

T/157

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID.
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES.
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ECONOMICO.

**ESTRATEGIAS DINAMICAS DE
COORDINACION MONETARIA EN EL MARCO
DE DOS ECONOMIAS INTERDEPENDIENTES**



R^o. FEE. 57211

M

MARIA ISABEL GARCIA GRACIA
DIRECTOR: DR. J. GARCIA SOLANES

OCTUBRE, 1992

A mi marido e hijo.

INDICE

INTRODUCCION.	1
CAPITULO I: LA COORDINACION DE LAS POLITICAS ECONOMICAS Y LA TEORIA DE JUEGOS DIFERENCIALES: UNA VISION GENERAL.	14
I.1. INTERDEPENDENCIA ECONOMICA.	15
I.1.1 CONCEPTOS, CAUSAS Y ALTERNATIVAS.	17
I.2. LA COORDINACION INTERNACIONAL DE LAS POLITICAS ECONOMICAS.	22
I.2.1 METODOS.	26
I.2.2 OBSTACULOS	29
I.3. LA TEORIA DE JUEGOS DINAMICOS DESDE UN PRISMA CONCEPTUAL Y DE FORMULACION GENERAL.	33

I.3.1	CONCEPTOS Y CLASIFICACION.	33
I.3.2	ELEMENTOS BASICOS.	38
I.3.3.	SOLUCIONES NO COOPERATIVAS.	50
I.3.3.1	Solución de equilibrio "Open-Loop" Nash.	52
I.3.3.2	Solución de equilibrio global "Open-Loop" Stackelberg.	56
I.3.4.	TEORIA DE LA NEGOCIACION Y SOLUCIONES COOPERATIVAS.	66
I.3.4.1	Solución de equilibrio cooperativa Nash.	69
I.4	APLICACIONES DE LA TEORIA DE JUEGOS DINAMICOS A LA POLITICA MACROECONOMICA.	75
CAPITULO II: JUEGOS DINAMICOS DE POLITICA MONETARIA EN ECONOMIAS INTERDEPENDIENTES.		86
II.1	INTRODUCCION.	87

II.2. MARCO TEORICO.	91
II.2.1 MODELO ESTRUCTURAL.	91
II.2.2 FUNCIONES OBJETIVO.	95
II.2.3 MODELO REDUCIDO Y ECUACION DE ESTADO.	98
II.3. PROCESO DE OPTIMIZACION DINAMICO.	102
II.3.1 SUPUESTOS GENERALES.	102
II.3.2 PLANTEAMIENTO FORMAL.	104
II.4. ESTRATEGIAS DE POLITICA MONETARIA.	106
II.4.1. ESTRATEGIAS NO COOPERATIVAS.	106
II.4.1.1. MODELO DE COMPORTAMIENTO SIMETRICO: EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" NASH.	107
II.4.1.1.1 Resolución analítica.	108
II.4.1.1.2 Simulación numérica. Solución de equilibrio.	113
II.4.1.1.3 Valoración del equilibrio no cooperativo Nash.	118

7
1

II.4.1.2. MODELO DE COMPORTAMIENTO ASIMETRICO: EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" STACKELBERG.	126
II.4.1.2.1 Resolución analítica.	127
II.4.1.2.2 Simulación numérica. Solución de equilibrio.	131
II.4.1.2.3 Valoración del equilibrio no cooperativo Stackelberg. Análisis comparativo modelos Stackelberg/ Nash.	135
II.4.2. ESTRATEGIAS COOPERATIVAS.	145
II.4.2.1 Resolución analítica.	147
II.4.2.2 Simulación numérica. Solución de equilibrio.	150
II.4.2.3 Valoración del equilibrio cooperativo Nash.	154
II.4.3. ANALISIS COMPARATIVO: MODELOS COOPERATIVO Y NO COOPERATIVOS.	163
II.4.3.1 Modelos cooperativo Nash/ Stackelberg.	164
II.4.3.2 Modelos cooperativo Nash/no cooperati- vo Nash.	166

CAPITULO III: UN MODELO DE COMPORTAMIENTO ASIMÉTRICO: EL SISTEMA MONETARIO EUROPEO.	169
III.1 EL SME.	170
III.2. CARACTERISTICAS BASICAS DEL COMPORTAMIENTO DEL SME.	173
III.2.1 VARIABILIDAD DE LOS TIPOS DE CAMBIO.	175
III.2.2. ASIMETRIA.	195
III.2.2.1 Objetivos monetarios y política de intervenciones.	197
III.2.2.2 Tipos de interés nominales, interiores y exteriores.	213
III.2.3. DISCIPLINA CONTRA LA INFLACION.	223
CAPITULO IV: CONCLUSIONES GENERALES	239
APENDICE	247
BIBLIOGRAFIA	264

INTRODUCCION (*)

La coordinación internacional de las políticas económicas es una respuesta lógica, aunque no exclusiva, a la interdependencia entre las economías occidentales, muy superior en la actualidad a la de cualquier otro período pasado.

Durante la última década, se ha venido reconociendo, cada vez en mayor medida, que las políticas económicas adoptadas unilateralmente por un país trasladan sus efectos al resto de la comunidad internacional, con unas consecuencias más acusadas a medida que aumenta la integración económica. Por esta razón esas políticas generan reacciones, en forma de medidas de naturaleza diversa adoptadas en otros países, que modifican el impacto de las políticas del primer país en el ámbito de su propia economía.

(*) A lo largo de estos últimos cuatro años cada paso que he dado me ha ido comprometiendo más y más con mi realidad profesional, imaginando posibilidades y mecanizándolas sentimentalmente para que luego sirviesen de instrumento para la fundamentación de este trabajo.

Junto a profesionales he descubierto como bajo cada pensamiento se oculta una verdadera ilusión. Por ello, me honra dejar constancia de mi gratitud a D. José García Solanes - Catedrático de Teoría Económica- por su inapreciable ayuda y la alta confianza depositada en mí. Así mismo expreso mi gratitud a D^a. Paloma Sanz -Doctora en Ciencias Exactas- cuya inestimable colaboración en el tratamiento de las cuestiones científico-matemáticas, ha resultado fundamental para el desarrollo del presente trabajo.

En consecuencia, los procesos de toma de decisiones de política económica, en un contexto multi-país, implican el análisis de comportamientos estratégicos.

En el campo de los comportamientos estratégicos interdependientes, la contribución pionera de Von Neumann y Morgenstern (1944) sigue siendo la primera referencia fundamental. Aunque en la época en que esta obra fue publicada, los problemas relacionados con las decisiones de políticas económicas interdependientes y la falta de coordinación de las autoridades económicas eran hechos bien conocidos, sin embargo, la metodología de la Teoría de juegos no empezó a ser aplicada por los teóricos de la macroeconomía internacional hasta mucho más tarde. Hemos tenido que esperar más de tres décadas para que los macroeconomistas comprendieran que las enseñanzas de Von Neumann y Morgenstern no tenían por qué limitarse al campo de la organización industrial.

La importante contribución de Hamada (1976) constituye, en realidad, la primera aplicación de la Teoría de juegos en el ámbito de las relaciones macroeconómicas internacionales.

Hamada analizó las interacciones estratégicas entre las autoridades económicas en un mundo de "n" países, en un contexto estático, bajo un enfoque monetario de la Balanza de Pagos y en un régimen de tipo de cambios fijos.

En dicho trabajo se comparan los resultados que se alcanzan en situaciones de cooperación y no cooperación cuando cada país decide su estrategia monetaria a fin de alcanzar determinados objetivos de política económica. Este autor demostró que bajo modelos de comportamiento no cooperativos (Nash o Stackelberg) las estrategias óptimas resultantes son

inferiores, desde el punto de vista de Pareto, a las estrategias monetarias de naturaleza cooperativa.

Del seguimiento minucioso de la literatura económica reciente que aborda la problemática de la coordinación de las políticas económicas, se comprueba que dicho análisis se proyecta en una triple dirección.

En primer lugar, algunos economistas han estudiado con detalle el proceso mismo de la transmisión de los efectos de las políticas económicas entre países. En sus trabajos se resalta el hecho de que el signo y la intensidad con que las políticas de un país se transmiten a otros países depende de la vinculación real y financiera entre las economías de los mismos. Además, demuestran que la coordinación internacional de las políticas resulta fortalecida o debilitada según el esquema de transmisión que se utilice. El proceso de transmisión internacional es un aspecto crucial que ha atraído la atención de numerosos economistas en sus investigaciones.¹

En segundo lugar, otros autores han analizado la coordinación internacional de las políticas económicas en términos estratégicos, utilizando la metodología de la Teoría de juegos (**estáticos**) en la línea de investigación iniciada por Hamada. El método que se sigue en dichos estudios consiste en

¹ Un buen indicador de la singularidad de este enfoque es el trabajo de Minford, P., (1985). El objetivo de su aportación es investigar los efectos de las perturbaciones monetarias y fiscales de Estados Unidos sobre la economía mundial en el contexto de un modelo macroeconómico mundial. Además del trabajo de Minford, entre otros estudios relevantes caben destacar las aportaciones de Ishii, N., McKibbin, W y Sachs, J., (1985), Eichengreen, B., (1985), Svensson, L.E.O., (1986) y Grober, G., (1988).

comparar los resultados, en términos de bienestar de los comportamientos unilaterales y de los comportamientos cooperativos. Los primeros suelen formalizarse de acuerdo con las estrategias de Nash o de Stackelberg. Los segundos siguen la línea de la optimización de una función objetivo conjunta. En este tipo de investigaciones de naturaleza **estática** se demuestra que las ventajas de una forma de comportamiento estratégico sobre otra dependen, fundamentalmente, de la naturaleza del mecanismo de transmisión y de las características estructurales de las economías de los países.

En tercer lugar, existe una línea de investigación, la más actual y, probablemente, la menos desarrollada, que aborda la problemática de la coordinación internacional de las políticas económicas bajo un enfoque **dinámico e intertemporal**, utilizando como marco analítico la Teoría de juegos **dinámicos**.

Al pasar de una dimensión estática a una dinámica surgen nuevas cuestiones y enfoques de gran interés tanto teórico como aplicado, al tiempo que la complejidad analítica aumenta considerablemente. De hecho, solo en los modelos intertemporales es donde se plantean y abordan cuestiones tales como la inconsistencia temporal y la credibilidad de las políticas óptimas, los efectos del ciclo político, el papel de la reputación, la estabilidad de las políticas óptimas, su consistencia y eficacia en el largo plazo, etc.

El presente trabajo está enmarcado dentro de esta tercera línea de investigación.

El análisis de la coordinación de las políticas económicas

desde una perspectiva dinámica se ha constituido en una de las áreas de investigación de mayor interés en la última década. Sin embargo, las aportaciones disponibles, aunque importantes no son excesivamente abundantes.²

El éxito e interés por el tema se debe, en gran parte, a la creciente interdependencia económica entre países, que ha hecho que la coordinación internacional haya llegado a constituirse en una cuestión clave para los gobiernos, políticos y economistas a partir de los años 80. Esto es particularmente cierto en el ámbito de los países de la Comunidad Europea como consecuencia del proceso de integración económica y monetaria en el que están inmersos. El análisis dinámico de la coordinación de las políticas resulta asimismo atractivo por las implicaciones prácticas que se derivan de las numerosas cuestiones que pueden ser objeto de debate y análisis.

La cuestión principal que debate la literatura económica que utiliza el enfoque dinámico consiste en verificar si el régimen de cooperación de las políticas internacionales es superior o no a los regímenes no cooperativos.

Alrededor de este tema central pueden plantearse otras muchas cuestiones de naturaleza diversa. Algunos ejemplos pueden ser: analizar bajo qué condiciones es relevante la cooperación y bajo qué situaciones puede llegar a ser contraproducente; evaluar la magnitud de las ganancias de la cooperación en términos de bienestar; estudiar los diferentes mecanismos

² Las referencias bibliográficas de los trabajos más relevantes que analizan la coordinación internacional de las políticas en términos estratégicos, tanto desde un enfoque estático como dinámico, se encuentran en el apartado I.4 de este capítulo.

para alcanzar acuerdos cooperativos estables; examinar el papel de la información y la existencia de incertidumbre en los procesos de toma de decisiones interdependientes; determinar las condiciones de estabilidad de las políticas óptimas; etc.

Cada uno de los temas anteriormente mencionados ofrece, a su vez, un campo de análisis con un amplio abanico de posibilidades, ya que los elementos necesarios para abordar dicho análisis pueden ser enfocados bajo supuestos e hipótesis de trabajo de distinta consideración. Veamos a continuación, a título ilustrativo, algunos de ellos.

En lo que respecta a los agentes económicos, se pueden considerar bien las interacciones estratégicas entre las autoridades económicas de al menos dos o más países, o bien la interdependencia entre las respectivas autoridades de cada uno de los países y los sectores privados correspondientes. En el marco de este último caso surge uno de los problemas más complejos y debatidos por la literatura económica cual es la inconsistencia temporal de las políticas económicas. En síntesis, este problema aparece cuando los Gobiernos tienen incentivos a renunciar a políticas anunciadas previamente y cuando las expectativas del sector privado toman en cuenta tales incentivos.

En cuanto a los modelos estructurales que caracterizan el comportamiento de las economías nacionales, se puede utilizar tanto una modelización simétrica, es decir, con ecuaciones de comportamiento y parámetros estructurales completamente idénticos para cada país, como asimétrica, que es lo que

sucede cuando se adoptan ecuaciones y parámetros peculiares (y distintos) para cada economía.

Atendiendo a los objetivos de política económica o preferencias de cada una de las autoridades económicas o agentes económicos en general, se puede distinguir, asimismo, entre formulaciones simétricas y asimétricas.

Finalmente, se pueden hacer diferenciaciones según la naturaleza de las estrategias adoptadas. Estas varían en función del modelo de información disponible por los agentes económicos sobre el estado de las economías. Este modelo puede ser de tres tipos: "Open-loop", "Closed-loop" o "Feedback".

En suma, de acuerdo con lo expuesto anteriormente se deduce que el análisis de la coordinación internacional de las políticas económicas bajo una perspectiva dinámica es un campo de investigación muy amplio con una problemática relativamente compleja y actual. Los avances en el desarrollo de esta línea constituyen, en la actualidad, uno de los objetivos de mayor interés tanto en el ámbito académico como político, por su atractivo teórico y las implicaciones prácticas que se derivan para la adopción y aplicación de políticas macroeconómicas en economías cada vez más interrelacionadas e interdependientes.

El objetivo central del presente trabajo es analizar, detalladamente, el comportamiento estratégico de las autoridades monetarias de dos economías simétricas a fin de

determinar la superioridad relativa de modelos de comportamiento alternativos en un contexto de interdependencia dinámica. Para ello se especifican objetivos precisos de política económica para cada uno de los países y se analizan las reacciones en términos de medidas de política monetaria óptima a continuación de una perturbación exógena que afecta simultáneamente a cada una de las dos economías.

La estructura del trabajo es la siguiente:

El **Capítulo I** trata de la coordinación internacional de las políticas económicas y la Teoría de juegos diferenciales. En él se expone, en primer lugar, una visión general de la problemática inherente a la coordinación internacional, describiendo los diferentes métodos propuestos por la literatura económica, así como los obstáculos existente a la misma.

En segundo lugar, se hace una presentación general de la Teoría de juegos diferenciales haciendo hincapié en los aspectos conceptuales y en aquellos elementos analíticos que son de especial interés y utilidad para su aplicación en nuestro juego dinámico de política monetaria que desarrollamos en el capítulo siguiente.

En tercer lugar se hace un balance del estado actual de las investigaciones en el área de la coordinación internacional, resaltando las principales aportaciones de la literatura al respecto.

En el **Capítulo II** se desarrolla el tema objeto del presente trabajo planteado en los siguientes términos: consideramos

La tercera solución se desarrolla en un marco donde se supone que las autoridades económicas desean y tienen capacidad para decidir y adoptar un plan de acción conjunto.

El método de optimización utilizado para la determinación de las distintas estrategias ha sido el Principio del mínimo de Pontryagin.

La descripción del procedimiento formal que se ha seguido es la siguiente: para cada uno de los modelos de comportamiento analizados, se construyen las respectivas funciones Hamiltonianas, dadas las funciones objetivo y la ecuación de estado representativa de la evolución temporal de las variables económicas o, en general, del estado de la economía en cada país. De las condiciones necesarias de optimalidad de primer orden (en nuestro caso, además, suficientes), partiendo de las funciones Hamiltonianas, se obtiene, para cada modelo, un sistema de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. De la resolución del mismo, dadas las condiciones límite para las variables de estado y coestado se obtienen las estrategias óptimas de cada país así como las trayectorias óptimas para las variables de estado.

Para la resolución de los sistemas de ecuaciones diferenciales se ha necesitado la ayuda de un software de cálculo avanzado³.

Dada la complejidad de las expresiones resultantes para los respectivos autovalores λ_i ($i=1,2$), al ser éstos combinaciones lineales de los múltiples parámetros estructurales, y puesto que λ_i son los elementos fundamentales para determinar

³ El software utilizado para la resolución simbólica y numérica ha sido: "Maple V" Waterloo Maple Software, Waterloo, Ontario.

y explicar las características y propiedades dinámicas de las trayectorias óptimas, en consecuencia, la interpretación y valoración de dichas trayectorias no es abordable teóricamente. Por ello, se procede a la resolución de los sistemas dinámicos utilizando un procedimiento de simulación numérico.

Los criterios seguidos para determinar los valores asignados al conjunto de parámetros estructurales han sido los siguientes: en primer lugar, acotar cada uno de los parámetros entre un rango de valores económicamente plausibles, y en segundo lugar, seleccionar mediante un procedimiento de simulación, de entre las múltiples combinaciones resultantes, aquellos conjuntos de valores cuya aplicación en los diferentes modelos de comportamiento proporcionan resultados económicamente válidos desde el punto de vista de la estabilidad de las trayectorias óptimas.

Cabe señalar que si bien, en nuestro análisis, la causa última del proceso de optimización, al cual se enfrentan las autoridades económicas de los dos países considerados, reside en una perturbación exógena en el tipo de cambio real, la estructura general del marco teórico que hemos utilizado puede ser aplicada al estudio de otro tipo de perturbaciones, bien sean de naturaleza exógena o bien generadas en uno de estos países.

Una de las principales conclusiones obtenidas de nuestros resultados empíricos es la siguiente: para aquellas situaciones en las que un país desea y/o tiene capacidad para adoptar el papel de líder y el otro país asume el papel de seguidor,

a corto plazo, la solución no Cooperativa de Stackelberg, también denominada líder-seguidor, es la más ventajosa para ambos países, seguida de la solución Cooperativa.

Desde un punto de vista aplicado, la conclusión anterior podría explicar y/o justificar, como aproximación, el modelo de comportamiento estratégico seguido por los países miembros del Sistema Monetario Europeo (S.M.E.) desde el momento de su constitución en Marzo de 1979 hasta nuestros días.

De hecho, podemos decir, apoyándonos en la evidencia empírica disponible, que el S.M.E. puede ser conceptuado como una aplicación del modelo de comportamiento de Stackelberg. De esta última cuestión nos ocupamos en el **Capítulo III** en donde, del análisis empírico de los hechos acontecidos a lo largo de los más de 13 años de vigencia del S.M.E., se evidencia el papel de liderazgo que ha jugado Alemania dentro del Sistema, en particular en el ámbito de la política monetaria, en tanto que los demás países europeos han asumido el papel de seguidores. El Deutsche Bundesbank fija autónomamente su política monetaria, mientras que los restantes bancos centrales tratan de seguir unas políticas monetarias que permitan el mantenimiento de sus monedas dentro de las bandas de fluctuación con la moneda alemana.

En el **Capítulo IV** y último resumimos las conclusiones generales obtenidas.

El **Apéndice** contiene los detalles de las expresiones analíticas y numéricas de las tres soluciones de equilibrio estudiadas en el **Capítulo II**.

Finalmente, en lo que respecta al contenido del capítulo II, como se ha mencionado anteriormente, a pesar de que el análisis dinámico de la coordinación internacional de las políticas económicas se ha constituido en una de las áreas de investigación de mayor interés en la última década, sin embargo, las aportaciones disponibles no son excesivamente abundantes. De la literatura utilizada para el desarrollo de dicho capítulo, se observa que en España no se ha realizado o al menos no hay constancia, hasta el momento presente, de publicaciones que aborden el análisis de la coordinación de las políticas bajo una perspectiva intertemporal utilizando la metodología de la Teoría de juegos diferenciales. Esta circunstancia, unida al atractivo teórico del tema, ha sido una de las motivaciones básicas para la realización del presente trabajo.

CAPITULO I

LA COORDINACION DE LAS POLITICAS ECONOMICAS Y LA T^a DE JUEGOS DIFERENCIALES: UNA VISION GENERAL

I.1. INTERDEPENDENCIA ECONOMICA.

Las aportaciones centradas en la coordinación internacional de las políticas económicas resaltan, como causa fundamental de la misma, el hecho de que las economías son cada vez más interdependientes.

En este sentido, se ha señalado que la coordinación internacional es fruto de la interdependencia de las economías occidentales, muy superior en la actualidad a la de cualquier otro período pasado. Esto queda reflejado tanto en el mayor peso que han ido adquiriendo los intercambios de bienes y servicios en relación con la producción de las economías, como la creciente importancia de los flujos financieros internacionales.

Por ello, las decisiones económicas adoptadas en un país trasladan sus efectos al resto de la comunidad internacional, con unas consecuencias más acusadas a medida que la integración económica aumenta.

Como ya señaló Cooper⁴, la mayor interdependencia entre las economías nacionales influye en la capacidad que tiene cada país para conseguir sus objetivos económicos en el plano individual. Algunas veces, la influencia es favorable (externalidad positiva) y en otros casos desfavorable (externalidad negativa).

⁴ Cooper, R.N., (1968)

internos, pueden resultar inapropiadas no ya para otros países, sino también para el mismo que lo aplica, como consecuencia de las reacciones que provoca en los demás.

En igual sentido se manifiesta Tanzi⁵, para quien la premisa de que hay necesidad de coordinar activamente las políticas macroeconómicas y no dejar que los países persigan independientemente sus propios intereses económicos es relativamente radical y novedosa, especialmente en lo que se refiere a la política fiscal.

El reciente impulso hacia la coordinación de políticas procede, al menos, de tres direcciones: la primera, es la creencia de que las políticas económicas y, específicamente, las fiscales de los principales países industriales han estado en amplio desajuste en los años 80; la segunda, el creciente reconocimiento de que las economías del mundo y, especialmente, las de los países industriales se han hecho mucho más interdependientes que lo que eran antes en el pasado; y la tercera, el argumento de que existen externalidades importantes en la formulación de las políticas. Esto último implica que, cuando los países actúan independientemente y en su propio interés, los cambios de política pueden no llevarse a efecto hasta el grado necesario para maximizar el bienestar colectivo del grupo de países al cual pertenecen.

Estas reflexiones, y otras más que se podrían traer a

⁵ Tanzi, V., (1988)

colación⁶, ponen de manifiesto que la relevancia actual de la coordinación internacional de las políticas económicas, ha de tomar como punto básico de referencia la interdependencia económica.

I.1.1 CONCEPTOS, CAUSAS Y ALTERNATIVAS

i) CONCEPTOS.

Interdependencia económica:

Se dice que existe interdependencia económica en el seno de un grupo de países, cuando las decisiones y acciones de naturaleza económica, que adopta cada uno de ellos, influye en el comportamiento no solo presente sino también esperado del resto de países.

Lógicamente, para que se dé esta dependencia recíproca, hace falta que el tamaño económico de los países sea suficientemente grande.

Paralelamente a la definición de interdependencia económica, han de diferenciarse algunos conceptos que son condición necesaria, pero no suficiente, para la existencia de la misma.

⁶ Para un análisis amplio de estas consideraciones, véase: Fischer, S., (1987), así como las referencias bibliográficas mencionadas en el apdo. I.4

Apertura:

Se refiere al grado de comunicación de un país con el resto del mundo, y se mide por el volumen de intercambios que se realizan entre aquél y los demás países. En principio, una mayor apertura conduce a una mayor interdependencia, a condición de que el tamaño de los países sea suficientemente grande.

