \ln |\hat{\Sigma}|}{\partial \hat{\delta}_h} = \sum_{h=1}^g \frac{1}{\hat{\sigma}_{hh}} \frac{1}{n} (-2 Z_h' Y_h + 2 Z_h' Z_h \hat{\delta}_h) = 0 \quad (131)$$

Los estimadores resultantes son los siguientes

$$\hat{\delta}_h = (Z_h' Z_h)^{-1} Z_h' Y_h ; \quad h=1, 2, \dots, g \quad (132)$$

La expresión (132) es la misma que obtendríamos si aplicáramos el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sobre cada ecuación del sistema recursivo; esto es debido a que  $T$  es triangular y  $\Sigma$  es diagonal, implicando que las variables endógenas explicativas en cada ecuación, no están correlacionadas con la variable de perturbancia de esa misma ecuación.

## BIBLIOGRAFIA

- Barkin, David y Gustavo Esteva. Inflación y democracia, el caso de México. Edit. Siglo XXI, 1979.
- Casar, José I., Mario Dehesa, Jaime Ros y Alejandro Vázquez E. La hipótesis de precios normales y su aplicación al sector manufacturero. Economía Mexicana. Edit. CIDE, 1979.
- Cramer, J.S. Econometría empírica. Edit. FCE, 1981.
- Dagum, Camilo y Estela de Dagum. Introducción a la econometría. Edit. Siglo XXI, 1976.
- El Banco de México. Informe anual del Banco de México. 1974-1983.
- Esteva, Gustavo. Mitos de la inflación ... y otros. Edit. El Día, 1982.
- Friedman, M. The optimum quantity of money and other essays. The Chicago University Press, 1969.
- Gómez, Oliver Antonio. La demanda de dinero en México. El Trimestre Económico. Edit. FCE, No. 17, 1976.
- Gujarati, Damodar. Econometría básica. Edit. McGraw-Hill, 1983.
- Hall, Robert E. Inflation: causes and effects. The Chicago University Press, 1982.
- International Monetary Fund. International financial statistics, 1971, 1978 y 1984.

- Intriligator, Michael D. Econometric models, techniques and applications. Edit. Prentice-Hall, New Jersey, 1978.
- Ize, Alain. Un análisis de la inflación en México. El Banco México, No.15, 1979.
- Johnston, J. Econometric methods. International Student Edition, 1972.
- Keynes, John Maynard. Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero. Edit. F.C.E., 1965.
- Khan, M.S. and Knight, M.D. Stabilization programs in developing countries: a formal framework. The IMF Staff papers, 1981.
- Laidler, David E. Essays on money and inflation. The Chicago University Press, 1975.
- Nacional Financiera. La economía mexicana en cifras, 1981.
- Pinto, Aníbal. Inflación: raíces estructurales. Edit. FCE, 1973.
- Rodríguez, Gonzalo. El comportamiento de los precios agropecuarios. Economía Mexicana. Edit. CIDE, 1979.
- Ros, Jaime. Inflación: la experiencia de la presente década. Economía Mexicana. Edit. CIDE, 1979.
- Samuelson, Paul Anthony. Curso de economía moderna. Edit. McGraw Hill, New York, 1967.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. La cuenta anual de la Hacienda Pública Federal, 1960-1983.
- Sirven, Claes H. A study in the theory of inflation and unemployment

\_\_\_\_\_ Edit. North-Holland. New York, 1979.

- Thirlwall, A. Inflación, ahorro y crecimiento en las economías en desarrollo. Edit. El Manual Moderno. México, 1978.