Integración de mercados:

Atañe al grado de sustituibilidad entre el producto de un mercado y el mismo producto localizado en otros mercados. En la práctica, la elevada integración de mercados "uno a uno", es condición necesaria para una alta interdependencia, pero la integración de los mercados puede darse sin producir elevada interdependencia.

De ahí el interés en diferenciar entre interdependencia e integración de mercados.

Finalmente, algunos autores, como Cooper⁷, consideran útil diferenciar entre distintos tipos de interdependencia:

a) *Interdependencia estructural:* se produce cuando dos o más economías son muy abiertas una(s) con respecto a otra(s), por lo que los acontecimientos económicos en una economía influyen sensiblemente sobre los sucesos económicos en otra de ellas. Su presencia implica que cada país tiene un gran interés en la información sobre la estructura de otra economía y su dinámica.

⁷ Cooper, R.N., (1985)

b) Interdependencia entre objetivos de política económica: un país está preocupado por el logro de los objetivos de política en otro país. Esto será trivial cuando los objetivos sean los mismos, tales como el tipo de cambio entre ellos o, menos obviamente, cuando estén ambos sujetos a la misma restricción global, tal como que las posiciones de la balanza de pagos por cuenta corriente deben sumar cero. Casos menos triviales implican una preocupación directa por la dinámica del otro país, en un sentido más global.

c) Interdependencia entre perturbaciones exógenas para dos o más países: como se ha señalado, una elevada interdependencia estructural implica que los acontecimientos en un país causan perturbaciones en otros, y viceversa, pero en este caso se está haciendo referencia a perturbaciones exógenas para ambos países. Si estas perturbaciones están muy poco o inversamente interrelacionadas, la elevada interdependencia estructural puede, en último extremo, reducir su impacto sobre las variables económicas de interés, tales como las rentas nacionales o los niveles de precios. En cambio, si las perturbaciones están muy correlacionadas, se reforzarán entre sí, y el efecto diversificador se reducirá o eliminará.

d) Interdependencia de política económica entre países: en el sentido de que la trayectoria óptima de acción de un país depende decisivamente de la acción tomada por el otro país, y viceversa. Este tipo de interdependencia surge directamente de la interdependencia estructural y/o de la de objetivos, ya citadas anteriormente. En este caso, lo que se enfatiza son los diferentes aspectos de la interdependencia de políticas

económicas: las actuaciones del país A pueden influir sobre las actuaciones del país B, y viceversa, y cada jugador debe tener en cuenta estas respuestas anticipadas al diseñar sus propias acciones. Además, la forma en que se toman en cuenta las mencionadas respuestas puede influir sensiblemente sobre la medida en que los países pueden alcanzar sus objetivos nacionales.

Precisamente, este último tipo de interdependencia, constituye nuestra línea de análisis que desarrollamos en el capítulo siguiente.

ii) CAUSAS.

La causa última de la creciente interdependencia económica actual se encuentra en el desarrollo de los medios de comunicación y transporte, que han hecho posible una amplia difusión de las técnicas de producción y gestión. Como CAUSAS más cercanas, en la literatura económica, encontramos los fenómenos siguientes:

a) Una importante reducción en las diferencias entre costes comparativos, que incrementa la posibilidad de sustitución en la actividad productiva.

b) Una mayor integración de mercados, como resultado de un mejor conocimiento de las posibilidades de producción y compra en mercados exteriores.

c) La reducción de las barreras oficiales al comercio, especialmente entre los países industrializados.

d) Una creciente internacionalización de los mercados financieros.

e) La reducción en las barreras y trabas a los movimientos de capitales.

f) Una mayor información sobre los mecanismos de transacción con el exterior.

iii) ALTERNATIVAS

Ante el reconocimiento explícito y la toma de conciencia de la presencia creciente de externalidades, las autoridades económicas (gobiernos) pueden plantearse las siguientes alternativas:

a) Adoptar medidas tendentes a la desintegración, con el fin de reducir la interdependencia entre países y recuperar así la independencia de las políticas económicas.

b) Diseñar sus políticas económicas unilateralmente, teniendo en cuenta las restricciones externas que afrontan y las posibles reacciones que se pueden producir en otros países.

c) Adoptar una estrategia cooperativa entre los distintos países, en el diseño de sus políticas económicas.

La evidencia empírica demuestra que la primera alternativa, aunque es posible, no es deseable, porque redundaría en ineficiencias económicas y pérdidas de bienestar. En casi todas las épocas podemos encontrar ejemplos de países que han tratado de reducir dicha interdependencia, creando barreras al comercio internacional y a los movimientos de capital. Por fortuna, este tipo de actitudes proteccionistas han sido relativamente limitadas.

De entre las tres alternativas mencionadas, la coordinación internacional de las políticas económicas es la alternativa que suscita mayor interés, en los momentos actuales.

I.2. LA COORDINACION INTERNACIONAL DE LAS POLITICAS ECONOMICAS.

El análisis de la coordinación de las políticas macroeconómicas, se ha constituido en una de las áreas de investigación de más rápido crecimiento en la última década.

El éxito del tema se debe, por una parte, al atractivo teórico e implicaciones prácticas que se derivan de las numerosas cuestiones planteadas: ¿Bajo qué condiciones es relevante la cooperación?, ¿Cuál es la magnitud de las ganancias de la coordinación en términos de bienestar?,

¿Puede ésta ser contraproducente?, ¿Cuáles son los mecanismos para alcanzar acuerdos cooperativos?, ¿Cuál es el papel de la información y la existencia de incertidumbre? ...etc; por otra parte, hay que tener presente la creciente interdependencia económica entre países y el hecho de que la coordinación internacional ha llegado a constituir una cuestión clave para las autoridades económicas, sobre todo a partir de los años 80. La gran preocupación de políticos y economistas sobre la falta de cooperación refleja la creencia de que estas cuestiones son ahora más importantes de lo que lo fueron hace diez-quince años. En consecuencia, las pérdidas en términos de bienestar nacional, que se derivan de la no cooperación, son mayores de lo que habían sido en el pasado.

La literatura sobre interdependencia económica subraya las interacciones estratégicas entre gobiernos nacionales, entre bancos centrales nacionales y Ministerios de Economía y entre autoridades económicas internas y sectores privados.

Estas interacciones son analizadas, formal o informalmente, con los instrumentos de la teoría de juegos, que son especialmente útiles para comprender comportamientos estratégicos de naturaleza cooperativa y no cooperativa.

El rasgo diferencial del enfoque de la teoría de juegos dinámicos, con respecto a los modelos de naturaleza estática, consiste en plantear el problema de cooperación en un marco de optimización intertemporal, en presencia de restricciones impuestas por las externalidades.

La mayoría de los estudios que se ocupan de analizar los problemas de la cooperación internacional de las políticas económicas, bajo el enfoque de la teoría de juegos dinámicos,

han llegado a la conclusión de que cuando los beneficios y costes de las medidas de política económica adoptadas por un país se transmiten a otros, la coordinación explícita o tácita puede mejorar la situación de todos los países participantes; es decir, puede conducir a una situación de Optimo de Pareto,⁸ mientras que, por el contrario, las decisiones individuales tienden a ser subóptimas.

Dicho lo anterior, hay que enfatizar que existen diferentes formas de cooperación económica internacional, distinguiéndose por algunos autores hasta seis de ellas, que se enumeran seguidamente, según una escala de menor a mayor grado de compromiso:

a) Intercambio de información sobre la situación actual y sobre las políticas nacionales vigentes. Esta forma de cooperación está orientada a asegurar la misma información básica y a evitar malentendidos sobre la política real de cada país.

b) Acuerdo sobre definiciones comunes de conceptos y medidas, para que todas las partes tengan una razonable confianza de que hablan en los mismos términos.

c) Acuerdo sobre normas u objetivos, para que todas las partes estén seguras de que algunas de sus acciones están orientadas en la misma dirección, para compartir, aunque no

⁸ El resultado de que la política cooperativa puede ser Pareto-Optimo fue por vez primera establecido por Johnson, H.G. en 1953, en relación a los problemas que se suscitan por la existencia de aranceles en el comercio internacional.

sea totalmente, objetivos comunes.

d) Intercambio de información sobre acciones de política en perspectiva, para que cada parte no esté ignorante de las acciones de los demás y pueda preparar sus propias acciones, con vistas a compensar efectos adicionales no deseables o con el fin de lograr el mismo objetivo en acción paralela.

e) Coordinación de acciones nacionales, de forma que las diferentes partes trabajen de forma concertada en el logro de objetivos comunes.

f) Acción conjunta, en la que las acciones son decididas y tomadas conjuntamente en nombre de todas las partes que participan, y que imponen frecuentemente un coste conjunto con aportaciones compartidas.

Esta clasificación, debida a Cooper (1985), se admite con generalidad por otros autores, como Horne-Masson⁹, Tanzi, Polak¹⁰ y Artis-Ostry¹¹, entre otros.

Partiendo de lo expuesto, a continuación se procede a desarrollar una línea argumental centrada en dos grandes epígrafes: métodos y obstáculos de la coordinación internacional de las políticas económicas.

⁹ Horne, J., y Masson P.R., (1988)

¹⁰ Polak, J.J., (1981)

¹¹ Artis, M.J., y Ostry, S., (1986)

I.2.1 METODOS

En el plano concreto de los METODOS¹² de coordinación, se plantea la disyuntiva entre:

- i) Normas y discrecionalidad.
- ii) Enfoques basados en un solo indicador o en varios indicadores.
- iii) Sistemas hegemónicos frente a sistemas simétricos

Los defensores de las **normas** argumentan:

a) El camino que mejor parece eliminar cualquier exceso de demanda de coordinación de la economía mundial no es incrementar la oferta, sino, más bien, disminuir la demanda o necesidad de coordinación, y ello se consigue mejor con la aplicación de normas sencillas de política que con sistemas discrecionales.

b) Las normas se consideran como el único mecanismo viable en la imposición de una disciplina sobre los que diseñan la política económica, que, de otro modo, podrían manipular los instrumentos de política para sus propios objetivos.

c) Las normas aumentan la predictibilidad de las acciones

¹² Calle Saiz, R., (1991)

políticas y, por ello, mejoran la capacidad del sector privado para tomar decisiones de asignación de recursos mejor informadas.

d) Las normas abogan por proporcionar una protección contra la falta de conocimiento acerca de cómo actúa la economía, gracias a la previa eliminación de los factores desestabilizadores de un ajuste fino.

Los defensores de la **discrecionalidad**, por su parte, sostienen que:

a) Los sistemas de ajuste basados en normas resultan, frecuentemente, menos automáticos en la práctica que en la teoría.

b) Las normas impondrán disciplina sobre la conducta de la política macroeconómica, solamente en el caso de que las sanciones por desobedecerlas sean lo bastante enérgicas como para asegurar que todos las aceptan.

c) No es claro que las normas sean necesarias para obtener los beneficios de una mejor predictibilidad de la política.

d) Aún cuando las normas disminuyen los riesgos que proceden del ajuste fino, incrementan el riesgo de la falta de adaptación a los cambios en el contexto operativo.

La conclusión que se desprende de las discrepancias observa-

das en este campo es que no existe una alternativa que goce de aceptación generalizada para orientar la coordinación de las políticas económicas de un modo satisfactorio.

Otro punto discutible se refiere a si se debe coordinar respecto a uno o varios indicadores.

El principal argumento, a favor de un **único indicador**, es que dicha aproximación facilita una señal nítida para los mercados sobre el discurrir futuro de la política. No obstante, se objeta que confiar en una política con un solo indicador podrá conducir a exponerse a grandes riesgos, siendo el principal el hecho de que un único indicador puede enviar señales débiles, incluso falsas, sobre la necesidad de cambio en otras políticas que no estén siendo coordinadas.

Por el contrario, un enfoque con **varios indicadores**, (entendiendo que en la lista de indicadores figuran variables de política monetaria y fiscal) no se vería afectado por el problema de los indicios débiles o falsos. Sin embargo, este enfoque tampoco está exento de problemas, ya que, si todo enfoque efectivo de la coordinación requiere la consistencia conjunta de instrumentos de política y objetivos dentro de cada país y entre países, este requisito de consistencia o compatibilidad puede cobrar mayor importancia cuando las autoridades anuncian un conjunto de objetivos y tendencias a seguir para determinados instrumentos de política.

Finalmente, otro aspecto esencial de la coordinación, en particular cuando comprende una toma conjunta de decisiones,

consiste en determinar si un país debería, con consentimiento general, tener un protagonismo destacado sobre la evolución de las políticas o si, alternativamente, esa influencia debería compartirse con mayor equidad. Se trata de contrastar el **sistema hegemónico** de coordinación con el **sistema simétrico**. El criterio predominante es: que es difícil aceptar la hegemonía como una característica necesaria para el buen funcionamiento de un sistema de coordinación internacional de políticas económicas, entre otras cosas, por dos motivos fundamentales: uno es que el análisis detenido de pretendidos sistemas hegemónicos, incluso del patrón oro, revela que la cantidad de coordinación requerida para un funcionamiento sin fricciones es sustancial. Otro, quizás más definitivo, es que los intentos por reinstaurar un enfoque hegemónico de la coordinación, cuando la realidad económica ya no lo apoya, podrían ser contraproducentes, máxime cuando en el contexto actual no parece existir un candidato claro que combine un historial intachable de estabilidad económica, una posición dominante en el comercio y finanzas internacionales, en relación con otros miembros del grupo de coordinación, y disposición para aceptar las responsabilidades precisas.

I.2.2 OBSTACULOS

En lo que respecta a los obstáculos, si bien es cierto que existe un relativo acuerdo, al menos teórico, sobre la superioridad de la coordinación internacional, cabe pregun-

tarse por qué la experiencia confirma que ésta no ha sido tradicionalmente una práctica generalizada ó por qué se ha avanzado relativamente poco en este camino.

La literatura ha destacado una serie de obstáculos, tanto políticos como económicos, no siempre incorporados en los modelos teóricos. Además de los costes de la propia negociación caben subrayar los siguientes obstáculos:¹³

a) Desacuerdos sobre los objetivos que se deben alcanzar conjuntamente **-objetivos incompatibles-**.

b) Incluso, si los países tienen objetivos compatibles y circunstancias similares, pueden diferir en sus previsiones de acontecimientos futuros, ya sea con respecto al curso de los acontecimientos sin cambios en la política o con respecto a la influencia de las acciones de política sobre las variables objetivo. En definitiva, pueden existir desacuerdos sobre la estructura de la economía y, por tanto, sobre la relación de medios a fines.

c) Desacuerdos en cuanto a la adecuada distribución de los beneficios y costes asociados a la cooperación entre los países.

d) Falta de confianza sobre el cumplimiento de los acuerdos, especialmente si la coordinación implica un horizonte temporal dilatado. Cada país tendrá incentivos para no

¹³ Para un análisis amplio de los obstáculos de la cooperación internacional de las políticas económicas, véase Cooper, R.N., (1985); Frenkel, J.A., Goldstein, M., y Masson, P.R., (1988); Horne, J.N., y Masson, P.R., (1988).

cumplir su parte en el acuerdo, -apropiándose de los beneficios que pueda obtener como consecuencia de la puesta en práctica de las políticas a las que se han comprometido otros países, sin incurrir en los costes asociados a la política que ellos deben ejecutar- a menos que exista algún tipo de sanción vinculada al incumplimiento del acuerdo.

e) Restricciones institucionales.

En muchos países industrializados la política económica es el resultado de costosos procesos de negociación con distintos sectores nacionales, con intereses no siempre coincidentes (sindicatos, organizaciones empresariales, intermediarios financieros etc.) de forma que, muchas veces, el margen de maniobra para que los gobiernos puedan modificar sus políticas económicas, como consecuencia de la coordinación internacional, es relativamente reducido.

f) Recelos ante la pérdida de autonomía. El sentimiento público de mantener la libertad nacional de acción, puede ser tan fuerte en algunos países como para hacer políticamente difícil la coordinación de la política económica.

g) La ausencia de organismos institucionales estables e independientes que desarrollen las tareas de la coordinación.

En la misma línea de destacar los obstáculos a la coordinación, el Instituto de Estudios Económicos, en el "Estudio Introductorio" al número 3 de 1988, dedicado a "La Coordinación de las Políticas Económicas Nacionales", enfatiza que, a pesar de las potenciales mejoras para todos que cabe

atribuir a la coordinación internacional de las políticas económicas, no deben ignorarse las dificultades de orden práctico que presenta. En primer lugar, porque supone una cesión de soberanía nacional en la instrumentación de la política económica difícilmente compatible, en muchos casos, con los objetivos internos y las prioridades de cada país; en segundo lugar, por las variadas estrategias nacionales a la hora de negociar acuerdos internacionales. Los países más poderosos, que ejercen efectos externos más intensos sobre los demás, y los menos integrados podrán influir en los resultados de la coordinación, beneficiándose de ella en mayor medida que los países más dependientes. Por último, y quizás más importante, la coordinación se enfrenta al desconocimiento existente sobre los auténticos efectos de las políticas económicas y sobre la relación de causalidad entre las principales variables a coordinar. De esta forma, puede haber diferencias fundamentales, no solo en cuanto a los objetivos a conseguir con la coordinación, sino también en lo relativo a los instrumentos que deben aplicarse.

Todos los obstáculos, anteriormente mencionados, hacen difícil la posibilidad de concretar a un nivel elevado el objetivo internacional de la coordinación de las políticas económicas.

Sin embargo, aunque hasta el momento en el análisis macroeconómico no existe una teoría normativa elaborada de la coordinación internacional de las políticas, existiendo, por el contrario, muchos aspectos cuestionables como consecuencia de la relativa modernidad de la teoría de la coordinación, se acepta el criterio de que, aunque existen importantes

obstáculos para conseguirla, la coordinación es necesariamente deseable, porque permite moverse hacia situaciones óptimas, en el sentido de Pareto.

<p>I.3. LA TEORIA DE JUEGOS DINAMICOS DESDE UN PRISMA CONCEPTUAL Y DE FORMULACION GENERAL.</p>

I.3.1. INTRODUCCION: CONCEPTOS Y CLASIFICACION.

De acuerdo con Basar y Olsder¹⁴, la teoría de juegos dinámicos puede ser considerada como hija de la teoría de juegos estáticos y la teoría del control óptimo. Su desarrollo y evolución refleja la historia de ambas teorías.

La teoría de juegos (estática) trata, en general, de procesos de decisión en los que están implicados más de una persona - denominados jugadores- con capacidad de decidir, y analiza situaciones en las que el conflicto y la cooperación juegan importantes papeles.

El antecedente más lejano sobre la teoría de juegos se puede encontrar en unos artículos publicados por Von Neumann en

¹⁴ Basar, T., y Olsder, G.J., (1982), pág. 2

1928 y 1937, si bien, fue el conocido libro de Von Neumann y Morgenstern " Theory of Games and Economic Behavior" (1944), el que estableció y fijó los fundamentos de ésta teoría y el que mayor papel ha jugado en su difusión en el contexto de la Teoría Económica. Algunas de las situaciones conflictivas, descritas en dicho libro, habían sido consideradas con anterioridad por economistas, tales como: Amoroso, (1921), Bowley, (1924), Edgeworth, (1925), Frisch, (1933), Stackelberg, (1934) y Cournot, (1938), en el ámbito del análisis microeconómico. Estos trabajos e investigaciones son una muestra evidente del deseo de los economistas teóricos por encontrar un riguroso marco metodológico para el estudio de la interdependencia estratégica.

Las interrelaciones entre las decisiones individuales y la incertidumbre sobre las decisiones de los demás agentes, son características esenciales de los problemas económicos, y la teoría de juegos proporciona, en gran medida, los instrumentos necesarios para abordarlos.

Un **JUEGO** se define como una colección de reglas conocidas por todos los jugadores que determinan lo que éstos pueden hacer y los resultados que se obtienen con sus elecciones.

La característica más notable de un juego es que el resultado para cualquier jugador depende, específicamente, no solo de sus propias elecciones, sino también de las elecciones de los demás. Por tanto, cada uno de los participantes en el juego debe tener en cuenta esta dependencia conjunta al seleccionar su **ESTRATEGIA** o regla de decisión.

La teoría del control óptimo,¹⁵ aplicada al análisis económico, se ocupa de procesos de decisión en los que, implícita o explícitamente, se establece la hipótesis de que las decisiones son tomadas por un único agente.

Mediante esta teoría, desarrollada independientemente y en paralelo a la anterior, es posible determinar decisiones óptimas derivadas de un proceso de maximización (minimización) de una sola función intertemporal -denominada función objetivo- que representa las preferencias de un único agente, en el marco de un modelo dinámico, descrito por ecuaciones diferenciales ó en diferencias.

Si se abandona la hipótesis anterior y se introduce la posibilidad de considerar más de una persona con capacidad de decidir, inmediatamente se entra en el campo de la teoría de **juegos** dinámicos.

Se entiende por **JUEGO DINAMICO**, una situación de conflicto ó cooperación en la que los jugadores eligen estrategias en el tiempo.

La teoría de juegos dinámicos, sigue el método analítico y utiliza los instrumentos de la teoría del control óptimo, en el contexto de comportamientos estratégicos que caracterizan a la teoría de juegos estáticos.

Hoy en día, las investigaciones en estos tres campos: la teoría de juegos estáticos, la teoría del control óptimo y la teoría de juegos dinámicos, evolucionan simultáneamente y en

¹⁵ De entre la abundante literatura que trata sobre la teoría del control óptimo, cabe destacar por sus aplicaciones al análisis económico: Chow, G.C., (1975), Murata, Y., (1982), Seierstad, A., y Sydsaeter, K., (1987), Basar, T., (1989) y Petit, M.L., (1990).

paralelo, de tal forma que los desarrollos y avances alcanzados en cada uno de ellos contribuyen al enriquecimiento y desarrollo de los otros dos.

Clasificación:

Los juegos dinámicos pueden ser clasificados atendiendo a:

a) El número de jugadores. Dos jugadores, son el número mínimo para que surjan situaciones de conflicto o cooperación. Tres ó más jugadores permiten la posibilidad de formar coaliciones, según las cuales un grupo de dos ó más jugadores asocian sus intereses y coordinan sus estrategias.

b) La naturaleza de la negociación. Permite distinguir entre juegos cooperativos y no cooperativos.

Un juego es cooperativo si los jugadores pueden formar una coalición y negociar sus estrategias, antes de que el juego comience y/o llegar a acuerdos para limitar sus estrategias. Por contra, un juego es no cooperativo cuando los jugadores no pueden ó no desean coordinar sus estrategias y cada uno de ellos actúa siguiendo exclusivamente su propio interés.

c) La naturaleza de los objetivos. En este sentido, cabe diferenciar entre juegos de suma cero y juegos de suma no cero. En el primer caso, se supone que los jugadores tienen intereses diametralmente opuestos, ó lo que es lo mismo, se hallan en conflicto directo. En el segundo, por el contrario, sus objetivos no necesariamente tienen que ser opuestos y se

pueden dar situaciones tanto de conflicto como de cooperación.

d) La incorporación de **elementos aleatorios** ó no.

Son juegos estocásticos aquellos que contienen elementos aleatorios y juegos deterministas todos los demás.

e) La **duración** del juego y la **naturaleza del tiempo**.

La duración del juego puede ser finita y generalmente fijada previamente $[t_0, t_f]$ ó infinita $[t_0, \infty]$, y el tiempo puede venir medido en unidades discretas -juego diferencial discreto- ó en unidades continuas -juego diferencial continuo- denominado con frecuencia simplemente juego diferencial.

Después de esta breve introducción, pasamos a describir (en los apartados siguientes) los elementos básicos necesarios para caracterizar y resolver un juego dinámico, así como sus diferentes soluciones: cooperativas y no cooperativas.

Puesto que existen suficientes manuales específicos, que se ocupan en extenso de todas las cuestiones relativas a la metodología de la teoría de juegos dinámicos¹⁶, nos centraremos en el estudio de aquellos conceptos, proposiciones y propiedades, que son de especial relevancia y utilidad para su aplicación en la caracterización y resolución de un juego de planificación económica entre economías interdependientes, el cual será analizado explícitamente en el capítulo siguiente.

¹⁶ Para un tratamiento amplio de conceptos, elementos y soluciones de juegos diferenciales, véase Basar, T., y Olsder, G.J., (1982, 1986) y Basar, T., (1989).

I.3.2. ELEMENTOS BASICOS

Para caracterizar y resolver un problema de planificación económica descentralizada, (en un contexto internacional) usando la metodología de los juegos diferenciales, han de ser considerados los siguientes elementos:

a) Un conjunto N , denominado conjunto de jugadores, que define el número de agentes decisores (autoridades económicas) que intervienen en el juego, es decir, $N=(1,2,3,\dots,n)$.

b) Un intervalo temporal dado $[t_0, t_f]$, durante el cual el proceso de decisión tiene lugar y denota la duración del juego, ó, en otros términos, el horizonte de planificación.

c) Un conjunto infinito U_i definido para cada jugador $i \in N$, denominado espacio de control del jugador i . Los elementos u_i de cada U_i son las funciones (trayectorias) de control, definidas para todo el intervalo temporal $[t_0, t_f]$.

Además, existe un conjunto S^i tal que para cada período fijado $t \in [t_0, t_f]$, $u_i(t) \in S^i \subseteq R \dots \in N$.

d) Un modelo macroeconómico dinámico que ha de formalizarse, utilizando la terminología de la teoría del control óptimo, en la forma espacio-estado (véase Petit, (1990), cap. 2); esto es, mediante un sistema de ecuaciones diferenciales de

primer orden en forma normal, el cual describe el comportamiento de la economía o el estado del sistema económico, es decir:

$$\dot{x}(t) = f [x(t), u_1(t) u_n(t), t] \quad (1)$$

donde: $x(t)$ es el vector de variables de estado y

$u_i(t) \in S^i$ ($i \in N$) son las variables de control.

La ecuación (1) se denomina ecuación de estado.

El estado de un sistema dinámico, en general, viene caracterizado por un conjunto de variables endógenas, funciones del tiempo, recogidas en el vector $x(t)$, llamadas variables de estado. Dichas variables describen, completamente, la evolución del sistema, para todo $t > t_0$, dadas las variables de control $u_i(t)$ y el estado inicial $x(t_0) = x_0$.

La representación del modelo macroeconómico en la forma espacio-estado, es un requisito previo fundamental en la teoría de juegos dinámicos, ya que al utilizar como método de optimización el Principio del mínimo de Pontryagin, las condiciones necesarias de optimalidad requieren la verificación simultánea de las ecuaciones de estado y coestado, por lo que es necesario especificar el sistema dinámico considerado en dicha forma.

e) Una función de referencia ("set value") $\eta_i(.)$ definida

para $i \in N$ que caracteriza la estructura (ó modelo de información) de cada jugador i , tal que $\eta_i(t)$ especifica la información disponible del jugador i en cada período t , $t \in [t_0, t_f]$.

La estructura de información del juego viene determinada, por el conjunto de estructuras de información de todos los jugadores, es decir $\eta = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n)$.

f) Un conjunto Γ_i de estrategias admisibles γ_i de cada jugador i , definido para cada $i \in N$. A Γ_i se le conoce como el espacio de estrategias del agente económico i y γ_i es una aplicación del espacio información en el espacio de acción (ó de control) de cada jugador $i \in N$, es decir: $\gamma_i : \eta_i \rightarrow u_i$

g) Por último, una función objetivo o coste funcional J_i definido para cada agente $i \in N$ sobre el horizonte temporal $[t_0, t_f]$, el cual refleja las preferencias de las autoridades económicas y mide el grado de efectividad de sus respectivas acciones de control. J_i puede ser expresado para cada $i \in N$ en términos generales, de la siguiente forma:

$$J_i(x, u_1, u_2, \dots, u_n) = \int_{t_0}^{t_f} I_i[x(t), u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t), t] dt \quad (2)$$

En aquellos casos en los que la función I_i no depende explícitamente de (t) , se le denomina función autónoma.

Los elementos básicos descritos, son todos ellos necesarios para caracterizar y resolver un juego diferencial.

La resolución de un juego dinámico, en general, consiste en:

seleccionar de entre un conjunto de infinitas estrategias, aquella que permita alcanzar los objetivos fijados con un mínimo coste, dados el número de jugadores, la duración del juego, el modelo dinámico, las funciones objetivos y conociendo el tipo de información disponible por cada uno de los jugadores.

Dada la importancia de la función objetivo en el análisis macroeconómico, que trata de la problemática de políticas económicas interdependientes, se considera adecuado resaltar, brevemente, algunas peculiaridades de la misma:¹⁷

Es bien conocido que uno de los inconvenientes de las aplicaciones de los juegos dinámicos a la planificación económica, es la falta de información sobre las preferencias de las autoridades económicas, y/o la importancia relativa asignada a cada una de ellas. Esta situación hace difícil establecer y delimitar unos criterios objetivos, en cuanto a la especificación económica y formal de la función objetivo.

Por ello, es muy frecuente que la literatura económica caracterice esa función haciendo uso de supuestos teóricos, y/o tomando como referencia la observación del comportamiento de las autoridades económicas implicadas. Las hipótesis generales más comúnmente consideradas son las siguientes:

a) A priori, se supone que las variables más representativas en las preferencias de las autoridades económicas son: inflación, producción e, implícitamente, desempleo y tipo de

¹⁷ Para un análisis detallado de las funciones objetivo, véase Petit, M.L., (1990), cap. 6.

cambio (real ó nominal). Por influencia de la literatura de la teoría del control óptimo, suelen estar denotadas en desviaciones respecto de un valor fijo ó deseado.

Con ello, se trata de indicar que las autoridades económicas desean mantener los niveles de producción, inflación etc, a lo largo del período de planificación $[t_0, t_f]$, lo más "cerca" posible de su nivel de pleno empleo ó de unos valores pre-determinados.

b) Generalmente, se suponen funciones objetivo de tipo cuadrático.

La ecuación general de una forma cuadrática, especificada en tiempo continuo y expresada en forma matricial es:

$$J[x(t)] = \int_{t_0}^{t_f} [q_0 + q'x(t) + 1/2(x'(t) Q x(t))] dt \quad (3)$$

donde $x \in R^p$ es un vector de variables endógenas (objetivos), q es un vector de constantes y Q una matriz simétrica de coeficientes de orden p .

Con frecuencia, para simplificar, se omiten los términos constantes y lineal, manteniéndose el término cuadrático. Este tipo de función es homogénea de segundo grado y se denomina forma cuadrática, es decir:

$$J[x(t)] = \int_{t_0}^{t_f} 1/2 [x'(t) Q x(t)] dt \quad (4)$$

Las funciones cuadráticas poseen algunas propiedades que las hacen particularmente adecuadas para las aplicaciones económicas. Así si Q es una matriz definida positiva (negati-

va) la función (4) es estrictamente convexa (cóncava) y esto nos garantiza la existencia de un único mínimo (máximo). Además, cuando un juego dinámico de minimización es lineal cuadrático, es decir, caracterizado por un sistema (modelo) dinámico lineal y una función objetivo cuadrática estrictamente convexa, las condiciones necesarias de optimalidad del Principio del mínimo de Pontryagin son condiciones suficientes.

c) Como se puede observar, las formas cuadráticas (3) y (4), han sido definidas solo en términos de $x(t)$ sin tener en cuenta ningún otro tipo de variables y , en particular, variables de control u_i . Sin embargo, las funciones cuadráticas que se suelen utilizar en el análisis macroeconómico, siguiendo una importante contribución de Theil¹⁸, (quien realizó un riguroso tratamiento de los problemas de optimización de política económica), incluyen, además, como argumentos específicos, las variables de control ó instrumentos de política económica. En este caso, resulta, incluso necesario, redefinir las funciones objetivos a fin de que cumplan tal especificación. De hecho, la presencia explícita de variables de control es una característica esencial de los problemas de control óptimo y, por tanto, de los juegos dinámicos.

Cuando los instrumentos de control están incluidos en una función objetivo, las formas cuadráticas (3-4), se transforman, respectivamente, en:

¹⁸ Theil, H., (1964)

$$\begin{aligned}
J [x, u] = & \int_{t_0}^{t_f} \{ q_0 + q'x(t) + r'u(t) + \frac{1}{2}[x'(t) Q x(t) + \\
& + u'(t) R u(t) + x'(t) N u(t) + \\
& + u'(t) N'x(t)] \} dt \qquad (5)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
J [x, u] = & \int_{t_0}^{t_f} \{ \frac{1}{2}[x'(t) Q x(t) + u'(t) R u(t) + \\
& + x'(t) N u(t) + u'(t) N'x(t)] \} dt \qquad (6)
\end{aligned}$$

donde $u \in R^r$ es un vector de instrumentos de política económica, r es un vector de constantes, R y N son las matrices de los coeficientes.

La ecuación (6) escrita en su forma matricial, es:

$$J (x, u) = \int_{t_0}^{t_f} \frac{1}{2} [x'(t) \ u'(t)] \begin{bmatrix} Q & N \\ N' & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ u(t) \end{bmatrix} \qquad (7)$$

ó de forma simplificada:

$$J (x, u) = Z' M Z \qquad (8)$$

donde $Z' = [x', u']$ es un vector $(n + r)$ dimensional y M una matriz cuadrada de orden $p + n$.

Finalmente, hay que destacar que en la función $J(x, u)$, las variables objetivo (vector x), suelen estar expresadas en términos de desviaciones respecto de un valor "ideal" o "deseado", es decir:

$$\begin{aligned}
J [x, u] = & \int_{t_0}^{t_f} \{ \frac{1}{2} [x(t) - x^D(t)]' Q [x(t) - x^D(t)] + \\
& + [x(t) - x^D(t)]' N u(t) + u'(t) N' [x(t) - x^D(t)] + \\
& + u'(t) R u(t) \} dt \qquad (9)
\end{aligned}$$

donde x^D es un vector que representa los valores ideales de las variables objetivo.

Obviamente, el objetivo de las autoridades económicas consiste en determinar la estrategia óptima para alcanzar x^D (ó valores de x lo más próximos posibles a x^D), a fin de obtener un valor de $J (x,u)$ igual a cero (ó cercano a cero), utilizando los instrumentos de control (u). Valores positivos de $J (x,u)$ son, por tanto, una medida de la pérdida ó coste en que se incurre cuando no es posible alcanzar los valores deseados de los objetivos propuestos; por esta razón, a la función (9) se le suele denominar función de pérdida ó de coste.

Una vez que se han descrito los elementos básicos necesarios para caracterizar un juego diferencial, vamos a estudiar las soluciones del mismo. Previamente, y puesto que la solución de un juego diferencial varía en función de las hipótesis que se establezcan sobre el modelo de información de los agentes decisores, a continuación, se describen los tipos de estructuras más relevantes, dentro de un contexto determinista. (Véase Basar y Olsder, 1982 cap.5)

En un juego diferencial determinista de N personas de duración predeterminada $[t_0, t_f]$, pueden distinguirse varios modelos de información para cada jugador $i \in N$, de acuerdo con la clasificación siguiente:

a) "Open-loop" sí:

$$\eta_i(t) = [x_0], \quad t \in [t_0, t_f] \quad (10)$$

b) "Closed-loop" (estado perfecto) sí:

$$\eta_i(t) = [x(s), t_0 \leq s \leq t], \quad t \in [t_0, t_f] \quad (11)$$

c) "Closed-loop" (estado imperfecto) sí:

$$\eta_i(t) = [x_0, x(t)], \quad t \in [t_0, t_f] \quad (12)$$

d) "Feedback" sí:

$$\eta_i(t) = [x(t)], \quad t \in [t_0, t_f] \quad (13)$$

Es decir, un modelo de información "Open-loop" caracteriza un juego diferencial en el cual el jugador i , en cada período t $[t_0, t_f]$, sólo "recuerda" la situación inicial del juego.

Un modelo de información "closed-loop" (estado perfecto) describe una situación en la que el jugador i recuerda la evolución completa del juego hasta el período corriente (t), por tanto, este modelo incorpora memoria.

El tercer modelo "closed-loop" (estado imperfecto) considera el caso en el que el jugador, en cada período t $[t_0, t_f]$, sólo recuerda la situación inicial y conoce el estado del juego en el período corriente (t).

Finalmente, la estructura de información "feedback" describe el caso en el que el jugador i no tiene memoria, de modo que sólo conoce el estado corriente o actual del juego.

Para un juego diferencial de planificación económica descentralizado, un modelo de información "Open-loop" representa una situación donde las autoridades económicas, en base a la información disponible respecto del estado de la economía en t_0 , deciden su estrategia en ese mismo período de tiempo para todo el horizonte de planificación. De este modo su estrategia en cada período $t \in [t_0, t_f]$, será de la forma: $u_i(t) = \gamma_i(t, x_0)$

Una estrategia "Open-loop" será, por consiguiente, una función que depende sólo de (t) , dado el estado inicial de la economía o de las variables de estado iniciales.

Por el contrario, en un modelo "Closed-loop" (estado perfecto), las autoridades económicas decidirán sus estrategias en cada período (t) , en base a toda la información disponible acumulada hasta dicho período. Por tanto, la estrategia del jugador i vendrá dada por:

$$u_i(t) = \gamma_i[t, x(s)], \quad t_0 \leq s \leq t$$

Cuando es "Closed-loop" (estado imperfecto), la estrategia será de la forma: $u_i(t) = \gamma_i[t, x_0, x(t)]$.

En el caso de modelos de información "feedback", las autoridades económicas deciden sus estrategias en cada período (t) ,

de acuerdo con la información corriente del estado de la economía. De este modo, la estrategia del jugador i será del siguiente tipo: $u_i(t) = \gamma_i [t, x(t)]$, .

Conviene ahora resaltar claramente las diferencias que existen entre los conceptos de **estrategia** (ó regla de decisión) y de **acción** (ó control).

Una **ESTRATEGIA**, en términos formales, es una función que depende, normalmente, de la magnitud de una ó más variables, en este caso económicas, que no son totalmente controlables por los agentes decisores (ó autoridades económicas) y que son desconocidas, en el momento en que las estrategias han sido planteadas. Por ejemplo, si el gobierno tiene que decidir hoy si aumenta o disminuye el gasto público en el trimestre siguiente, una posible estrategia será: aumentar el gasto público si la demanda agregada cae por debajo del pleno empleo, y reducirla si la situación es la inversa.

Una **ACCION** es la consecución de una estrategia. Siguiendo con el ejemplo, una vez conocido el valor de la demanda en el trimestre siguiente, el gobierno decide la acción a tomar: expandir ó restringir el gasto público.

Por otra parte, una **estrategia constante** -tal como, una decisión irrevocable de seguir una determinada política económica restrictiva (expansiva)- coincide con el concepto de acción (véase Basar y Olsder, 1982 cap.1).

De acuerdo con los diferentes modelos de información descri-

tos anteriormente, en aquellos juegos en los que se plantea como hipótesis que la información disponible es de tipo "Open-loop", el espacio de control (acciones) de cada jugador $i \in N$, en cada período (t), coincide exactamente con el espacio de estrategias.

Los juegos dinámicos en los que se supone una estructura de información "Closed-loop", (estado perfecto), plantean problemas de multiplicidad de soluciones (estrategias) de equilibrio, debido a la mayor información de que disponen los jugadores. A medida que uno ó más jugadores disponen de mayor grado de información, las soluciones obtenidas con la menor información previa se mantienen inalteradas, pero también, es posible determinar nuevos equilibrios adicionales, (ver Basar y Olsder, 1982 cap. 6).

En cuanto a las estrategias feedback, cabe señalar que la determinación de la solución de equilibrio de un juego dinámico, especificado en tiempo continuo, presenta importantes problemas de carácter técnico y formal que hasta el momento, y según la literatura al respecto, no han sido resueltos de forma satisfactoria. Se puede encontrar una solución utilizando técnicas discretas, pero en este caso se perderían las características y ventajas de trabajar con modelos en tiempo continuo, (ver Basar, 1986 y Petit, 1990 cap.1).

Por las razones expuestas, en lo que sigue, para el análisis de las distintas soluciones de equilibrio (cooperativas y no cooperativas), consideramos como hipótesis de trabajo, un modelo de información de tipo "Open-loop".

Por otra parte, en los juegos no cooperativos consideramos juegos de suma no cero, ya que las situaciones de conflicto como las que surgen en un juego de dicha naturaleza no es probable que se presenten en los problemas de política económica.

I.3.3. SOLUCIONES NO COOPERATIVAS.

En este apartado se analizan dos tipos de soluciones no cooperativas: las soluciones de equilibrio de Nash y de Stackelberg. Como se ha señalado anteriormente, la posibilidad de definir diferentes soluciones de equilibrio surge como consecuencia de las diferentes hipótesis formuladas, respecto del comportamiento de los jugadores y/o de sus modelos de información.

La solución de equilibrio Nash es también conocida por la denominación Cournot-Nash, ya que fue el economista francés, Cournot, quien en 1938 la introdujo con referencia a la teoría del oligopolio.

Esta solución -que posteriormente fue generalizada por J.F. Nash en 1951- se fundamenta en la hipótesis de que la información disponible entre los dos jugadores es simétrica, en el sentido de que cada jugador conoce la función objetivo y la estructura del modelo que caracteriza el comportamiento de la economía del otro jugador y, además, el conjunto de datos sobre las variables relevantes es conocido por ambos jugadores en cada período de tiempo.

El hecho de que la información es simétrica, permite que los jugadores determinen sus respectivas estrategias simultáneamente, es decir, en el mismo instante del tiempo.

La solución de equilibrio Nash proporciona una buena descripción de aquellos problemas económicos en los que la posición de los agentes decisores es simétrica o, lo que es lo mismo, ninguno de ellos domina el proceso de decisión.

La solución de equilibrio de Stackelberg fue introducida por H. Stackelberg en 1934, también en el marco de la teoría del oligopolio. Al contrario que la solución de Nash, éste es un tipo de solución jerárquica, pues se supone, que uno de los jugadores denominado "líder" tiene una posición más fuerte en el proceso de decisión. Este tipo de equilibrio es el resultado de decisiones secuenciales: el líder anuncia primero su estrategia, de tal forma que el "seguidor" solo puede reaccionar ante la estrategia del líder. La estrategia del seguidor es, pues, determinada una vez que se conoce la estrategia del líder.

El comportamiento secuencial puede surgir por varias causas: bien por diferencias en cuanto al modelo ó grado de información de los dos jugadores, bien porque el líder conozca la función objetivo del seguidor pero éste no conozca la del líder, por reputación, credibilidad etc.

Lo que caracteriza precisamente el comportamiento del seguidor en un juego Stackelberg, es su actitud pasiva.

La solución de equilibrio de Stackelberg es, pues, una solución adecuada para caracterizar aquellos casos en los que las posiciones de los jugadores son asimétricas y uno de ellos tiene la oportunidad ó capacidad de anticipar su

estrategia y, de este modo imponer aquella que le sea más favorable.

Pasemos a examinar con más detalle las soluciones de equilibrio de Nash y Stackelberg, supuesto un modelo de información "Open-loop".

I.3.3.1. SOLUCION DE EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" NASH.

Para un juego diferencial de dos jugadores, de duración finita, descrito en la forma normal, el par de estrategias (γ_1^*, γ_2^*) constituye una solución de equilibrio Nash sí y solo sí:

$$\begin{aligned} \gamma_1^* &= \arg \min J_1(\gamma_1, \gamma_2^*), \quad \gamma_1 \in \Gamma_1 \\ \gamma_2^* &= \arg \min J_2(\gamma_1^*, \gamma_2), \quad \gamma_2 \in \Gamma_2 \end{aligned} \quad (14)$$

ó alternativamente sí y solo sí:

$$\begin{aligned} J_1(\gamma_1^*, \gamma_2^*) &\leq J_1(\gamma_1, \gamma_2^*) \\ J_2(\gamma_1^*, \gamma_2^*) &\leq J_2(\gamma_1^*, \gamma_2) \end{aligned} \quad (15)$$

Se puede observar en (14) o (15) que la estrategia elegida por cada jugador es la respuesta óptima (reacción racional) a la estrategia elegida por el otro jugador y viceversa. La estrategia γ_1^* es óptima para el jugador 1, dado que el jugador 2 sigue γ_2^* , mientras esta γ_2^* es óptima para el jugador 2, dado que el jugador 1 sigue γ_1^* . El concepto de solución

Nash se comprende de forma más clara introduciendo la función de reacción de cada jugador. Dicha función está definida, para cada $\gamma_j \in \Gamma_j$, por:

$$R^i(\gamma_j) = \{ \gamma_i^o \in \Gamma_i : J_i(\gamma_i^o, \gamma_j) \leq J_i(\gamma_i, \gamma_j), \forall \gamma_i \in \Gamma_i \} \quad (16)$$

$i = 1, 2; \quad i \neq j$

La función (16) define todas las estrategias del jugador i que son respuestas óptimas a cada estrategia del jugador j . Si la función de reacción de cada jugador es unívoca, a partir de la expresión (16) podemos considerar las siguientes aplicaciones:

$$T_i : \Gamma_j \rightarrow \Gamma_i, \quad i = 1, 2; \quad i \neq j$$

La intersección de las funciones de reacción de los dos jugadores, si existe, proporciona la estrategia de equilibrio Nash. Es decir, dicha estrategia se determina cuando existen $\gamma_1 \in \Gamma_1$ y $\gamma_2 \in \Gamma_2$ tales que: (ver Basar, 1986).

$$T_i : \Gamma_j \rightarrow \Gamma_i, \quad i = 1, 2; \quad i \neq j,$$

$$\gamma_1 = T_1(\gamma_2) \quad \gamma_2 = T_2(\gamma_1) \quad (17)$$

Como consecuencia lógica, una solución Nash es un concepto de equilibrio, ya que ninguno de los jugadores podría beneficiarse si se desviasen unilateralmente de él.

Así cuando un jugador sigue una estrategia Nash, la mejor estrategia para el otro jugador es también una estrategia Nash.

En síntesis, en un juego no cooperativo Nash, cada jugador

conjetura la estrategia de su competidor y considerando ésta como dada actúa en consecuencia, alcanzándose una situación de equilibrio cuando ningún jugador tiene incentivos para modificar su comportamiento unilateralmente.

Definido el concepto de equilibrio Nash, veamos el procedimiento para determinar (γ_1^*, γ_2^*) .

El Principio del mínimo de Pontryagin es el método de optimización utilizado.

Consideremos, de nuevo, la ecuación de estado (1) que describe el comportamiento del sistema económico y la función objetivo ó función de coste, definida en (2) respectivamente:

$$\dot{x}(t) = f[x(t), u_1(t), u_2(t), t] \quad (18)$$

$$J_i(x, u_1, u_2) = \int_{t_0}^{t_f} I_i [x(t), u_1(t), u_2(t), t] dt \quad (19)$$

$i = 1, 2$

Puesto que suponemos que la estructura de información es de tipo "Open-loop", la estrategia de equilibrio para cada jugador i será de la forma:

$$\gamma_i^*(t, x_0) = u_i^*(t), \quad t \in [t_0, t_f], \quad i = 1, 2.$$

Para obtener dichas estrategias, utilizando el método citado anteriormente, se definen las funciones Hamiltonianas, una para cada jugador, la expresión general (omitiendo el término (t) , para simplificar la notación), es:

$$H^i(p_i, x, u_1, u_2, t) = I_i(x, u_1, u_2, t) + p_i f(x, u_1, u_2, t) \\ t \in [t_0, t_f], \quad i = 1, 2 \quad (20)$$

donde $p_i(t)$ es el vector coestado para el jugador i .

Si suponemos que las funciones $f(x, u_1, u_2, t)$ e $I_i(x, u_1, u_2, t)$, son continuamente diferenciales, las relaciones siguientes constituyen un conjunto de condiciones **necesarias** para determinar una solución "Open-loop" Nash.

$$\dot{x}^*(t) = \frac{\partial H^i(p_i, x^*, u_1^*, u_2^*, t)}{\partial p_i} = f(x^*, u_1^*, u_2^*, t) \quad (21)$$

$$\dot{p}_i(t) = -\frac{\partial H^i(p_i, x^*, u_1^*, u_2^*, t)}{\partial x} \quad i = 1, 2 \quad (22)$$

$$u_1^*(t) = \arg \min H^1(p_1, x^*, u_1, u_2^*, t) \quad u_1 \in S^1 \quad (23)$$

$$u_2^*(t) = \arg \min H^2(p_2, x^*, u_1^*, u_2, t) \quad u_2 \in S^2 \quad (24)$$

dadas las condiciones límite:

$$x^*(t_0) = x_0$$

$$p_i(t_f) = 0$$

donde $u_i^*(t)$ es la estrategia de equilibrio "Open-loop" Nash, $i = 1, 2$ y $x^*(t)$ son las correspondientes trayectorias de equilibrio para las variables de estado.

La condición final $p_i(t_f) = 0$ es aplicable solo en aquellos casos en los que el valor de las variables de estado (u objetivos) no está sujeto a ninguna restricción, lo que se

interpreta en un juego de planificación económica, que el valor que pueden tomar las variables de estado en el período final fijado, no está predeterminado por las autoridades económicas, sino que es libre, es decir:

$x(t_f) = \text{libre}$. (Ver Petit, 1990 cap.5)

Si además, suponemos que la función $H^i(p_i, x, u_1, u_2, t)$ es continuamente diferenciable y estrictamente convexa sobre S^i (conjunto abierto), las relaciones (23) y (24) pueden ser sustituidas por:

$$\frac{\partial H^1(p_1, x^*, u_1, u_2, t)}{\partial u_1(t)} = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial H^2(p_2, x^*, u_1, u_2, t)}{\partial u_2(t)} = 0 \quad (26)$$

De la resolución del sistema de ecuaciones (21-24), dadas las condiciones límite, se obtienen, las estrategias óptimas para cada uno de los jugadores, así como la trayectorias de equilibrio para las variables de estado, (para una aplicación de la solución Nash descrita, véase apdo. II.4.1.1, cap.II).

I.3.3.2. SOLUCION DE EQUILIBRIO GLOBAL DE STACKELBERG.

Como se ha mencionado anteriormente, la solución de equilibrio Stackelberg es un concepto de solución jerárquica, donde uno de los jugadores (líder) tiene capacidad para imponer su estrategia al otro jugador (seguidor).

El par de estrategias (γ_1^*, γ_2^*) constituye un equilibrio

Stackelberg con el jugador 1 como líder, y el jugador 2 como seguidor, sí y solo sí (Basar, 1986):

$$\gamma_1^* = \arg \min J_1(\gamma_1, T_2(\gamma_1)), \quad \gamma_1 \in \Gamma_1 \quad (27)$$

$$\gamma_2^* = T_2(\gamma_1^*), \quad \gamma_2 \in \Gamma_2 \quad (28)$$

$$T_2(\gamma_1) = \arg \min J_2(\gamma_1, \gamma_2), \quad \forall \gamma_1 \in \Gamma_1 \quad (29)$$

Esta definición de equilibrio es aplicable a un juego de dos jugadores descrito en forma normal, siempre que se verifique la hipótesis de que la función de reacción del seguidor, definida para cada $\gamma_1 \in \Gamma_1$, por:

$$R^2(\gamma_1) = \{\gamma_2^o \in \Gamma_2: J_2(\gamma_2^o, \gamma_1) \leq J_2(\gamma_2, \gamma_1), \forall \gamma_2 \in \Gamma_2\}, \quad (30)$$

sea única, de tal forma que exista una única aplicación

$$T_2: \Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2.$$

Cuando la función de reacción del seguidor $R^2(\gamma_1)$ es única, la solución de equilibrio de Stackelberg sitúa al líder en una posición que no es peor que la que corresponde a cualquier solución Nash. En cuanto al seguidor, su situación puede ser mejor o peor que en cualquier equilibrio Nash. En aquellos casos en los que esta hipótesis no se verifique, el líder puede determinar su estrategia de equilibrio siguiendo una aproximación **minimax**, para asegurarse él mismo contra la "peor" elección del seguidor. Esta solución "pesimista" se define como:

$$\begin{aligned} \gamma_1^* &= \arg \min_{\gamma_1 \in \Gamma_1} \sup_{\gamma_2 \in R^2(\gamma_1)} J_1(\gamma_1, \gamma_2) \end{aligned} \quad (31)$$

$$\gamma_2^* \in R^2(\gamma_1^*) \quad (32)$$

Por el contrario, si el líder espera que el seguidor opte por la "mejor" elección, la solución "optimista" viene dada por: (Ver Basar, 1989)

$$\begin{aligned} \gamma_1^* &= \arg \min_{\gamma_1 \in \Gamma_1} \inf_{\gamma_2 \in R^2(\gamma_1)} J_1(\gamma_1, \gamma_2) \end{aligned} \quad (33)$$

$$\gamma_2^* \in R^2(\gamma_1^*) \quad (34)$$

La asimetría que caracteriza al concepto de solución Stackelberg impone un modo de juego secuencial. Dicha secuencialidad puede manifestarse de dos formas diferentes, lo que puede dar origen a dos tipos distintos de estrategias:

a) Estrategias globales.

Son características de situaciones ó problemas de decisiones interdependientes en los que el líder tiene capacidad para anticipar y anunciar su plan de acción (estrategias) completo para todo el período $[t_0, t_f]$

al iniciarse el juego e, imponerlo al seguidor.

En este caso, las estrategias de los jugadores suelen ser de tipo: "Open" ó "Closed-loop".

Siguiendo con el ejemplo anterior relativo a la estrategia a seguir respecto del gasto público, una estrategia global

"Open-loop" para el líder, en un juego de duración predeterminada, puede venir especificada en los siguientes términos: una vez conocida la situación de la demanda en el período inicial (t), en ése mismo período decidirá y anunciará su plan de acción para todo el horizonte de planificación y éste consistirá en aumentar el gasto público, si la demanda se encuentra por debajo del nivel de pleno empleo, ó bien disminuirlo en caso contrario. Como se puede apreciar, la estrategia coincide exactamente con la acción anunciada. Conocida por el seguidor la estrategia del líder, aquél actuará en consecuencia y decidirá igualmente su estrategia para el mismo período de tiempo [t_0 , t_f].

Una estrategia "Closed-loop" para el líder será: comunicar en el período inicial, que el gasto público aumentará **siempre** que la demanda se encuentre por debajo del nivel de pleno empleo. Y si, en cualquier período (t) ocurre lo contrario, el gasto público disminuirá.

En ambos casos los dos jugadores deciden sus estrategias para todo el horizonte temporal en el momento inicial, actuando el líder en primer lugar y posteriormente el seguidor.

Sin embargo, no es posible calcular soluciones globales "Closed-loop" Stackelberg para juegos dinámicos infinitos, especificados en tiempo continuo, (como los que aquí se consideran) utilizando las técnicas de optimización standard -Principio del mínimo de Pontryagin-, en cualquier caso, solo pueden ser calculadas bajo hipótesis muy especiales (ver Petit, 1990, cap.8).

b) Estrategias por etapas.

Surgen cuando el líder puede ó tiene capacidad para anticipar y anunciar su estrategia en cada una de las respectivas etapas del juego. En este caso, se trata de estrategias "feedback" $u_1(t) = \gamma_1 [t, x(t)]$; es decir, éstas vienen determinadas en función de los valores corrientes de las variables de estado.

Este tipo de estrategias (no serán tratadas en el marco del presente trabajo) fueron estudiadas por vez primera por Simaan y Cruz¹⁹, en el campo discreto y por Basar y Haurie (1984) en el campo continuo.

En cualquier caso, bien se trate de estrategias globales o por etapas, la posición y el grado de información de ambos jugadores es asimétrico. El líder conoce el tiempo (t) y el estado del juego $[x_0, x(t)]$, mientras que el seguidor conoce además la estrategia elegida por el líder.

Centrandonos en las estrategias globales "Open-loop", al igual que en la solución Nash, utilizaremos el Principio de mínimo de Pontryagin como método de optimización dinámico.

Consideremos de nuevo, la ecuación de estado:

$$\dot{x}(t) = f[x(t), u_1(t), u_2(t), t]$$

y la función objetivo:

¹⁹ Véase Simaan, M., y Cruz, J.B., (1973a, b)

$$J_i(x, u_1, u_2) = \int_{t_0}^{t_f} I_i [x(t), u_1(t), u_2(t), t] dt$$

$$i = 1, 2$$

Suponemos que las funciones $f(\dots)$ e $I_i(\dots)$ satisfacen las condiciones requeridas de continuidad y diferenciabilidad.

Puesto que el seguidor (jugador 2) determina su estrategia óptima considerando la estrategia del líder como independiente de sus propias decisiones, su problema es similar al de un juego Nash, y su función Hamiltoniana, se define, por tanto, como:

$$H^2(p_2, x, u_1, u_2, t) = I_2(x, u_1, u_2, t) + p_2' f(x, u_1, u_2, t) \quad (35)$$

$$t \in [t_0, t_f]$$

donde $p_2(t)$ es el vector coestado para el seguidor.

Suponiendo que $H^2(p_2, x, u_1, u_2, t)$ es continuamente diferenciable y estrictamente convexa en S^2 , hipótesis que se verifica en el caso de una función cuadrática cuando la matriz asociada es definida positiva, existe una función $p_2(t)$ tal que se verifican las siguientes relaciones (ver Basar, 1989):

$$\dot{x}(t) = \frac{\partial H^2(p_2, x_1, u_1, \dot{u}_2, t)}{\partial p_2} = f(x, u_1, \dot{u}_2, t) \quad (36)$$

$$\dot{p}_2(t) = -\frac{\partial H^2(p_2, x, u_1, \dot{u}_2, t)}{\partial x} \quad (37)$$

$$\frac{\partial H^2(p_2, x, u_1, \dot{u}_2, t)}{\partial u_2(t)} = 0; \quad t \in [t_0, t_f] \quad (38)$$

Dadas las condiciones límite:

$$x^*(t_0) = x_0$$

$$p_i(t_f) = 0$$

donde $\dot{u}_2 \in U_2$ denota la respuesta óptima del seguidor para cualquier estrategia dada $u_1 \in U^1$ del líder.

El líder también minimiza su función objetivo, pero bajo las restricciones dadas no solo por la ecuación de estado (18), sino también por las condiciones necesarias del problema de optimización del seguidor, las cuales, como se ha indicado, son conocidas por él y tenidas en cuenta explícitamente.

Además, suponemos que existe una única $\dot{u}_2 \in U^2$ bajo la cual el conjunto de ecuaciones (36 a 38) se satisfacen para cada $u^1 \in U^1$ dada.

La función hamiltoniana del líder viene, por consiguiente, dada por:

$$H_1 = I_1(x, u_1, u_2, t) + p_1' f(x, u_1, u_2, t) + \mu' [-\nabla_x H^2(p_2, x, u_1, u_2, t)] + v' [\nabla_{u_2} H_2(p_2, x, u_1, u_2, t)] \quad (39)$$

siendo $p_1(t), \mu(t)$ los vectores correspondientes a las restricciones (18) y (37); $v(t)$ es el vector de multiplicadores de Lagrange asociados a la restricción de igualdad (38).

Bajo condiciones de diferenciabilidad de $f(\dots)$ e $I(\dots)$, si: u_1^* es la solución "Open-loop" Stackelberg, con el jugador 1 como líder y, $x^*(t)$ la correspondiente trayectoria de estado, existen tres funciones continuamente diferenciables $p_1(t)$, $p_2(t)$, $\mu(t)$ y una función continua $v(t)$ tal que verifican las siguientes relaciones:

$$\dot{x}^*(t) = \frac{\partial H^1(p_1, p_2, \mu, v, x^*, u_1^*, u_2^*, t)}{\partial p_1} = f(x^*, u_1^*, u_2^*, t) \quad (40)$$

$$\dot{p}_2(t) = \frac{\partial H^1(p_1, p_2, \mu, v, x^*, u_1^*, u_2^*, t)}{\partial \mu} \quad (41)$$

$$\dot{p}_1(t) = - \frac{\partial H^1(p_1, p_2, \mu, v, x^*, u_1^*, u_2^*, t)}{\partial x} \quad (42)$$

$$\dot{\mu}(t) = - \frac{\partial H^1(p_1, p_2, \mu, v, x^*, u_1^*, u_2^*, t)}{\partial p_2} \quad (43)$$

$$\frac{\partial H^2}{\partial u_2(t)} = 0 \quad \text{cuando } u_2 = u_2^*(t) \quad (44)$$

$$\frac{\partial H^2}{\partial u_1(t)} = 0 \quad \text{cuando } u_1 = u_1^*(t) \quad (45)$$

con las condiciones límite siguientes:

$$x^*(t_0) = x_0$$

$$\mu(t_0) = 0$$

$$p_1(t_f) = 0$$

$$p_2(t_f) = 0$$

Determinada, de éste modo, la estrategia de equilibrio para el líder $u_1^*(t)$, $t \in [t_0, t_f]$, para obtener la estrategia de equilibrio del seguidor $u_2^*(t)$, basta sustituir $u_1^*(t)$ y la solución obtenida para p_2 , en (36-38) y resolver el correspondiente sistema de ecuaciones. Para una aplicación de la solución Stackelberg descrita, véase el apdo. II.4.1.2 del Cap. II.

Finalmente, es importante señalar que la solución de Stackelberg, derivada anteriormente, constituye una solución de equilibrio, para todo el horizonte de planificación considerado $[t_0, t_f]$, sí y solo sí, el líder se compromete previamente a mantener su plan de acción anunciado.

Esta observación se deriva del hecho que en ausencia de compromiso previo, cabe la posibilidad de que el líder se sienta "tentado" a no mantener su plan de acción, una vez que el seguidor ha determinado su estrategia y de esta forma mejorar su situación. En otras palabras, utilizando la terminología de la teoría de juegos diferenciales, en ausencia de compromiso previo por parte del líder, la estrategia óptima de éste puede ser temporalmente inconsistente.

Por **inconsistencia temporal**²⁰ se entiende una situación en la que el curso futuro de una política óptima anunciada en un momento determinado, se modifica posteriormente debido a que, en determinadas circunstancias las autoridades económicas (líder) consideran más ventajoso modificar su estrategia.

²⁰ Para un análisis formal detallado de la inconsistencia temporal de la solución de equilibrio Stackelberg, véase Basar, T., (1986).

Tales cambios influyen en las expectativas y en el comportamiento de otras autoridades económicas (seguidor) y/o sectores privados, conduciendo a crisis de credibilidad y a la ineficiencia de las políticas económicas.

El problema de la inconsistencia temporal de las estrategias óptimas, bien sean de tipo "Open-loop" ó "Closed-loop", puede ser evitado, siempre que el líder se comprometa explícita o implícitamente a mantener tales estrategias en el horizonte de planificación fijado.

En el análisis macroeconómico, la inconsistencia temporal de las políticas económicas, fue ampliamente tratado por Calvo, (1978) en el marco de un juego de estabilización económica, estudiando los efectos de la política monetaria en una economía cerrada, donde los agentes económicos poseen expectativas de previsión perfecta.

En la última década han sido publicados un extenso número de estudios que abordan esta problemática. En algunos trabajos se utiliza la vía del control óptimo: Fischer, S., (1980), Kydland, F.E., y Prescott, E.C., (1980), Turnovsky, S.J., y Brock, W.A., (1980), Buiter, W.H., (1981), Driffill, J., (1982), Lucas, R.E., y Stockey, N., (1983), y Stemp, P.J., y Turnovsky, S.J., (1984, 1987), entre otros.

Los aspectos de los juegos dinámicos son más explícitos en Lucas, R.E., y Sargent, T.J., (1981), Buiter, W.H., (1983), Holly, S., (1983), Brandsma, A.S., y Hughes Hallett, A.J., (1984a, b), Cohen, D., y Michel, P., (1984), Hughes Hallett, A.J., (1984), Oudiz, G., y Sachs, J., (1984), Backus, D., y Driffill, J., (1985), Miller, M., y Salmon, M., (1985), etc.

La inconsistencia temporal de las políticas macroeconómicas óptimas ha sido, y es probable que continúe siendo durante algún tiempo, uno de los temas más relevantes en el análisis macroeconómico, sobre todo en aquellos juegos dinámicos planteados en un horizonte temporal infinito, y en los que se consideran las interacciones entre autoridades económicas nacionales y extranjeras, y los sectores privados respectivos.

I.3.4. TEORIA DE LA NEGOCIACION Y SOLUCIONES COOPERATIVAS.

Un juego cooperativo es apropiado para describir situaciones en las que están implicados dos (o más) individuos, cuyos intereses ni son completamente opuestos ni completamente coincidentes. Se utiliza la palabra "cooperativo" debido a que los dos individuos suelen tener capacidad para discutir una determinada situación y acordar un plan de acción racional conjunto.

Los acuerdos o planes de acción conjuntos, están ligados mediante reglas de juego y se supone que éstos deberán de ser cumplidos.

En teoría, cuando ambos jugadores tienen voluntad para cooperar, se pueden alcanzar diferentes acuerdos; y aquí es donde surge, realmente, el problema de la negociación.

Dos métodos diferentes de negociación han sido propuestos en la literatura económica.

a) *El método estratégico* describe, explícitamente, el proceso de negociación *dinámico*, y la negociación entre los jugadores tiene lugar en el contexto de un juego no cooperativo²¹.

b) *En el método axiomático*, derivado por Nash (1950, 1953) no se considera ningún proceso de negociación. Este método es, por tanto, de naturaleza estática y, de hecho, describe una solución más que un proceso de negociación²².

Esta limitación, sin embargo, no es motivo de desinterés por dicho método ni por la solución derivada del mismo, ya que la descripción explícita de un proceso de negociación puede ser innecesaria si se supone la existencia de un "árbitro". Este árbitro, a quienes los jugadores exponen sus conflictos, propone una solución y resuelve el problema de la negociación.

Cuando se considera esta hipótesis, las soluciones cooperativas fundamentadas en el método axiomático son denominadas "esquemas de arbitraje" ("arbitration schemes").

Un esquema de arbitraje puede ser definido como "una función que asocia a cada conflicto un único resultado para los jugadores. Este resultado se interpreta como la

²¹ Véase Rubinstein, A., (1982), Binmore, K., Rubinstein, A., y Wolinsky, A., (1985).

²² Véase Roth, A.E., (1979), para una recopilación de modelos axiomáticos.

solución arbitrada o comprometida del juego"²³.

El método axiomático consiste en determinar un conjunto preciso de axiomas y, de entre los diferentes esquemas de arbitraje aceptables, seleccionar aquellos que satisfagan los axiomas fijados. Dichos axiomas deberán estar fundamentados en supuestos de racionalidad y deberán restringir el dominio de esquemas de arbitraje de tal forma, que sea posible determinar un único esquema que satisfaga los axiomas dados.

Los juegos cooperativos fueron introducidos en el ámbito de los juegos estáticos, pero los principales conceptos pueden extenderse al marco dinámico, si bien, en este contexto, surge el problema del "engaño", que consiste en que una de las partes se desvía unilateralmente del acuerdo. En general, cada jugador puede mejorar su situación (obtener un menor coste) jugando con estrategias diferentes, mientras que el otro jugador se ajuste al acuerdo. Una solución cooperativa en la que se pueda dar esta circunstancia no reúne, lógicamente, las características de un equilibrio y, en este caso, la única forma de asegurar que se respete el acuerdo, a lo largo del tiempo, es mediante imposición. La hipótesis de una autoridad superior o árbitro llega a ser fundamental para hacer cumplir el acuerdo.

Una alternativa a esta hipótesis es considerar juegos cooperativos con memoria. Entonces, cada jugador puede introducir amenazas disuasorias ("retaliation threats") al

²³ Véase Luce, R.D., y Raiffa, H., (1957), pág.121

formular sus estrategias. A este tipo de estrategias se les denomina **estrategias de "disparo"** ("trigger strategies") (Radner, 1980). Si el par de estrategias es efectivo, los jugadores no se desviarán del acuerdo y la solución cooperativa puede ser, por consiguiente, considerada de equilibrio. Este tipo de equilibrios fue introducido por vez primera por Friedman, J.W., (1971, 1977), en el marco de la teoría de superjuegos y, posteriormente, desarrollada por Rubinstein, A., (1979) y Radner, R., (1980). Los equilibrios cooperativos en juegos dinámicos (diferenciales y discretos) han sido estudiados, en particular, por Haurie, A., y Tolwinski, B., (1984, 1985, 1990) y por Tolwinski, B., Haurie, A., y Leitmann, G., (1986).

A continuación, describimos una de las soluciones de equilibrio cooperativo, basada en el método axiomático que más frecuentemente se utiliza en el análisis macroeconómico aplicado. Nos referimos, a la solución cooperativa o negociada Nash.

I.3.4.1 SOLUCION DE EQUILIBRIO COOPERATIVO NASH.

De entre el conjunto de axiomas que normalmente se exigen a la solución de equilibrio cooperativo Nash, hay uno cuyo cumplimiento es totalmente necesario: se trata del axioma de la optimalidad de Pareto.

En un juego dinámico con dos jugadores, las soluciones cooperativas que satisfacen dicho requerimiento pueden

obtenerse minimizando la suma ponderada de las correspondientes funciones objetivo:

$$J(\gamma_1, \gamma_2) = \beta \int_{t_0}^{t_f} I_1[x(t), \gamma_1(t), \gamma_2(t), t] dt + \\ + (1 - \beta) \int_{t_0}^{t_f} I_2[x(t), \gamma_1(t), \gamma_2(t), t] dt \quad (46)$$

con respecto a $\gamma_1(t)$ y $\gamma_2(t)$, para cada valor de β comprendido entre $0 \leq \beta \leq 1$, y dada la ecuación de estado,

$$\dot{x}(t) = f[x(t), u_1(t), \dots, u_n(t), t]$$

De este modo, el par de estrategias (γ_1, γ_2) es Optimo de Pareto siempre que exista otro par (γ_1, γ_2) tal que:

$$J_i(\gamma_1, \gamma_2) \leq J_i(\gamma_1^*, \gamma_2^*), \quad i = 1, 2 \quad (47)$$

esto implica que:

$$J_i(\gamma_1, \gamma_2) = J_i(\gamma_1^*, \gamma_2^*), \quad i = 1, 2 \quad (48)$$

entonces (γ_1^*, γ_2^*) es Optimo de Pareto. Esto significa, que no existe solución que domine a la solución de Pareto. En consecuencia, ningún jugador puede reducir sus pérdidas sin aumentar las del otro jugador.

La optimalidad de Pareto es también conocida en la teoría de la negociación, como **racionalidad colectiva**, ya que sería

irracional para los jugadores (como un grupo) cooperar sobre un punto que no sea óptimo de Pareto. Trasladarse a una solución de Pareto supone que la situación de al menos un jugador puede mejorar sin empeorar las situaciones de los otros jugadores.

Ahora bien, la optimalidad de Pareto es una condición necesaria, que ha de verificar la (única) solución de equilibrio cooperativo Nash, pero no es suficiente para caracterizarla. Esta solución ha de satisfacer, además, los cuatro axiomas siguientes²⁴:

- i) Racionalidad individual.
- ii) Invarianza respecto a transformaciones afines.
- iii) Simetría.
- iv) Independencia de alternativas irrelevantes.

Para determinar la solución cooperativa Nash, que verifique los axiomas anteriores es importante definir, previamente, los conceptos siguientes: (véase el gráfico A).

a) El conjunto $H \subset R^2$ de todos los resultados posibles del juego, denominado **conjunto alcanzable**, que suponemos compacto y convexo en el plano (J_1, J_2) .

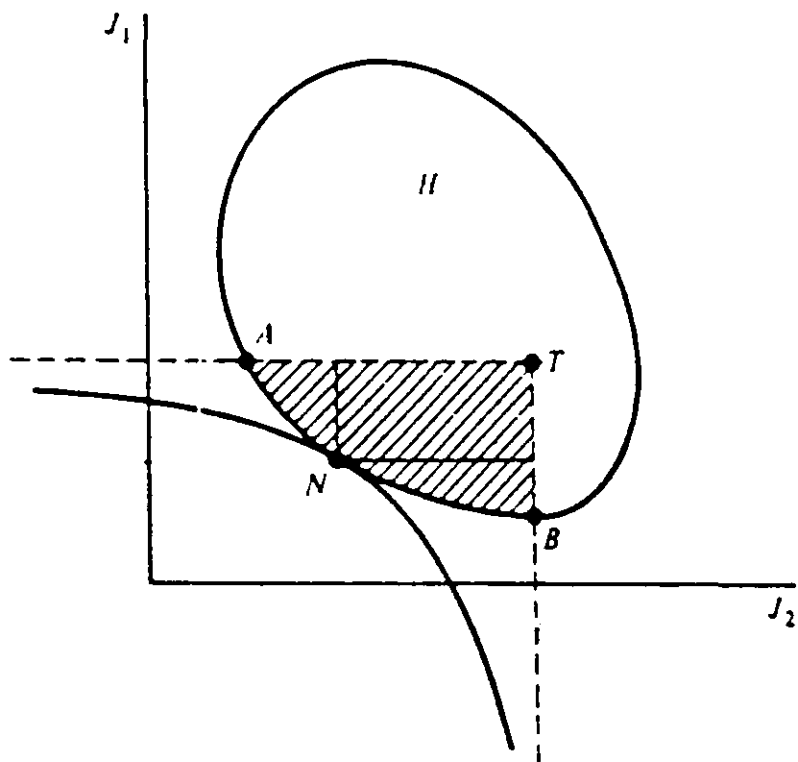
Dicho conjunto se obtiene de la minimización de (46), para cada uno de los distintos valores de β .

b) El punto "status-quo" $T \in H$, cuyas coordenadas representan los resultados que los jugadores obtendrían, en el caso de no

²⁴ Véase Luce, R.D., y Raiffa, H., (1957) cap. 6 y Friedman, J.W., (1986) cap. 5

llegar a un acuerdo. Este punto es denominado **punto de amenaza** ya que representa la amenaza que cada jugador puede hacer al otro, si éste no cumple el acuerdo propuesto. T es el resultado de un comportamiento no cooperativo Nash y es un elemento básico de la teoría de la negociación. Se supone que ambos jugadores conocen las amenazas.

GRAFICO A



El axioma i) indica que si un jugador se comporta de forma racional, nunca aceptaría un acuerdo cuyo resultado fuese peor que el que podría obtener actuando de forma independiente.

Como se observa en el gráfico A, el axioma de la racionalidad individual restringe el dominio de las soluciones que satisfacen el axioma de optimalidad de Pareto a un conjunto más pequeño denominado **conjunto de negociación** (AB), pero esto no es aún suficiente para determinar una única solución. Existen muchas soluciones que son óptimos de Pareto, que dominan a las soluciones no cooperativas.

El axioma ii) refleja el principio de no comparabilidad de utilidades e impone la condición de que la solución negociada del juego debe ser invariante a transformaciones afines positivas de las funciones objetivo; es decir, a cambios en la escala y en el origen de las funciones.

El axioma iii) implica que, si los jugadores tienen posiciones completamente simétricas, el resultado de la solución negociada debe ser también simétrico; es decir, los jugadores deberán obtener valores iguales de sus funciones objetivo.

Finalmente, el axioma iv) significa que si el conjunto H se reduce a un nuevo conjunto H', que también contenga el punto solución del juego original, entonces dicho punto también será la solución del nuevo juego, siempre que el punto de amenaza T permanezca constante.

La verificación simultánea de estos axiomas hace posible

encontrar una única solución para un juego cooperativo, dada la hipótesis que el conjunto alcanzable H es compacto y convexo.

Veamos a continuación, cómo se obtiene la solución cooperativa Nash. Sea H el conjunto alcanzable y T el punto de amenaza o "status quo" de coordenadas (J_1^T, J_2^T) .

El axioma de racionalidad individual reduce el dominio de las soluciones al área sombreada de H ; por otra parte, la optimalidad de Pareto reduce este dominio a un conjunto menor conjunto de negociación S , definido por la curva (AB) .

A partir de este conjunto, la solución de equilibrio cooperativa Nash será aquella que verifique la siguiente condición: el producto de las ganancias obtenidas del acuerdo, medidas respecto de la solución no cooperativa (punto de amenaza), sea máximo; es decir,

$$(J_1^* - J_1^T) (J_2^* - J_2^T) = \max (J_1 - J_1^T) (J_2 - J_2^T); (J_1, J_2) \in S \quad (49)$$

Puesto que la hipérbola rectangular que es asíntota a las líneas rayadas a partir de T , tiene la propiedad de que el producto $(J_1 - J_1^T) (J_2 - J_2^T)$ es constante. El punto de S , en el cual este producto es máximo, debe ser el punto de tangencia entre dicho conjunto S y la menor hipérbola equilátera. Este punto indicado por N en el gráfico A es la solución de equilibrio cooperativo Nash.

Se puede observar en dicho gráfico que, uniendo N con las líneas rayadas (TA) y (TB), se obtiene un rectángulo cuyos lados son precisamente $(J_1^T - J_1^*)$ y $(J_2^T - J_2^*)$. La solución Nash puede ser interpretada como aquel punto sobre la curva (AB) que determina el mayor rectángulo desde T.

La solución obtenida de este modo, satisface simultáneamente el conjunto de axiomas anteriormente expuesto. (Ver Friedman, (1986), para su demostración).

En el capítulo siguiente, apdo. II.4.2, determinamos la solución cooperativa descrita, en el marco de un juego diferencial de política monetaria entre dos economías interdependientes.

I.4 APLICACIONES DE LA TEORIA DE JUEGOS DINAMICOS AL ANALISIS DE LAS POLITICAS MACROECONOMICAS

La contribución pionera de Von Neumann y Morgenstern al análisis de comportamientos estratégicos, pasó inadvertida para los macroeconomistas. De hecho, en el pasado²⁵ rara vez fueron aplicados los conceptos e instrumentos de la teoría de juegos al análisis macroeconómico, a pesar de que los problemas relacionados con las decisiones de políticas económicas interdependientes y la falta de coordinación de

²⁵ Dos importantes excepciones son Nyblen, G., (1951) y Faxen, K.O., (1957).

las autoridades económicas eran hechos bien conocidos²⁶. Estas situaciones constituyen un caso típico de decisiones conflictivas para las que la teoría de los juegos tenía los instrumentos de análisis apropiados y necesarios.

En la actualidad, la situación es diferente; la teoría de juegos dinámicos constituye un poderoso instrumento, ampliamente utilizado en el análisis de las políticas macroeconómicas interdependientes. De hecho, resulta posible y conveniente clasificar los juegos dinámicos de política económica, en función de la naturaleza de los agentes económicos implicados simultáneamente en las relaciones estratégicas. Se distinguen cuatro grandes categorías de juegos, en las que los agentes económicos que intervienen son:

- a) Las autoridades económicas nacionales (el gobierno) y el sector privado de dicha economía.
- b) Dos ó más autoridades en el contexto de un sistema económico nacional (por ejemplo, las autoridades fiscales y monetarias). A este tipo de juegos se le suele denominar juegos de estabilización macroeconómica.
- c) Dos ó mas autoridades económicas en un contexto internacional.
- d) Dos ó mas autoridades en un contexto nacional y/o internacional y los sectores privados correspondientes.

²⁶ Véase Mundell, R.A., (1962)

Los dos últimos juegos -denominados juegos de coordinación internacional de las políticas económicas- y, particularmente, el tercero, constituyen el escenario en el que se ha desarrollado la mayor parte de la literatura económica que aborda el análisis de la interdependencia económica y la problemática de la coordinación de las políticas económicas.

En el cap. II, nos ocupamos de analizar, precisamente, el tercer tipo de juegos en el contexto de dos economías interdependientes.

En las líneas que siguen, presentamos las referencias bibliográficas más relevantes de los distintos juegos, resaltando sus conclusiones más importantes.

i) Juegos de estabilización económica.

De entre los juegos de estabilización merecen resaltar las contribuciones de²⁷: Kydland, F., (1975, 1976), Pindyck, R.S., (1976, 1977), Prescott, E.C., (1977), Deissenberg, C., (1983), Hughes Hallett, A.J., y Rees, H., (1983), Neese, J.W., y Pindyck, R.S., (1984), Neck, R., (1985), Dockner, E., y Neck, R., (1986), Gandolfo, G., y Petit, M.L., (1987), Petit, M.L., (1989, 1990), entre otros.

La mayoría de estos juegos se caracterizan por ser juegos con dos jugadores, cooperativos y no cooperativos de suma no cero, deterministas y especificados en tiempo discreto,

²⁷ Para una descripción de algunas de las contribuciones citadas, véase Pohjola, M., (1986) y Contreras, J., (1989).

excepto Petit, (1989, 1990) en el que se trabaja en tiempo continuo.

Pindyck, (1976, 1977) y Hughes Hallett, (1983) aplicaron y estimaron un modelo para la economía U.S.A. Petit, (1983, 1989, 1990) estimó un modelo para la economía italiana. Kydland, (1975) y Neck, (1985) optaron por formulaciones teóricas, y en las demás contribuciones se utilizan modelos numéricos "ad hoc".

En un contexto de apreciable generalidad, las conclusiones que se derivan de tales aplicaciones son las siguientes:

a) La elección del momento adecuado para la expansión (contracción) monetaria y fiscal es tan importante como la magnitud de la propia expansión (contracción). Este resultado se deduce del hecho de que las políticas monetarias y fiscales operan con diferentes retrasos, haciéndose necesario estudiar el conflicto político en un marco explícitamente dinámico.

b) El conflicto puede ser realmente severo y las políticas pueden estar actuando en direcciones totalmente opuestas, debido a la falta de cooperación entre las autoridades.

c) Las autoridades implicadas pueden beneficiarse de un acuerdo líder-seguidor, respecto de otros modos de comportamiento no cooperativo.

d) Reglas de comportamiento cooperativo simples, conducen a situaciones que son superiores en el sentido de Pareto

respecto a modos muy sofisticados de comportamiento no cooperativo.

ii) Juegos de coordinación internacional de las políticas económicas.

Los trabajos pioneros en la aplicación de la teoría de juegos al análisis de la coordinación internacional, utilizaron modelos estáticos y deterministas, generalmente, con dos países y un único instrumento de control: la política monetaria.

Los estudios que suelen citarse como precursores son: Cooper, R.N., (1968) y, en particular, Hamada, K., (1976). Este último, considera un mundo de n -países bajo un régimen de tipos de cambio fijos en el contexto de un enfoque monetario de la Balanza de Pagos.

En dicho trabajo, se comparan los resultados que producen situaciones de cooperación y no cooperación cuando, cada país decide sobre su instrumento de control. El instrumento que elige es la tasa de expansión del crédito interno para maximizar una función objetivo, que depende de la tasa de inflación y del crecimiento de las reservas internacionales. Sus resultados muestran que una solución Cournot-Nash es Pareto inferior respecto de situaciones de cooperación o colusión.

Es decir, este autor demostró que el comportamiento de las naciones, persiguiendo cada una sus propios objetivos nacionales, en un mundo interdependiente, les llevaba a un

resultado que es sub-óptimo en el sentido de Pareto, desde el punto de vista de la comunidad de naciones.

Las cuestiones más importantes planteadas por Hamada, así como otros temas relacionados con las mismas, han sido ampliamente investigados en un **contexto estático** por: Johansen, L., (1982), Jones, (1983), Oudiz, G., y Sachs, J., (1985), Canzoneri, M.B., y Gray, J.A., (1985), Canzoneri, M.B., y Minford, P., (1986), Laskar, D., (1986), y Collins, S., (1989), entre otros. En todos estos trabajos se confirman los resultados obtenidos por Hamada excepto en Oudiz y Sachs, quienes en una simulación empírica observan que las ganancias de la cooperación son positivas pero de pequeña magnitud.

La primera formulación de un **juego dinámico** de coordinación de políticas económicas entre dos países se debe a Myoken, H., (1975), realizando un análisis independiente del de Hamada. No estudió las implicaciones económicas de la no cooperación ya que solo trató la formulación matemática del juego y la solución no cooperativa Nash.

Los aspectos dinámicos de la interdependencia, destacados por Hamada, K., y Sakurai, M., (1978) y, posteriormente, por Sachs, J., (1983) y, Miller, M., y Salmon, M., (1985), estimularon la aplicación de la teoría de juegos dinámicos al problema de la coordinación internacional, donde las autoridades económicas minimizan unas funciones objetivo, generalmente cuadráticas, en un período más ó menos dilatado de tiempo.

En un contexto dinámico es posible el análisis de cuestiones tales como: la inconsistencia temporal y credibilidad de las políticas óptimas, los efectos del ciclo político y los efectos de reputación. Quizás sea la inconsistencia temporal la cuestión más explotada por la literatura. Como se ha indicado anteriormente, una política (estrategia) óptima es temporalmente inconsistente en un período, si una reoptimización de la misma en el período posterior, ofrece una política diferente. Ex-ante, antes de que las acciones sean ejecutadas, el anuncio de una determinada política que se considera óptima, induce a una respuesta del público. Ex-post, después de que dicha respuesta sea percibida la política óptima difiere de la que se anunció.

Cuando en una situación de inconsistencia temporal no es posible comprometer la ejecución de las medidas previas, la política ex-ante, pierde credibilidad.

La cuestión principal que debate la literatura que utiliza un enfoque dinámico es verificar la superioridad o no del régimen de cooperación de las políticas internacionales frente a los regímenes no cooperativos y, bajo que condiciones puede resultar contraproducente, teniendo en cuenta las cuestiones anteriormente mencionadas.

En un primer bloque de trabajos que analiza tales cuestiones en **modelos deterministas** con perfecta certidumbre, cabe destacar por sus aportaciones teóricas y resultados empíricos, entre otros: Barro, R.J., y Gordon, D.B., (1983), Cohen, D., y Michel, P., (1984), Rogoff, K., (1984, 1985), Miller, M., y Salmon, M., (1985), Taylor, J.B., (1985), Oudiz, G.,

y Sachs, J., (1985), Hamada, K., (1986), Turnovsky, S., Basar, T., y d'Orey, V., (1988), y una colección de artículos publicados en Carraro, C., y otros, (1991).

La aportación de Oudiz y Sachs, representa un importante progreso sobre las ganancias de la coordinación en modelos macroeconómicos dinámicos, abordando extensamente la problemática de la inconsistencia temporal. Se centra en cuestiones puramente metodológicas y preparatorias para intentar una determinación cuantitativa de la coordinación.

Los aspectos metodológicos surgen de la amplia variedad de posibles conceptos de equilibrios en juegos dinámicos multipaíses. Los juegos se resuelven bajo los supuestos de: compromiso previo versus consistencia temporal, comportamiento "Open-loop" versus "Closep-loop" y adopción de decisiones no cooperativas versus cooperativas.

En un segundo bloque de trabajos que consideran modelos **estocásticos**: Hughes, A.J., (1984), Currie, D., y Levine, P., (1985, 1987), Feldstein, M.S., (1986), Ghosh, A.R., (1986), Holtham, G., y Hughes, A.J., (1987), Frenkel, J.A., y Rockett, K.E., (1988) y Turnovsky, S., y d'Orey, V., (1989); son algunos ejemplos significativos.

Los autores citados han proporcionado intentos de estimación de los beneficios potenciales que la coordinación puede proporcionar, tratando el diseño de políticas tanto en un contexto estático como dinámico. El trabajo econométrico es relativamente escaso pero abundan las simulaciones numéricas. La razón se debe a que en un contexto dinámico la consecución de resultados puramente teóricos es compleja; los parámetros

que describen las políticas óptimas bajo los diferentes regímenes estratégicos son, en sí mismos, complejas funciones de los parámetros del modelo estructural. Por ello, las simulaciones numéricas contribuyen a clarificar los resultados.

La mayoría de estos trabajos se caracterizan por los siguientes aspectos:

a) Habitualmente, consideran el caso de dos economías, si bien, ocasionalmente, se ha extendido el modelo al caso de tres economías, al objeto de analizar los efectos de posibles coaliciones. Las simulaciones consideran ejemplos multi-país.

b) Existe un sesgo importante hacia la consideración de un único instrumento de política económica, habitualmente monetaria.

c) Hay simetría en cuanto a los modelos estructurales y en cuanto a las funciones objetivo que se aplican a las distintas economías.

Finalmente, respecto a los resultados analíticos y empíricos que se observan, cabe destacar esencialmente, cinco hechos:

a) Las posiciones correspondientes a comportamientos de

cooperación y no cooperación se encuentran muy cercanas.

b) Las ganancias que se derivan de la cooperación, en aquellos casos en los que se aprecian, son positivas pero modestas. Por ejemplo, Oudiz, G., y Sachs, J., (1984, 1985) encuentran que las sendas óptimas de actividad e inflación, cuando se considera o no cooperación, se modifican tan solo ligeramente.

c) Cuando se evalúan regímenes no cooperativos, el modelo líder-seguidor de Stackelberg suele ser más ventajoso, al menos para el líder, que el modelo Nash.

d) En escenarios donde se consideran simultáneamente juegos entre diversas autoridades económicas y los sectores privados correspondientes, por un lado, e incertidumbre por otro, la coordinación de las políticas macroeconómicas puede resultar contraproducente, Rogoff, K., (1985) y Currie, D., y Levine, P., (1987).

Tales resultados son, sin embargo, particularmente sensibles a la especificación de las funciones objetivo.

e) El conjunto de simulaciones muestra que los beneficios potenciales de la coordinación son, en general, significativamente sensibles a los parámetros imputados en los modelos. Dichos parámetros son habitualmente asignados arbitrariamente, aunque en algunos trabajos proceden de previas estimaciones econométricas. Tal circunstancia puede limitar la validez de los resultados empíricos obtenidos.

Expuesta una visión general de la Teoría de juegos dinámicos desde un prisma conceptual y de formulación general, e identificadas las cuestiones más relevantes del análisis de la cooperación internacional de las políticas económicas, así como las principales líneas de investigación que se ocupan de dicho tema, pasamos a analizar un juego diferencial de política monetaria entre las autoridades económicas de dos países interdependientes, bajo diferentes modelos de comportamiento. Este análisis constituye la parte central de nuestro trabajo.

CAPITULO II

JUEGOS DINAMICOS DE POLITICA MONETARIA EN ECONOMIAS INTERDEPENDIENTES

II.1 INTRODUCCION

El objetivo de presente capítulo, consiste en mostrar cómo puede aplicarse la metodología de la Teoría de los juegos diferenciales al análisis de políticas macroeconómicas en economías interdependientes.

El problema que nos interesa se puede formular así: consideramos dos economías interdependientes cuyas autoridades desean alcanzar y/o mantener unos objetivos de política económica definidos, de una parte, en términos de desviaciones de la producción respecto de su nivel de pleno empleo y, de otra, de la tasa de inflación respecto de un valor deseado; para ello, disponen de una única variable de control: la oferta monetaria. En esas condiciones, suponemos que se produce un desequilibrio inicial en el tipo de cambio real afectando negativamente a la consecución de los objetivos propuestos.

Utilizando los instrumentos de la teoría de juegos diferenciales, ¿cuáles serán los posibles beneficios o pérdidas que se pueden derivar de la adopción de estrategias alternativas en un contexto de interdependencia dinámica?

El modelo general que aquí se presenta se compone de los tres elementos siguientes:

i) Estructura y comportamiento de dos economías que se suponen simétricas, especificados dinámicamente en tiempo continuo.

ii) Unas funciones objetivo intertemporales cuadráticas a optimizar, definidas en términos de producción e inflación.

iii) Un modelo de información, que delimita el tipo de estrategia planteada por las autoridades económicas de cada país (jugadores).

Analizaremos dos tipos de comportamientos estratégicos: cooperativos y no cooperativos. En ambas situaciones se supone un modelo de información "Open-loop", en el que las autoridades económicas de ambos países disponen, simultáneamente, en cada período (t) del mismo grado de información sobre la variable de estado considerada, que en nuestro caso es el **tipo de cambio real**.

En base a esta información y de acuerdo con el estado de dicha variable en un determinado momento (t_0), ambas autoridades deciden sus estrategias (acciones), para todo el horizonte de planificación [t_0, t_f], de tal forma que si denotamos por (X_0) el estado inicial de la variable de estado, el tipo de estrategia del jugador i en cada período t , $\mu_i(t)$ será de la forma: $\mu_i(t) = \gamma_i(X_0, t)$

Teniendo en cuenta los tres elementos que acabamos de exponer, nuestra tarea principal consistirá en analizar tres soluciones de equilibrio alternativas (estrategias monetarias óptimas):

- i) "Open-loop" Nash.
- ii) "Open-loop" Stackelberg.
- iii) Cooperativas.

La primera solución corresponde a una situación no cooperativa, caracterizada por el hecho de que cada jugador decide, simultáneamente y de forma unilateral, su estrategia óptima, considerando como dadas las acciones del otro.

La segunda corresponde, igualmente, a una situación no cooperativa, en la que se supone que uno de los jugadores, denominado "líder", tiene una posición más fuerte en el proceso de decisión. Este tipo de equilibrio es el resultado de decisiones secuenciales: el líder anuncia, en primer lugar, su estrategia de tal forma que el "seguidor" solo puede reaccionar ante la estrategia anunciada.

La tercera solución se desarrolla en un marco en el que se supone que los intereses de los dos jugadores no son completamente opuestos ni completamente coincidentes, y que ambos tienen capacidad para decidir y para adoptar un plan de acción conjunto.

A pesar de que, para derivar las soluciones anteriormente mencionadas, se ha utilizado un modelo estructural relativamente simple, las expresiones formales de estas soluciones son extremadamente complejas, y la interpretación estrictamente teórica de las mismas no es plausible. Así sucede, sobre todo, cuando se realiza, como es nuestro caso, un análisis comparativo, a fin de evaluar y resaltar las

posibles ventajas potenciales de la adopción de una política común o coordinada. Por esta razón, recurriremos a un procedimiento de simulación numérico.

Mediante este método, se ponen de manifiesto las razones por las que las políticas no coordinadas entre países interdependientes pueden llegar a ser ineficientes en el sentido de Pareto.

La estructura del capítulo es la siguiente:

En el apartado II.2, se describe el marco teórico, en donde se explicita el modelo macroeconómico y la función objetivo para cada uno de los dos países considerados.

En el apartado II.3, se establecen los supuestos generales y el planteamiento formal del proceso de optimización dinámico al que se enfrentan las autoridades económicas de ambos países.

En el apartado II.4, se determinan las soluciones de equilibrio no cooperativas: "Open-loop" Nash y "Open-loop" Stackelberg, así como las soluciones cooperativas.

Finalmente, en el apartado II.5, se contrastan las distintas soluciones de equilibrio, evaluando las ventajas e inconvenientes que para los dos países supone la adopción de estrategias óptimas no cooperativas, respecto de una estrategia alternativa de naturaleza cooperativa.

II.2. MARCO TEORICO.

II.2.1 MODELO ESTRUCTURAL

El modelo teórico, utilizado para ilustrar la aplicación de las técnicas de la teoría de juegos diferenciales, es una extensión del modelo de economía abierta de R. Dornbusch (1976), aplicado al ámbito de dos países interdependientes y simétricos, en lo sucesivo denominados por País 1 (nacional) y País 2 (extranjero) (denotado éste último por (*)). Nos situaremos en un contexto de tipos de cambio flexibles, perfecta movilidad de capitales y precios flexibles. La dinámica de los precios se incorpora mediante una curva de Phillips tradicional.

Ecuaciones de comportamiento.²⁸

$$\hat{Y}(t) = b_1 \hat{Y}^*(t) - b_2 [i(t) - \dot{P}] + b_3 [P^*(t) + E(t) - P(t)] \quad (1)$$

²⁸ El símbolo ($\dot{}$) denota el operador diferencial $[\frac{d}{d(t)}]$

$$\hat{Y}^*(t) = b_1 \hat{Y}(t) - b_2 [i^*(t) - \dot{P}^*] - b_3 [P^*(t) + E(t) - P(t)] \quad (1')$$

$$0 < b_1 < 1 ; b_2 > 0 ; b_3 > 0$$

$$M(t) - P(t) = K \hat{Y}(t) - h i(t) \quad (2)$$

$$M^*(t) - P^*(t) = K \hat{Y}^*(t) - h i^*(t) \quad (2')$$

$$K > 0 ; h > 0$$

$$P_c(t) = \alpha P(t) + (1 - \alpha) [P^*(t) + E(t)] \quad (3)$$

$$P_c^*(t) = \alpha P^*(t) + (1 - \alpha) [P(t) - E(t)] \quad (3')$$

$$\frac{1}{2} < \alpha < 1$$

$$\dot{P} = c_1 \hat{Y}(t) \quad (4)$$

$$\dot{P}^* = c_1 \hat{Y}^*(t) ; \quad c_1 > 0 \quad (4')$$

$$i(t) = i^*(t) + \dot{E} \quad (5)$$

La definición de las variables es la siguiente:

\hat{Y} . Producción real, medida en términos de desviaciones respecto de la producción potencial o de pleno empleo, esto es: $\hat{Y}(t) = (Y(t) - \bar{Y})$

\bar{Y} . Producción potencial o de pleno empleo.

P. Nivel de precios de la producción interior.

E. Tipo de cambio nominal, medido en unidades de moneda nacional (país 1), por unidad de moneda extranjera. Un aumento de (E), implica una depreciación de la moneda nacional.

i. Tipo de interés nominal.

M. Oferta monetaria nominal.

P_c . Índice de precios al consumo.

Todas las variables están expresadas en logaritmos, excepto el tipo de interés nominal, que está medido en porcentaje.

La definición de los parámetros estructurales es la siguiente:

b_1 . Elasticidad de la producción nacional respecto de la producción exterior.

b_2 . Semi-elasticidad de la producción nacional respecto del tipo de interés real.

b_3 . Elasticidad de la producción nacional respecto del tipo de cambio real.

k. La elasticidad renta de la demanda de dinero.

h. La semi-elasticidad de la demanda de dinero respecto al tipo de interés nominal.

c_1 . El grado de sensibilidad de los precios respecto de variaciones en el nivel de producción.

Las ecuaciones (1) y (1') describen una situación de equilibrio en los dos mercados de bienes. El nivel de producción depende del tipo de interés real, de la producción del otro país y del precio relativo de las dos clases de bienes, medido por el tipo de cambio real.

Tal como nosotros lo definimos, el tipo de cambio real es un indicador del grado de competitividad de la economía nacional (país (1)): un incremento en el valor de esta variable indica que los bienes nacionales se hacen más baratos con respecto a los bienes del país extranjero.

De acuerdo con las ecuaciones (1) y (1'), influyen positivamente sobre la producción de cada país: una depreciación de la moneda nacional en términos reales (aumento del tipo de cambio real), un aumento en el nivel de producción extranjero, y una caída en el tipo de interés real nacional.

Las condiciones de equilibrio en el mercado monetario en las dos economías se reflejan en las ecuaciones (2) y (2') respectivamente.

Las ecuaciones (3) y (3') son definiciones del índice de precios al consumo, expresado como una media ponderada de los precios de cada país. Se supone que $\frac{1}{2} < \alpha < 1$, de forma que

los residentes de ambos países tienen una mayor preferencia por los bienes producidos en sus propios países.

En (4) y (4') queda recogida la dinámica de los precios en términos de una curva de Phillips; la perfecta movilidad de capitales se describe en la ecuación (5) mediante la Teoría de la paridad de intereses descubierta.

II.2.2 FUNCIONES OBJETIVO.

Cuando las decisiones de política económica se toman de forma descentralizada, resulta lógico que las variables objetivo y/o las prioridades o ponderaciones asignadas a cada una de ellas sean distintas en cada país. A pesar de ello, con el fin de simplificar el procedimiento formal de optimización dinámico, que es de por sí suficientemente complejo, en la determinación de estrategias óptimas supondremos que las funciones objetivo de cada una de las autoridades económicas son simétricas; es decir, que tanto las preferencias como las prioridades asignadas son exactamente las mismas en los dos países. Este supuesto nos permitirá resaltar los rasgos

esenciales del análisis sin alterar cualitativamente los resultados.

Formalmente, dichas funciones se especifican en la forma siguiente:

$$J_1 = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (w_1 [Y(t) - \bar{Y}]^2 + w_2 [\dot{P}_c - \dot{P}_c^D]^2) dt \quad (6)$$

$$J_2 = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (w_1 [Y^*(t) - \bar{Y}^*]^2 + w_2 [\dot{P}_c^* - \dot{P}_c^{D*}]^2) dt \quad (6')$$

Las dos variables objetivo de las funciones (6) y (6') son: nivel de producción real $[Y(t)]$ e inflación, calculada con el índice de precios al consumo $[\dot{P}_c(t)]$. Ambas variables vienen expresadas en términos de desviaciones, respecto de la producción potencial (\bar{Y}) y de la tasa de inflación deseada (\dot{P}_c^D) .

Puesto que el análisis de la determinación de estrategias óptimas se enmarca en un contexto de corto plazo, supondremos que (\bar{Y}) y (\dot{P}_c^D) son constantes. De hecho, consideraremos un horizonte de planificación de ocho períodos (trimestres): $[t_0=0; t_f=8]$.

Si, para simplificar la notación, hacemos:

$\hat{Y}(t) = Y(t) - \bar{Y}$; $\hat{P}_c^A = \dot{P}_c - \dot{P}_c^D$, las funciones (6) y (6') podrán ser expresadas de forma simplificada como sigue:

$$J_1 = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (W_1 [\hat{Y}(t)]^2 + W_2 [\dot{P}_c^\wedge]^2) dt \quad (7)$$

$$J_2 = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (W_1 [\hat{Y}^*(t)]^2 + W_2 [\dot{P}_c^{\wedge*}]^2) dt \quad (7')$$

Las funciones objetivo (7) y (7'), reflejan las preferencias de las autoridades económicas, y pueden ser tomadas como referencia para evaluar el grado de efectividad de sus respectivas acciones de control, en cada una de las diferentes estrategias seleccionadas (cooperativas y no cooperativas).

W_1 y W_2 son las ponderaciones que se asignan a cada uno de los objetivos.

La presentación de las variables objetivo en términos de desviaciones, puede interpretarse como que los responsables de la política económica desean mantener los valores de dichas variables lo más próximos posible a sus valores deseados, (\bar{Y}, \dot{P}_c^D) , en cada período (t) $[t_0 \leq t \leq t_f]$.

Lógicamente, el objetivo de las autoridades económicas consiste en alcanzar los valores (\bar{Y}) y (\dot{P}_c^D) . O lo que es lo mismo, obtener valores de $J_i(t)$ igual a cero. Los valores positivos de $J_i(t)$ indican que no se han alcanzado los objetivos deseados, y miden la pérdida o el coste en el que se ha incurrido.

Dado que en este modelo el único instrumento de control es la oferta monetaria, en el caso de darse una perturbación exógena que origine variaciones positivas (aumento de

pérdida) en la función objetivo, el problema de optimización dinámico al que se enfrenta cada país, consistirá en seleccionar, de entre todas las posibles estrategias de política monetaria, aquella que minimice su función objetivo.

II.2.3 MODELO REDUCIDO Y ECUACION DE ESTADO.

Para abordar el análisis del proceso de optimización dinámico anteriormente mencionado, es necesario reformular el modelo estructural para, de una parte, especificar las variables objetivo (o endógenas) en términos de las variables de control y estado y, de otra, derivar la ecuación de estado, representativa de la evolución temporal de la variable de estado.

Dicho procedimiento es un requisito previo para la aplicación de la Teoría de juegos diferenciales, ya que al utilizar como método de optimización el Principio del mínimo de Pontryagin, las condiciones necesarias de optimalidad requieren la verificación simultánea de las ecuaciones de estado y coestado.

Sustituyendo las ecuaciones (4), (4') en (1), (1'), respectivamente, y teniendo en cuenta la ecuación (5), la forma reducida del modelo estructural será la siguiente:

$$\begin{bmatrix} 1-b_2C_1 & -b_1 & b_2 & 0 & 0 \\ -b_1 & 1-b_2C_1 & 0 & b_2 & 0 \\ -k/h & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -k/h & 0 & 1 & 0 \\ -k/h & k/h & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{Y}(t) \\ \hat{Y}^*(t) \\ i(t) \\ i^*(t) \\ \dot{E} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_3 & b_3 & -b_3 & 0 & 0 \\ -b_3 & -b_3 & b_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/h & -1/h & 0 \\ 1/h & 0 & 0 & 0 & -1/h \\ -1/h & 0 & 1/h & -1/h & 1/h \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^*(t) \\ E(t) \\ P(t) \\ M(t) \\ M^*(t) \end{bmatrix} \quad (8)$$

En términos generales:

$$A \cdot \bar{Z} = B \cdot \bar{X} \quad (9)$$

5x5 5x1 5x5 5x1

La resolución del sistema (9) permite especificar las variables endógenas del modelo (vector Z) en términos de la variable de estado, (el tipo de cambio real denotado por $s(t)$) y del instrumento de control de cada uno de los dos países: las oferta monetarias $m(t)$ y $m^*(t)$, respectivamente (vector X). Esto es:

$$\hat{Y}(t) = F_1 m(t) + F_2 m^*(t) + F_3 s(t) \quad (10)$$

$$\hat{Y}^*(t) = F_2 m(t) + F_1 m^*(t) - F_3 s(t) \quad (10')$$

$$\dot{E} = -B_1 m(t) + B_1 m^*(t) + B_2 s(t) \quad (11)$$

donde:

$$s(t) = P^*(t) + E(t) - P(t) \quad (12)$$

$$m(t) = M(t) - P(t) \quad (13)$$

$$m^*(t) = M^*(t) - P^*(t) \quad (13')$$

$$F_1 = \frac{b_2}{2} \left[\frac{1}{D} + \frac{1}{D'} \right]$$

$$F_2 = \frac{b_2}{2} \left[\frac{1}{D} - \frac{1}{D'} \right]$$

$$F_3 = \frac{b_3 h}{D'}$$

$$B_1 = \frac{1 + b_1 + b_2 C_1}{D'}$$

$$B_2 = \frac{2 K b_3}{D'}$$

$$D = h(1 - b_1 - b_2 C_1) + b_2 K$$

$$D' = h(1 + b_1 - b_2 C_1) + b_2 K$$

Utilizando la expresión (12), así como las ecuaciones (4), (4'), (10) y (11), la evolución temporal del tipo de cambio real viene dada por la siguiente ecuación diferencial de primer orden:

$$\dot{S} = G_1 s(t) + G_2 m(t) - G_2 m^*(t)$$

Ecuación de Estado (14)

siendo: $G_1 = 2b_3 (K - C_1 h)/D'$

$G_2 = (1 + b_1)/D'$

Los respectivos índices de precios al consumo (ecuaciones 3 y 3'), pueden ser expresados de forma alternativa por:

$$P_c(t) = P(t) + (1 - \alpha) s(t) \quad (15)$$

$$P_c^*(t) = P^*(t) - (1 - \alpha) s(t) \quad (15')$$

Teniendo en cuenta las ecuaciones (15), (15'), (4), (4'), y (14), las respectivas tasas de inflación para cada país, medidas en términos de precios al consumo, vienen dadas por:

$$\dot{P}_c(t) = Q_1 m(t) + Q_2 m^*(t) + Q_3 s(t) \quad (16)$$

$$\dot{P}_c^*(t) = Q_2 m(t) + Q_1 m^*(t) - Q_3 s(t) \quad (16')$$

donde:

$$Q_1 \equiv C_1 F_1 + (1 - \alpha) G_2$$

$$Q_2 \equiv C_1 F_2 - (1 - \alpha) G_2$$

$$Q_3 \equiv C_1 F_3 + (1 - \alpha) G_1$$

De esta forma, quedan especificadas las variables objetivo en términos de las variables de estado y de control, ecuaciones (10), (10'), (16) y (16').

II.3. PROCESO DE OPTIMIZACION DINAMICO

Una vez que ha sido especificado el marco teórico y las funciones objetivo, a continuación sintetizamos el proceso de optimización dinámico al que se enfrentan dos economías o países interdependientes. Por el momento no consideramos los comportamientos estratégicos planteados por las autoridades económicas de cada país. Nos ocuparemos de esto último, explícitamente, en el apartado siguiente.

II.3.1 SUPUESTOS GENERALES.

i) **Situación de partida:** Estado de equilibrio. (período T)

Se considera una situación de partida en la que el valor del tipo de cambio real (única variable de estado) es tal que los niveles de las variables objetivo de cada país se corresponden exactamente con los valores deseados; esto es:

$$Y(T) \equiv \bar{Y} ; Y^*(T) \equiv \bar{Y}^* ; \dot{P}_c \equiv \dot{P}_c^D ; \dot{P}_c^* \equiv \dot{P}_c^{D^*} \quad (T < t_0)$$

Dado que \bar{Y} , \bar{Y}^* , \dot{P}_c , \dot{P}_c^* son constantes, para facilitar el procedimiento formal de la resolución del proceso de optimi-

zación, suponemos que sus valores son cero.

Por la misma razón expuesta anteriormente, situamos en cero el valor del tipo de cambio real heredado (aquel que permite mantener las variables objetivo en sus niveles deseados): $s(T) = 0$ (Véase los resultados gráficos del apartado II.4) En lo sucesivo, diremos que una situación de tales características es un estado de equilibrio.

CUADRO II.1

ESTADO DE EQUILIBRIO
$\hat{Y}(T) = Y(T) - \bar{Y} \equiv 0$
$\hat{Y}^*(T) = Y^*(T) - \bar{Y}^* \equiv 0$
$\dot{P}_c^A = \dot{P}_c - \dot{P}_c^D \equiv 0$
$\dot{P}_c^{A*} = \dot{P}_c^* - \dot{P}_c^{D*} \equiv 0$
$s(T) \equiv 0$
$T < t_0$

ii) Perturbación Exógena

Suponemos que, inicialmente (período T), la economía de cada país se encuentra en un estado de equilibrio. En un determinado momento (t_0), se produce una perturbación exógena en la

variable de estado; por ejemplo, un aumento, en una unidad, del tipo de cambio real en el país 1 [$s_0 = +1$], de modo que la competitividad de este país mejora y, en consecuencia, la del país 2 empeora²⁹.

Lógicamente, esa perturbación rompe el equilibrio inicial en cada uno de los países. El coste que ello representa hace reaccionar a las autoridades respectivas. Deberán adoptar decisiones de política económica para corregir, en una perspectiva dinámica, la nueva situación de desequilibrio.

La resolución de este proceso de optimización dinámico, planteado bajo las premisas de que se conocen los objetivos de política económica y de que el único instrumento de control es la política monetaria, nos permite seleccionar, de entre todas las posibles estrategias de política monetaria, aquella que minimiza las respectivas funciones objetivo.

II.3.2 PLANTEAMIENTO FORMAL.

Desde una perspectiva estrictamente formal, la resolución del proceso de optimización dinámico descrito puede ser sintetizado en los siguientes términos:

²⁹ Una explicación de la perturbación exógena puede ser, por ejemplo, una mejora en la eficiencia ante un cambio tecnológico en el sector de bienes comercializables en el país 1.

PAIS 1

$$\text{Min}_{(m, m^*)} J_1(t) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (W_1 [\hat{Y}(t)]^2 + W_2 [\dot{P}_c^\wedge]^2) dt$$

Sujeto a: $\dot{s} = G_1 s(t) + G_2 m(t) - G_2 m^*(t)$
 $s(t_0) = s_0$
 $s(t_f) = \text{libre}$

$$\hat{Y}(t) = F_1 m(t) + F_2 m^*(t) + F_3 s(t)$$

$$\dot{P}_c^\wedge = Q_1 m(t) + Q_2 m^*(t) + Q_3 s(t)$$

PAIS 2

$$\text{Min}_{(m, m^*)} J_2(t) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (W_1 [\hat{Y}^*(t)]^2 + W_2 [\dot{P}_c^{\wedge*}]^2) dt$$

Sujeto a: $\dot{s} = G_1 s(t) + G_2 m(t) - G_2 m^*(t)$
 $s(t_0) = s_0$
 $s(t_f) = \text{libre}$

$$\hat{Y}^*(t) = F_2 m(t) + F_1 m^*(t) - F_3 s(t)$$

$$\dot{P}_c^{\wedge*} = Q_2 m(t) + Q_1 m^*(t) - Q_3 s(t)$$

Puesto que estos dos problemas de optimización están asociados, sus soluciones no pueden ser obtenidas independientemente. Por tanto, hemos de recurrir al marco de la teoría de juegos. Solo así podremos obtener soluciones satisfactorias

para cada uno de los diferentes comportamientos estratégicos planteados por las respectivas autoridades económicas.

II.4. ESTRATEGIAS DE POLITICA MONETARIA.

II.4.1. ESTRATEGIAS NO COOPERATIVAS.

En este apartado se analizan dos tipos de soluciones de equilibrio para el "juego" diferencial de política monetaria descrito anteriormente. Para ello nos centramos en el estudio de las relaciones estratégicas entre ambos jugadores (autoridades económicas).

La primera solución simétrica se corresponde con un juego **"Open-loop" Nash**, en el que se supone que no hay posibilidad de alcanzar acuerdos entre los jugadores; cada uno de ellos toma como dadas las acciones del otro.

La segunda solución asimétrica corresponde a un juego **"Open-loop" Stackelberg**; en él se supone que uno de los jugadores domina o controla el proceso de toma de decisiones.

**II.4.1.1. MODELO DE COMPORTAMIENTO SIMETRICO:
EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" NASH.**

Las características generales que describen un juego dinámico "Open-loop" Nash, de duración finita y dos jugadores, pueden ser resumidas en los siguientes términos:

- a) Ningún jugador tiene capacidad para dominar el proceso de decisión.
- b) Cada jugador cree conocer el modelo estructural del otro, así como los objetivos y prioridades de su competidor.
- c) Ambos jugadores disponen, simultáneamente, del mismo grado de información, acerca del conjunto de datos de las variables económicas que, en términos generales, conforman el estado de la economía.

Como se puede observar, el rasgo esencial que caracteriza a un juego Nash, es la hipótesis de perfecta **simetría** entre los jugadores.

En un juego de dicha naturaleza, el proceso de optimización al que se enfrentan las autoridades económicas de cada país consiste en seleccionar, de entre un conjunto de estrategias (acciones), aquella que minimice su función objetivo, **tomando como dada la estrategia óptima del otro, y viceversa.**

El problema puede plantearse así: conocida la situación inicial de la variable de estado $s(t_0)=s_0$, determinar la

trayectoria óptima de las respectivas variables de control $m^N(t)$ y $m^{N^*}(t)$, tal que $m^N(t)$ es óptima para el país 1, supuesto que el otro país sigue $m^{N^*}(t)$; en tanto que $m^{N^*}(t)$ será óptima para el país 2, supuesto que el otro país sigue $m^N(t)$ durante el período de tiempo considerado $[t_0, t_f]$.

Para que ambas soluciones $[m^N(t), m^{N^*}(t)]$ sean óptimas, se ha de verificar, simultáneamente, que:

$$J_1 [m^N(t), m^{N^*}(t)] \leq J_1 [m(t), m^{N^*}(t)] \quad (17)$$

$$J_2 [m^N(t), m^{N^*}(t)] \leq J_2 [m^N(t), m^*(t)] \quad (17')$$

II.4.1.1.1 Resolución Analítica

Para determinar la solución de equilibrio "Open-loop" Nash, (estrategias óptimas, así como las trayectorias para las variables de estado y objetivo), consideramos como marco de referencia, el planteamiento formal de optimización expuesto en el apdo. II.3.2, utilizando como método de resolución el Principio del mínimo de Pontryagin.³⁰

Obsérvese que en este caso las condiciones necesarias del Principio de Pontryagin son también suficientes ya que la

³⁰ Dado que el Principio del mínimo de Pontryagin, ha sido ya descrito en términos generales en el cap. I, apartado I.3, en lo sucesivo, nos centraremos en su aplicación en el contexto particular de nuestro juego de política monetaria.

ecuación de estado (14) y las funciones objetivo (7) y (7') son formas cuadráticas estrictamente convexas.

En primer lugar, de acuerdo con dicho principio, se construyen las funciones Hamiltonianas para cada uno de los dos países (se omite el término (t) para simplificar la notación):

$$H_1 = \frac{1}{2} [W_1(F_1 m + F_2 m^* + F_3 S)^2 + W_2(Q_1 m + Q_2 m^* + Q_3 S)^2] + p(G_1 S + G_2 m - G_2 m^*) , \quad (18)$$

$$H_2 = \frac{1}{2} [W_1(F_2 m + F_1 m^* - F_3 S)^2 + W_2(Q_2 m + Q_1 m^* - Q_3 S)^2] + p(G_1 S + G_2 m - G_2 m^*) \quad (18')$$

donde (p) se define como la variable de coestado.

A partir de las funciones H_1 , H_2 y, dado que en el modelo Nash el comportamiento de las autoridades económicas se supone simétrico, la solución de equilibrio se obtiene resolviendo, simultáneamente, el siguiente sistema de ecuaciones:³¹

$$\dot{S} = \frac{\partial H_i}{\partial p} = G_1 S + G_2 m - G_2 m^* \quad (19)$$

$$\dot{p} = - \frac{\partial H_1}{\partial S} = - A_{1ss}^N S - A_{1sm}^N m - A_{1sm}^N m^* - G_1 p \quad (20)$$

³¹ La forma explícita de los coeficientes (A) de las diferentes variables, se recogen en el apéndice (I-a).

$$\frac{\partial H_1}{\partial m} = A_{1ms}^N S + A_{1mm}^N m + A_{1m^*m^*}^N m^* + G_2 P = 0 \quad (21)$$

$$\frac{\partial H_2}{\partial m^*} = -A_{2m^*s}^N S + A_{2m^*m}^N m + A_{2m^*m^*}^N m^* - G_2 P = 0 \quad (22)$$

Dado: $s(t_0) = s_0$
 $s(t_f) = \text{libre} \rightarrow p(t_f) = 0$

En forma matricial:

$$\begin{bmatrix} \dot{S} \\ \dot{P} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 & 0 & G_2 & -G_2 \\ -A_{1ss}^N & -G_1 & -A_{1sm}^N & -A_{1sm^*}^N \\ A_{1ms}^N & G_2 & A_{1mm}^N & A_{1m^*m^*}^N \\ -A_{2m^*s}^N & -G_2 & A_{2m^*m}^N & A_{2m^*m^*}^N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S \\ P \\ m \\ m^* \end{bmatrix} \quad (23)$$

Las trayectorias para las variables de estado (s) y coestado (p) pueden ser más fácilmente determinadas si el sistema de ecuaciones (19 a 22) se expresa sólo en función de dichas variables. Para ello, particionando la matriz (23) se obtiene:

$$\begin{bmatrix} m \\ m^* \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} A_{1mm}^N & A_{1m^*m^*}^N \\ A_{2m^*m}^N & A_{2m^*m^*}^N \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} A_{1ms}^N & G_2 \\ -A_{2m^*s}^N & -G_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S \\ P \end{bmatrix} \quad (24)$$

De esta forma:

$$\begin{bmatrix} m \\ m^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -B_{ms}^N & -B_{mp}^N \\ B_{m^*s}^N & B_{m^*p}^N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ p \end{bmatrix} \quad (25)$$

Sustituyendo (25) en el sistema matricial (23), el sistema resultante quedará definido en términos de (s) y (p) únicamente. Esto es,

$$\begin{bmatrix} \dot{s} \\ \dot{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{ss}^N & -C_{sp}^N \\ -C_{ps}^N & -C_{pp}^N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ p \end{bmatrix} \quad (26)$$

De la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales (26), dado $s(t_0) = s_0$, $p(t_f) = 0$, se obtienen las trayectorias óptimas Nash para las variables de estado y coestado (s^N y p^N).

Las trayectorias de equilibrio para las variables de control m^N y m^{*N} se obtienen sustituyendo s^N y p^N en la expresión (25).

Formalmente, la solución general del sistema de ecuaciones diferenciales (26), se determina resolviendo la siguiente expresión:

$$\begin{matrix} W(t) = [& V e^{\Delta t} & V^{-1}] \bar{W}_0 & (27) \\ 2 \times 1 & 2 \times 2 & 2 \times 1 & \end{matrix}$$

Donde:

$$W(t) = \begin{bmatrix} s(t) \\ p(t) \end{bmatrix}$$

$$W_0 = \begin{bmatrix} S_0 \\ P_0 \end{bmatrix}$$

V es una matriz cuyas columnas son los autovectores asociados a los autovalores λ_1, λ_2 de la matriz (26).

e^{At} es una matriz diagonal de la forma: $\begin{bmatrix} e^{\lambda_1 t} & 0 \\ 0 & e^{\lambda_2 t} \end{bmatrix}$;

λ_1 y λ_2 son los elementos fundamentales para determinar y explicar las características y propiedades dinámicas de las trayectorias óptimas $s^N; m^N; m^{N*}$. Sus valores son:

$$\lambda_1 = - \frac{\sqrt{(C_{ss}^N)^2 + 2 C_{pp}^N C_{ss}^N + 4 C_{ps}^N C_{sp}^N + (C_{pp}^N)^2} - C_{ss}^N + C_{pp}^N}{2} \quad (28)$$

$$\lambda_2 = \frac{\sqrt{(C_{ss}^N)^2 + 2 C_{pp}^N C_{ss}^N + 4 C_{ps}^N C_{sp}^N + (C_{pp}^N)^2} + C_{ss}^N - C_{pp}^N}{2} \quad (29)$$

La solución del sistema de ecuaciones diferenciales (26), puede realizarse con la ayuda de un Software de cálculo

avanzado;³² no obstante, en nuestro modelo, la interpretación y valoración teórica de los resultados (solución de equilibrio Nash) no es abordable, dada la complejidad de las expresiones resultantes para los autovalores $[\lambda_1, \lambda_2]$. Cada uno de los coeficientes (C) de las expresiones (28) y (29) son, a su vez, combinaciones lineales de los múltiples parámetros del modelo estructural. (Véase apéndice I-a) Por ello, como se expuso en la introducción, en lo que sigue se procede a la resolución del juego Nash, así como de las restantes soluciones de equilibrio (Stackelberg y Cooperativo), utilizando un procedimiento de simulación numérico.

II.4.1.1.2 Simulación numérica. Solución de equilibrio

En el cuadro II.2, se muestran los valores asignados al conjunto de parámetros estructurales. La selección de los valores asignados se ha hecho teniendo en cuenta estas consideraciones:

- i) Cada uno de los parámetros ha de estar acotado entre un rango de valores económicamente plausibles.³³
- ii) Los resultados han de ser económicamente válidos, desde

³² El software utilizado para la resolución simbólica y numérica ha sido: "Maple V" Waterloo Maple Software; Waterloo, Ontario.

³³ Para ello, se ha tenido en cuenta las simulaciones numéricas realizadas por Miller, M., y Salmon, M., (1985), Canzoneri, M.B., y Minford, P., (1986), Currie, D., y Levine, P., (1987), Turnovsky, S.J., (1988), entre otros.

el punto de vista de la estabilidad de las trayectorias óptimas.

CUADRO II.2

VALORES DE LOS PARAMETROS.								
b_1	b_2	b_3	k	h	c_1	w_1	w_2	α
0.45	0.35	0.65	0.75	0.35	0.5	10	30	0.6

Al estar expresadas las variables objetivo en logaritmos, los valores asignados a cada una de las ponderaciones w_i ($i=1,2$) indican que un uno por ciento de desviación en el nivel de precios (respecto del valor deseado), es penalizado tres veces más que una desviación del uno por ciento en el nivel de producción (respecto de la producción potencial), o, en otros términos, se supone que las autoridades económicas de ambos países asignan al objetivo de inflación una ponderación 3 veces superior que al objetivo de producción.

Solución de equilibrio

La solución de equilibrio no cooperativa "Open-loop" Nash, para el país 1, se ilustra en los cuadros II.3 y II.4. ³⁴

i) Variables de estado y coestado, $[s^N(t), p^N(t)]$

Las trayectorias de equilibrio para las variables de estado y coestado se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden (26). Se utilizan los datos del cuadro II.2; se supone un horizonte temporal $t=8$ períodos (trimestres) y se conocen las condiciones iniciales y finales de ambas variables: $[s(t_0) = +1, p(t_f) = 0]$.

ii) Variable de control, $[m^N(t)]$

La estrategia óptima de política monetaria se obtiene sustituyendo $[s^N(t), p^N(t)]$ en el sistema de ecuaciones (25)

iii) Variables objetivo, $[\hat{Y}^N(t), \hat{P}_c^{AN}]$

Las trayectorias óptimas para las variables objetivo se determinan introduciendo las sendas de equilibrio de $s^N(t)$; $m^N(t)$; $m^{*N}(t)$ en las expresiones (10) y (16), respectivamente.

iv) Función objetivo, $[J_1(t)]$

³⁴ En el apéndice I-d se exponen explícitamente los cálculos numéricos realizados para determinar todas las trayectorias indicadas.

Sustituyendo en la ecuación (7) las trayectorias de las variables objetivo, se obtiene el valor óptimo de la función objetivo para el país 1.

Los gráficos (1 a 5) ilustran las trayectorias anteriormente indicadas.

Las trayectorias de equilibrio para el país 2, son imágenes "espejo" del país 1 (valores iguales en magnitud y de signo opuesto). Esto se debe, a la simetría del modelo que analizamos y la naturaleza del desequilibrio.

CUADRO II.3

SOLUCION DE EQUILIBRIO NO COOPERATIVO "OPEN-LOOP" NASH	
Desequilibrio inicial: $s(0) = 1$. País 1	
$s^N(t)$	$= 1.019 e^{-0.257t} - 0.019 e^{-0.056t}$
$m^N(t)$	$= -0.326 e^{-0.257t} + 0.005 e^{-0.056t}$
$\hat{Y}^N(t)$	$= 0.165 e^{-0.257t} - 0.003 e^{-0.056t}$
\dot{P}_c^N	$= 0.089 e^{-0.257t} - 0.003 e^{-0.056t}$
$J_1(t)$	$= \frac{1}{2} \int_0^8 (5.055 \cdot 10^{-4} e^{-0.112t} - 0.03 e^{-0.314t} + 0.512 e^{-0.515t}) dt$

CUADRO II.4

SOLUCION DE EQUILIBRIO NO COOPERATIVO "OPEN-LOOP" NASH					
Desequilibrio inicial: $s(0) = 1$. País 1					
TRIMESTRES	$s^N(t)$	$m^N(t)$	$\hat{Y}^N(t)$	$\dot{P}_c^{\wedge N}$	$J_1(t)$
0	1.0	-0.321	0.162	0.085	-
1	0.769	-0.248	0.125	0.065	0.187
2	0.592	-0.191	0.096	0.050	0.297
3	0.454	-0.147	0.074	0.038	0.362
4	0.349	-0.113	0.056	0.029	0.400
5	0.267	-0.086	0.043	0.022	0.421
6	0.204	-0.066	0.033	0.017	0.434
7	0.155	-0.050	0.025	0.012	0.441
8	0.118	-0.038	0.019	0.009	0.445
9	0.089	-0.029	0.014	0.007	0.448
10	0.067	-0.022	0.011	0.005	0.449

II.4.1.1.3 Valoración del equilibrio no cooperativo Nash.

i) Período inicial (t_0).

Partiendo de una situación donde la economía de los dos países se encuentra en un estado de equilibrio (véase cuadro II.1), ante una perturbación exógena en el tipo de cambio real del país 1 en el momento t_0 , (salto positivo de una unidad, respecto del estado de equilibrio), nuestro modelo indica que las **ESTRATEGIAS OPTIMAS** "Open-loop" Nash, para cada país, consisten en:

- Una contracción de la oferta monetaria en el país 1.
- Una expansión de la oferta monetaria en el país 2.

Dada la simetría del modelo Nash, la magnitud de las estrategias óptimas es exactamente la misma para los dos países. En el gráfico 2 (3), la contracción (expansión) monetaria en el período (t_0), se manifiesta mediante un salto negativo (positivo) respecto de la situación de equilibrio.

Teniendo en cuenta, de un lado, el cambio relativo en la competitividad y, de otro, la respuesta óptima de ambos países, a continuación se comenta el comportamiento de las **VARIABLES OBJETIVO** en el período (t_0) para el país 1. En el país 2 se producirá una evolución simétrica, de igual magnitud, pero de signo contrario.

La mejora de la competitividad del país 1 comporta una

desviación del gasto hacia los productos de este país, provocando un aumento tanto en la producción nacional como en la tasa de inflación.

En lo que respecta a la producción, el tirón de la demanda extranjera hace que su valor se sitúe mas allá del nivel potencial. La adopción de una medida monetaria contractiva hace que el incremento de la producción en el país 1 resulte mitigado o en parte contrarrestado. Como se puede observar en el gráfico 3, el nivel de producción experimenta un salto positivo, situándose por encima de su nivel potencial en 0.162. Puesto que las variables están expresadas en logaritmos, las variaciones cuantitativas representan cambios porcentuales respecto de los valores iniciales de dichas variables.

En cuanto a la tasa de inflación, los efectos siguen este proceso: la desviación del gasto hacia el país 1 origina un aumento de la tasa de variación de los precios de los bienes nacionales. Se da, por consiguiente, un aumento de la tasa de inflación en términos de precios al consumo que resulta, en parte, contrarrestado por la política monetaria contractiva. En el gráfico 4, ese efecto en el período (t_0), queda reflejado en un salto positivo de 0.085 respecto de la situación de equilibrio, (exactamente lo contrario ocurre en el país 2).

ii) Evolución temporal.

En una **perspectiva dinámica**, todas las variables del modelo,

variables de estado, de control y objetivo, experimentan, a lo largo del horizonte considerado, una evolución gradual hacia sus respectivos valores de equilibrio.

La convergencia hacia la nueva situación de equilibrio está asegurada tanto a corto como a largo plazo, dado que los autovalores son, ambos, números reales y negativos, [$\lambda_1 = -0.257$ $\lambda_2 = -0.056$; véase cuadro II.3).

Examinemos, en primer lugar, la evolución del tipo de cambio real. Su trayectoria viene condicionada por las trayectorias del tipo de cambio nominal y de los índices de precios de cada país.

En lo que concierne al tipo de cambio nominal, hay que tener presente que la contracción monetaria en el país nacional (expansión monetaria en el país extranjero), aumenta el diferencial de intereses en favor del primero, y desencadena un flujo de capitales desde el país 2 hacia el país 1. Como resultado, se produce una apreciación, prácticamente instantánea, de la moneda nacional con respecto a la del país extranjero.

Esta circunstancia, unida al hecho de que la tasa de inflación nacional es superior a la extranjera, (la primera positiva, aunque decreciente y la segunda negativa y creciente), hace que el tipo de cambio real disminuya, tendiendo gradualmente de nuevo hacia su valor de equilibrio.

En el gráfico 1 y cuadro II.4, se observa que a lo largo del tiempo, la situación de desequilibrio manifestada en el período (t_0), tiende a corregirse gradualmente.

En cuanto al comportamiento de la producción e inflación, la

pérdida progresiva de competitividad en el país 1, (ganancia en el país 2) se traduce a partir de (t_0) , en una desviación del gasto nacional hacia el país extranjero. Como consecuencia, la producción aumenta gradualmente en este último y se reduce en el primero. A su vez, se reduce el diferencial de inflación en términos de precios al consumo entre ambos países. De todos modos, en tanto en cuanto persista dicho diferencial positivo, continuará reduciéndose la producción en el país 1 y aumentando la del otro país. (véase gráficos 3 y 4).

Analicemos ahora la evolución de la oferta monetaria en términos reales. Dado que en el análisis de la determinación de la estrategia óptima se ha supuesto un modelo de información de tipo "Open-loop", la trayectoria temporal de dicha variable, a partir del período (t_0) , viene condicionada por el comportamiento de los precios.

Como señalamos en páginas anteriores, la estrategia "Open-loop" se caracteriza porque la estrategia (acción) se decide para todo el horizonte temporal, en el mismo momento que es conocida la situación (desequilibrio) de la variable de estado. Una vez realizada la acción, no se vuelve a actuar durante el período considerado. Por ello; se tiene que:

$$m(t) = f(s_0, t); [t_0 \leq t \leq t_f]$$

Es decir, si el desequilibrio en el tipo de cambio real surge en (t_0) , en ese mismo período, las autoridades económicas de ambos países deciden la acción a realizar, (una reducción de la oferta monetaria en el país 1 y una expansión de esta variable en el país 2), sin tener en cuenta ningún otro tipo de actuación durante el período de planificación. De hecho,

en juegos de esta naturaleza, los conceptos de estrategia y acción son coincidentes.

Por el contrario, en una estrategia tipo "feedback", las autoridades decidirán y/o revisarán su estrategia de acuerdo con la información de la variable de estado en cada período (t); esto es: $m(t) = f(s(t), t); [t_0 \leq t \leq t_f]$

Por tanto, en nuestro modelo, a partir del momento en que las autoridades económicas deciden su acción (salto negativo en el país 1 en t_0 , gráfico 2), el comportamiento de la oferta monetaria real viene determinada por la evolución de los precios en ese país. En la medida en que, a lo largo del horizonte temporal, los precios tienden gradualmente a disminuir, $m(t)$ tiende a aumentar hasta alcanzar de nuevo su nivel de equilibrio.

Al estar expresadas en términos de desviaciones respecto de los valores deseados, las **FUNCIONES OBJETIVO** [$J_1(t)$, $J_2(t)$], cumplen dos funciones muy importantes:

De una parte, miden el coste total mínimo en el que incurren ambos países al adoptar una determinada estrategia óptima, dirigida a corregir la situación de desequilibrio manifestada en el período inicial.

De otra, nos permiten comparar, para los distintos modelos de comportamiento (cooperativos y no cooperativos), las respectivas estrategias óptimas. Esto facilita la selección de aquella que es más beneficiosa, que no es otra que la que origina pérdidas menores para ambos países.

Esta última cuestión se analiza en el apdo. II.4.3, una vez determinadas las estrategias óptimas para los modelos cooperativo y no cooperativos.

Para el modelo no cooperativo Nash, la cuantificación del coste total mínimo que supone la aplicación de las respectivas estrategias óptimas, nos da 0.449, (en el gráfico 5 y cuadro II.4, se ilustra el comportamiento de la función objetivo $J_1(t)$).

REPRESENTACIONES GRAFICAS: MODELO NASH.

GRAFICO 1

**TIPO DE CAMBIO REAL
PAIS 1**

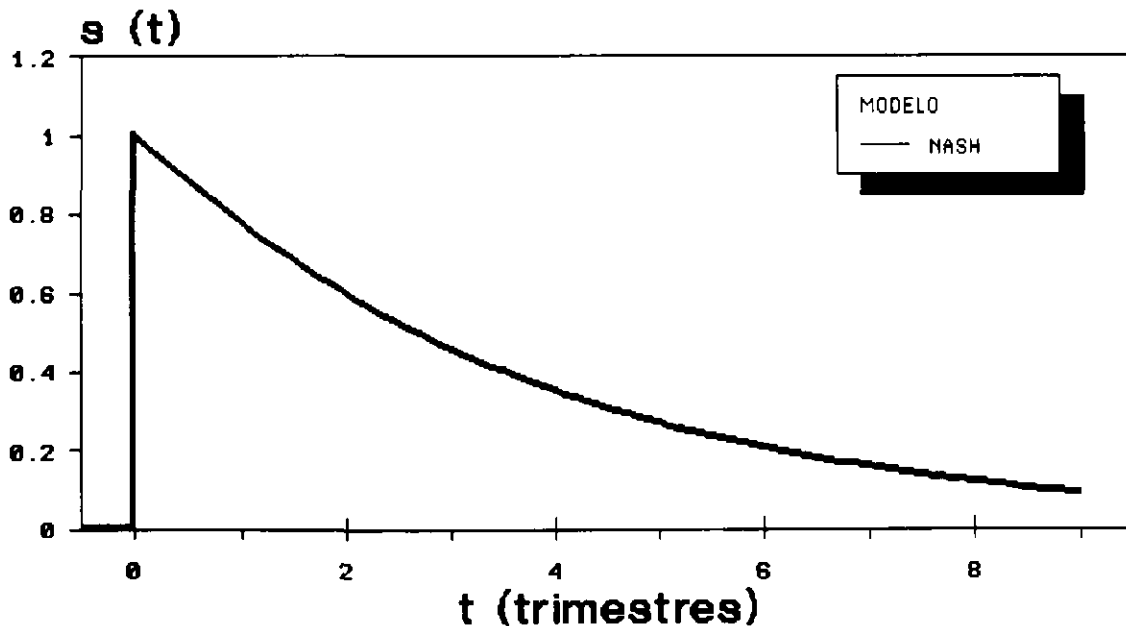


GRAFICO 2

OFERTA MONETARIA REAL PAIS 1

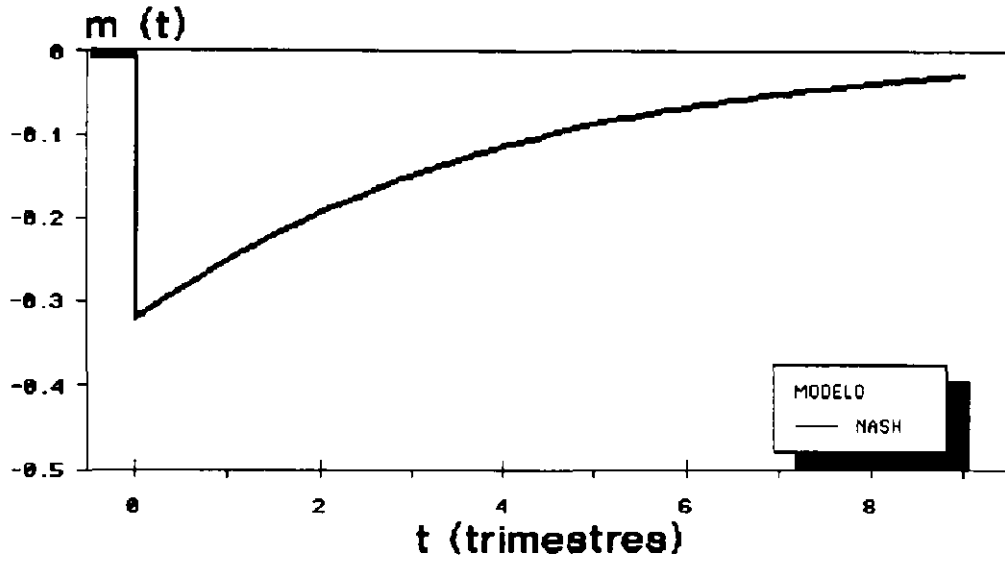


GRAFICO 3

PRODUCCION PAIS 1

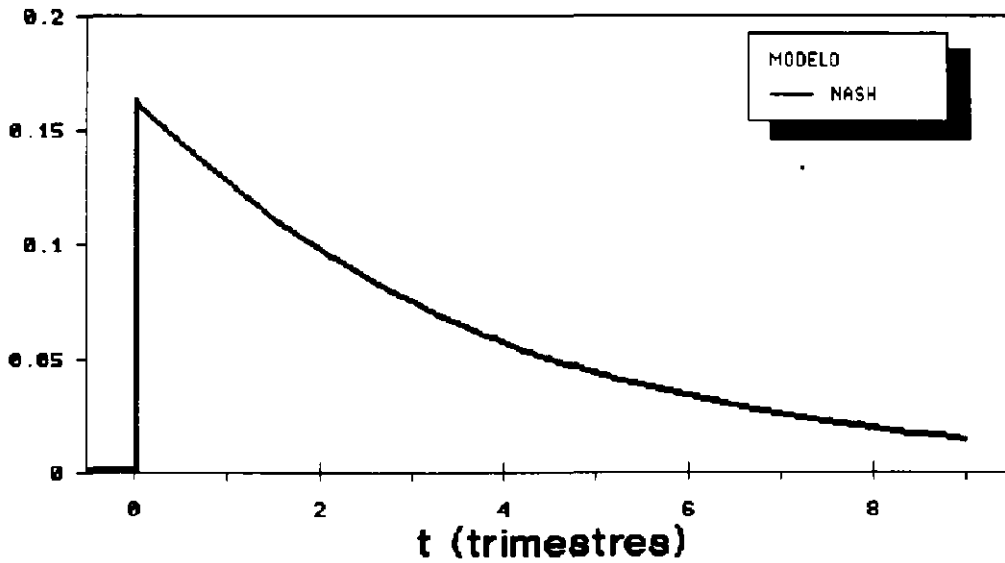


GRAFICO 4

INFLACION (IPC) PAIS 1

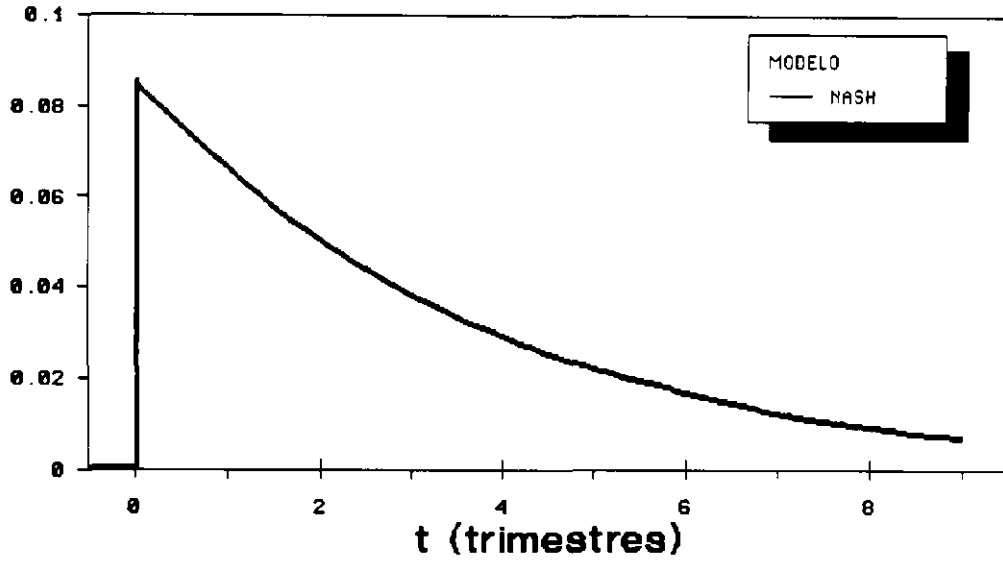
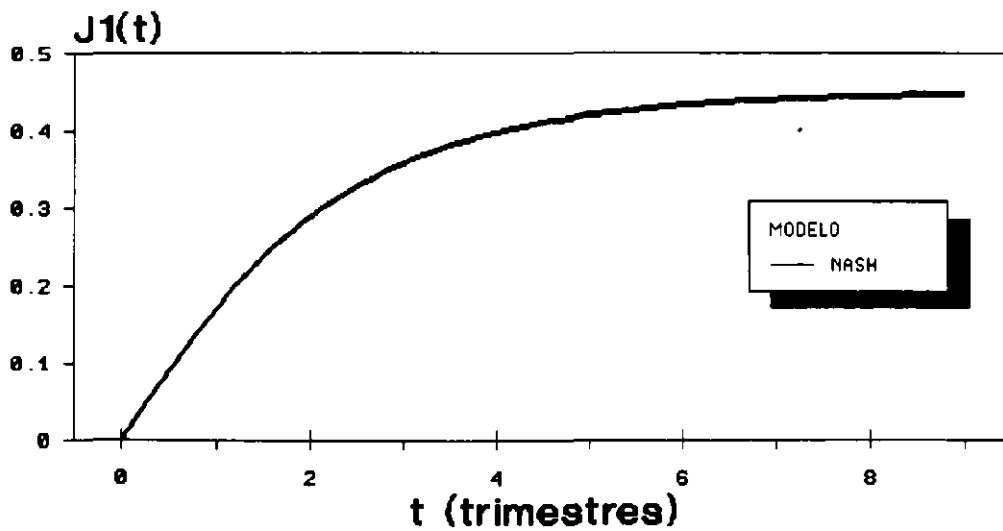


GRAFICO 5

FUNCION OBJETIVO COSTE TOTAL PAIS 1



II.4.1.2. MODELO DE COMPORTAMIENTO ASIMETRICO:
EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" STACKELBERG.

El modelo de comportamiento de Stackelberg, también denominado líder-seguidor, proporciona un marco adecuado para caracterizar situaciones donde las posiciones de los jugadores son asimétricas. Uno de los jugadores denominado líder, tiene una posición más fuerte en el proceso de toma de decisión, bien sea por su reputación, credibilidad, mayor grado de información, etc.

La solución de equilibrio Stackelberg es el resultado de decisiones secuenciales. Dada la actitud pasiva que caracteriza el comportamiento del seguidor, es el líder quien tiene capacidad para anticipar su estrategia e imponer aquella que le sea más favorable. De esta forma, el seguidor sólo puede reaccionar ante la estrategia anunciada.

En este sentido, supuesto que la reacción o respuesta del seguidor, para cada estrategia óptima del líder, fuese única, se dice que: "el par de estrategias (m^S, m^{S^*}) constituyen un equilibrio Stackelberg, con el jugador 1 como líder (país 1) y el jugador 2 como seguidor (país 2), sí y solo sí: (ver Basar, 1986)

$$m^S = \arg \min J_1 [m, T_2 (m)] \quad (30)$$

$$m^{S^*} = T_2 (m^S) \quad (31)$$

$$T_2 (m) = \arg \min J_2 [m, m^*] \quad (32)$$

Siendo $T_2 (m)$, la función de reacción del seguidor. Dicha función representa la respuesta óptima de este jugador para cada estrategia anunciada por el líder.

Las ecuaciones (30 a 32), implican que:

i) El líder conoce o anticipa la reacción del seguidor e incorpora esta información en su proceso de optimización para determinar la estrategia óptima.

ii) El seguidor determina independientemente su estrategia óptima, en respuesta a la estrategia anunciada del líder.

El rasgo básico que caracteriza un juego Stackelberg es el comportamiento **asimétrico** entre los jugadores.

A continuación examinamos la resolución analítica del juego descrito, considerando idéntica situación de partida y de desequilibrio que en el modelo de comportamiento Nash.

II.4.1.2.1 Resolución Analítica.

Puesto que el país 2 determina su estrategia considerando como dada la del país líder, el planteamiento formal para determinar la estrategia óptima del seguidor es muy similar a la de un juego Nash. Por consiguiente, su función Hamiltoniana viene definida en los siguientes términos:

$$H_2 = \frac{1}{2} [W_1(F_2 m + F_1 m^* - F_3 S)^2 + W_2(Q_2 m + Q_1 m^* - Q_3 S)^2] + P(G_1 S + G_2 m - G_2 m^*) \quad (33)$$

Las condiciones necesarias y, en este caso, también suficientes de primer orden del Principio del mínimo de Pontryagin son:

$$\dot{s} = \frac{\partial H_2}{\partial p} = G_1 s + G_2 m - G_2 m^{o*} \quad (34)$$

$$\dot{p} = -\frac{\partial H_2}{\partial s} = -A_{2ss}^s s + A_{2sm}^s m + A_{2sm^*}^s m^{o*} - G_1 p \quad (35)$$

$$\frac{\partial H_2}{\partial m^*} = -A_{2m^*s}^s s + A_{2m^*m}^s m + A_{2m^*m^*}^s m^{o*} - G_2 p = 0 \quad (36)$$

La función de reacción del seguidor se obtiene resolviendo la ecuación (36).

$$m^{o*} = A_{2m^*s}^s s - A_{2m^*m}^s m + G_2 p \quad (37)$$

m^{o*} indica la respuesta óptima del seguidor (ya que $\frac{\partial^2 H_2}{\partial m^{*2}} > 0$),

para cada estrategia dada del líder.

En cuanto al país líder, al suponer que éste conoce la función de reacción del seguidor e incorpora dicha información en su proceso de optimización, la función Hamiltoniana viene dada por:

$$H_1 = \frac{1}{2} [W_1 (F_2 m + F_1 m^{o*} - F_3 S)^2 + W_2 (Q_2 m + Q_1 m^{o*} - Q_3 S)^2] + p(G_1 s + G_2 m - G_2 m^{o*}) \quad (38)$$

Las condiciones necesarias y suficientes de primer orden son:³⁵

$$\dot{s} = \frac{\partial H_1}{\partial p} = G_1 s + G_2 m - G_2 m^{o*} \quad (39)$$

$$\dot{p} = - \frac{\partial H_1}{\partial s} = - A_{1ss}^s s - A_{1sm}^s m - A_{1sm^{o*}}^s m^{o*} - G_1 p \quad (40)$$

$$\frac{\partial H_1}{\partial m} = A_{1ms}^s s + A_{1mm}^s m + A_{mm^{o*}}^s m^{o*} + G_2 p = 0 \quad (41)$$

Dado: $s(t_0) = s_0$

$p(t_f) = 0$

De la resolución del sistema de ecuaciones (39 a 41), se obtienen las trayectorias de equilibrio para las variables de estado $s^s(t)$ y coestado $p^s(t)$, así como la estrategia óptima para el país líder.

Para determinar la estrategia de equilibrio del seguidor m^{o*s} , basta con sustituir $s^s(t)$, $p^s(t)$, $m^s(t)$ en la función (37).

La estrategia Stackelberg para el líder $m^s(t)$, habrá de satisfacer ³⁶:

³⁵ La forma explícita de los coeficientes (A) de las diferentes variables, se recoge en el apéndice I-a, I-b.

³⁶ Véase Cap. I, apartado I.3.3.2

$$J_1 [m^s(t), T_2 (m^s(t))] \leq J_1 [m(t), T_2 (m(t))] \\ \forall m(t) \neq m^s(t) \quad (42)$$

Cabe señalar que, en ausencia de compromisos previos por parte del país líder, la estrategia óptima de dicho país, determinada bajo las premisas y supuestos anteriormente mencionados, puede ser temporalmente inconsistente; es decir, las autoridades monetarias del país 1, pueden estar "tentadas" ó motivadas a reoptimizar en un período posterior (t), [$t_0 < t < t_f$] una vez que el seguidor ha realizado su estrategia.

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, la inconsistencia temporal de las políticas macroeconómicas óptimas es, en la actualidad, uno de los temas más relevantes en el análisis macroeconómico dinámico.

En la última década, algunos autores se han ocupado en extenso de analizar dicha problemática; Cohen y Michel (1984), y Salmon, (1985), entre otros, (Véase apartados I.3.3.2 y I.4 del capítulo I).

Todos estos estudios sugieren diferentes procedimientos para evitar la inconsistencia temporal de las estrategias óptimas. Así, se recurre a: reglas constitucionales fijas, pérdida de liderazgo, imposición de determinadas restricciones adicionales en el proceso de optimización, estrategias con amenazas e incentivos, etc.

Estos procedimientos requieren técnicas y métodos de optimización relativamente complejos y sofisticados.

Con independencia de tales procedimientos, el problema de la inconsistencia temporal de las estrategias óptimas puede ser evitado siempre que el país líder se comprometa previamente a mantener la estrategia anunciada durante el período de tiempo fijado.

Por otra parte, dado el coste que en términos de reputación y credibilidad, pueden suponer, para las autoridades económicas, los cambios en su estrategia anunciada,³⁷ en lo que sigue, suponemos que el país líder se compromete explícita o implícitamente a mantener su estrategia óptima, durante el período de planificación considerado $[t_0, t_f]$.

Por las mismas razones señaladas en la resolución analítica del equilibrio Nash, se procede a derivar la solución de Stackelberg (con compromiso previo), utilizando un procedimiento de simulación numérico.

II.4.1.2.2 Simulación numérica. Solución de equilibrio

La solución de equilibrio no cooperativa "Open-loop" Stackelberg, queda indicada en los cuadros (5 a 8),³⁸ e ilustrado en los gráficos (6 a 14).

³⁷ Véase Barro, R.J., y Gordon, D.B., (1983), Rogoff, K., (1984, 1985).

³⁸ El procedimiento numérico para la resolución de las citadas trayectorias óptimas, queda recogido en el apéndice I-e.

CUADRO II.5

<p>SOLUCION DE EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" STACKELBERG Desequilibrio inicial: s (0) = 1.</p>
<p>PAIS 1 (LIDER)</p>
$s^s(t) = 0.999 e^{-0.478t} + 1.927 \cdot 10^{-5} e^{0.478t}$ $m^s(t) = -0.4577 e^{-0.478t} - 8.136 \cdot 10^{-6} e^{0.478t}$ $\hat{Y}^s(t) = 0.071 e^{-0.478t} + 1.068 \cdot 10^{-6} e^{0.478t}$ $\dot{P}_c^s(t) = 0.0646 e^{-0.478t} + 2.977 \cdot 10^{-6}$ $J_1 = \frac{1}{2} \int_0^8 (2.77 \cdot 10^{-10} e^{0.956t} + 0.176 e^{-0.956t} + 1.306 \cdot 10^{-5}) dt$

CUADRO II.6

<p>SOLUCION DE EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" STACKELBERG Desequilibrio inicial: s (0) = 1.</p>
<p>PAIS 2 (SEGUIDOR)</p>
$m^{*s}(t) = -0.335 e^{-0.478t} + 2.549 \cdot 10^{-6} e^{0.478t}$ $\hat{Y}^{*s}(t) = -0.179 e^{-0.478t} - 6.035 \cdot 10^{-6} e^{0.478t}$ $\dot{P}_c^{*s}(t) = -0.0512 e^{-0.478t} - 3.592 \cdot 10^{-6} e^{0.478t}$ $J_2 = \frac{1}{2} \int_0^8 (7.51 \cdot 10^{-10} e^{0.956t} + 0.4 e^{-0.956t} + 3.27 \cdot 10^{-5}) dt$

CUADRO II.7

SOLUCION DE EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" STACKELBERG					
Desequilibrio inicial: $s(0) = 1$					
		LIDER		SEGUIDOR	
TRIMESTRES	$s^s(t)$	$m^s(t)$	$J_1^s(t)$	$m^{s^*}(t)$	$J_2^s(t)$
0	1.0	-0.458	0.0	0.336	0.0
1	0.620	-0.284	0.0567	0.208	0.1289
2	0.384	-0.176	0.0785	0.129	0.1785
3	0.238	-0.109	0.0868	0.080	0.1976
4	0.148	-0.068	0.0901	0.050	0.2049
5	0.092	-0.042	0.0913	0.031	0.2078
6	0.057	-0.026	0.0918	0.019	0.2088
7	0.036	-0.016	0.0919	0.012	0.2093
8	0.023	-0.010	0.0920	0.007	0.2094
9	0.015	-0.007	0.0920	0.005	0.2095
10	0.011	-0.005	0.0920	0.003	0.2095

CUADRO II.8

SOLUCION DE EQUILIBRIO "OPEN-LOOP" STACKELBERG				
Desequilibrio inicial: $s(0) = 1$				
	LIDER		SEGUIDOR	
TRIMESTRES	$\hat{Y}^s(t)$	$\dot{P}_c^s(t)$	$\hat{Y}^{*s}(t)$	$\dot{P}_c^{*s}(t)$
0	0.071	0.065	-0.179	-0.051
1	0.044	0.040	-0.111	-0.032
2	0.027	0.025	-0.069	-0.020
3	0.017	0.015	-0.043	-0.012
4	0.011	0.010	-0.027	-0.008
5	0.007	0.006	-0.017	-0.005
6	0.004	0.004	-0.010	-0.003
7	0.003	0.002	-0.006	-0.002
8	0.002	0.002	-0.004	-0.001
9	0.001	0.001	-0.003	-0.000
10	0.001	0.001	-0.002	-0.000

II.4.1.2.3 Valoración del equilibrio no cooperativo Stackelberg.

La solución de equilibrio "Open-loop" Stackelberg es cualitativamente, muy similar a la solución Nash.

Las diferencias que se manifiestan entre ambos resultados se refieren a aspectos de carácter cuantitativo, y a la naturaleza de la estabilidad de las trayectorias óptimas a largo plazo.

i) Período inicial (t_0).

Partiendo del estado de equilibrio definido anteriormente, las **ESTRATEGIAS OPTIMAS** para cada país, ante la perturbación exógena en el tipo de cambio real en nuestro modelo de comportamiento Stackelberg, consisten en:

- Una contracción monetaria para el país líder de 0.45%, respecto del nivel de equilibrio. En el gráfico 7 dicha contracción se manifiesta, en un salto negativo en el período inicial (t_0).

- Una expansión monetaria para el país seguidor de 0.33%, respecto del nivel de equilibrio. En el gráfico 8 la expansión monetaria se indica mediante un salto positivo en el período inicial (t_0).

Los efectos de las estrategias óptimas sobre las **VARIABLES OBJETIVO**, son los siguientes:

La contracción monetaria en el país líder mitiga la expansión, tanto del nivel de producción como de la tasa de inflación.

De todos modos, ambas se sitúan por encima de sus valores deseados.

Cuantitativamente, se observa una desviación positiva respecto de los niveles de equilibrio, de 0.07% y 0.065% respectivamente.

La situación contraria se produce en el país seguidor, donde ambas variables se sitúan por debajo de sus valores deseados en -0.179 y -0.051 respectivamente. (Gráficos 9 a 12).

ii) Evolución temporal

En una **perspectiva dinámica**, todas las variables del modelo experimentan, a lo largo del período $[t_0, t_f]$, una evolución gradual hacia sus respectivos valores de equilibrio.

Sin embargo, dada la naturaleza de los autovectores $[\lambda_1 = -0.478; \lambda_2 = 0.478]$, dicha solución no se puede considerar de equilibrio para períodos de tiempo $t > t_f$, debido al carácter divergente de las trayectorias óptimas.

Ahora bien, puesto que en este caso el coeficiente asociado al autovalor positivo es relativamente muy pequeño, la evolución gradual de las variables hacia sus valores de equilibrio queda asegurada a corto plazo, apreciándose en el período final $[t_f = 8]$, menores divergencias en todas y cada una de las variables que las observadas en la solución de equilibrio Nash.

Las posiciones de líder y seguidor, se ponen claramente de manifiesto evaluando las funciones objetivo $[J_1(t), J_2(t)]$. El coste total mínimo que para cada país supone la aplicación de sus respectivas estrategias óptimas es de 0.09 para el país líder y de 0.21 para el país seguidor. Es decir, un coste menor para el país líder del 56.2% respecto del país seguidor.

A continuación, llevamos a cabo un estudio comparativo de los dos modelos de comportamiento Nash y Stackelberg, con el objetivo de resaltar las ventajas e inconvenientes que para ambos países supone el adoptar una u otra estrategia no cooperativa.

iii) Análisis comparativo: modelos Stackelberg/Nash.

En el cuadro II.9 se resumen las diferencias relativas observadas entre ambas soluciones de equilibrio, tomando como punto de referencia, la solución Nash.

CUADRO II.9

DIFERENCIAS RELATIVAS (%)							
MODELOS STACKELBERG/NASH							
$m(t_0)$	$m^*(t_0)$	$\hat{P}(t_0)$	$\hat{P}^*(t_0)$	$\dot{P}_{c_0}^A(t_0)$	$\dot{P}_{c_0}^{A^*}(t_0)$	$J_1(t)$	$J_2(t)$
42.7	5.3	-56.2	10.5	-23.5	-40.0	-79.5	-53.2

iii-1) Estrategias óptimas.

- La **estrategia óptima** para el país 1, comporta una restricción monetaria mayor en el modelo Stackelberg. La contracción óptima de la oferta monetaria asciende a 42.7%, valor más alto que el obtenido en el modelo Nash.
- La **estrategia óptima** para el país 2, en términos relativos representa una expansión monetaria superior en un 5.3%.

iii-2) Variables objetivo y funciones objetivo.

El hecho de que la contracción monetaria sea más acentuada en este caso hace que se contrarresten, en mayor medida, las desviaciones que origina la perturbación exógena del tipo de cambio real, tanto en el nivel de producción como en la tasa de inflación. Evaluando las diferencias relativas entre dichas desviaciones, se observa que éstas son menores en el 56.2% y 23.5% respectivamente.

En términos absolutos se deduce que la estrategia óptima del país líder tiene mayor efectividad sobre el nivel de producción que sobre la tasa de inflación.

En cuanto al país 2, las diferencias relativas observadas entre los dos modelos, en lo que se refiere a las variables

objetivo, son: una desviación en la producción (efecto negativo) un 10.5% más elevada en el modelo Stackelberg, y una menor desviación de la tasa de inflación (efecto positivo) del 40%.

En consecuencia, dadas las menores diferencias relativas mencionadas anteriormente, a través de las **FUNCIONES OBJETIVO** [$J_1(t)$, $J_2(t)$] se pone de manifiesto, **las ventajas** que para ambos países supone, el adoptar un modelo de comportamiento Stackelberg respecto de un modelo Nash.

Dichas ventajas se concretan en los siguientes puntos:

a) El país líder experimenta una reducción de las pérdidas mínimas igual a 79.5%.

b) En el país seguidor, el efecto negativo que supone una mayor caída relativa en el nivel de actividad económica, resulta más que compensado por la menor desviación de la tasa de inflación. De hecho, para este país se observa, asimismo, una reducción de sus pérdidas mínimas del 53.2%. Esto es debido al supuesto de que las autoridades económicas asignan, a este último objetivo, una mayor ponderación (3 veces superior) que al objetivo de producción.

En síntesis:

A corto plazo, la estrategia óptima "Open-loop" Stackelberg, proporciona mejores resultados para ambos países que la estrategia "Open-loop" Nash.

El país 1, consigue reducir sus pérdidas mínimas en el 79.5% y el país 2 en el 53.2%.

En la situación analizada a largo plazo, por el contrario, la solución de equilibrio dominante es la solución Nash, dada la inestabilidad de las trayectorias óptimas del modelo líder-seguidor.

REPRESENTACIONES GRAFICAS, MODELO STACKELBERG.

GRAFICO 6

TIPO DE CAMBIO REAL
PAIS 1

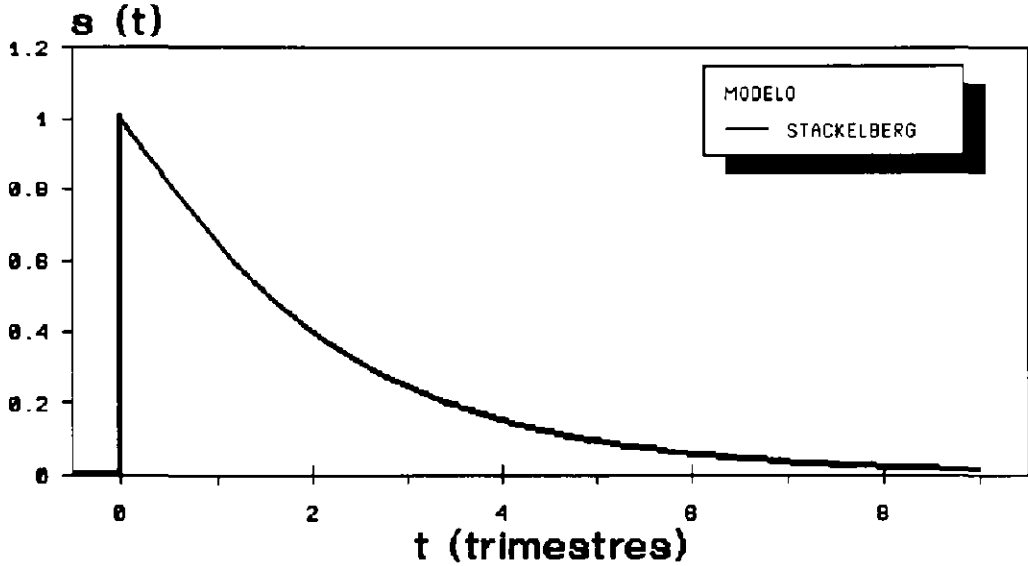


GRAFICO 7

OFERTA MONETARIA REAL
PAIS 1

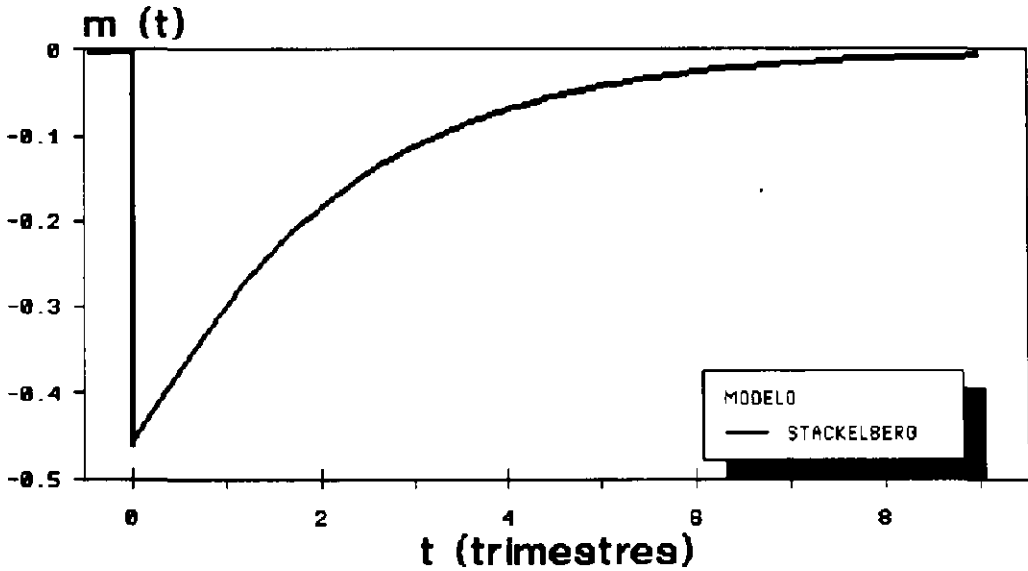


GRAFICO 8

OFERTA MONETARIA REAL PAIS 2

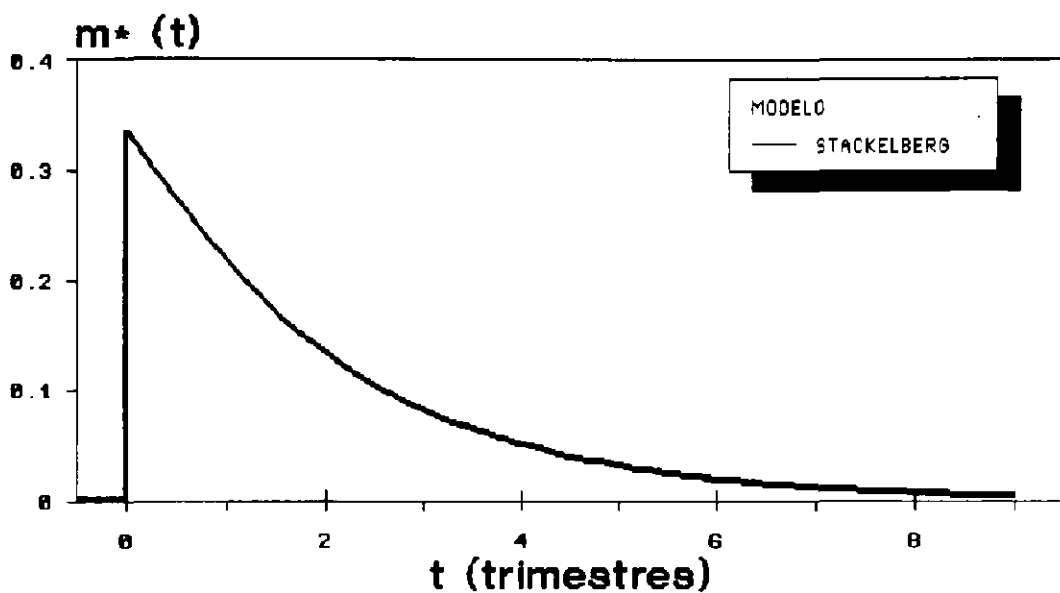


GRAFICO 9

PRODUCCION PAIS 1

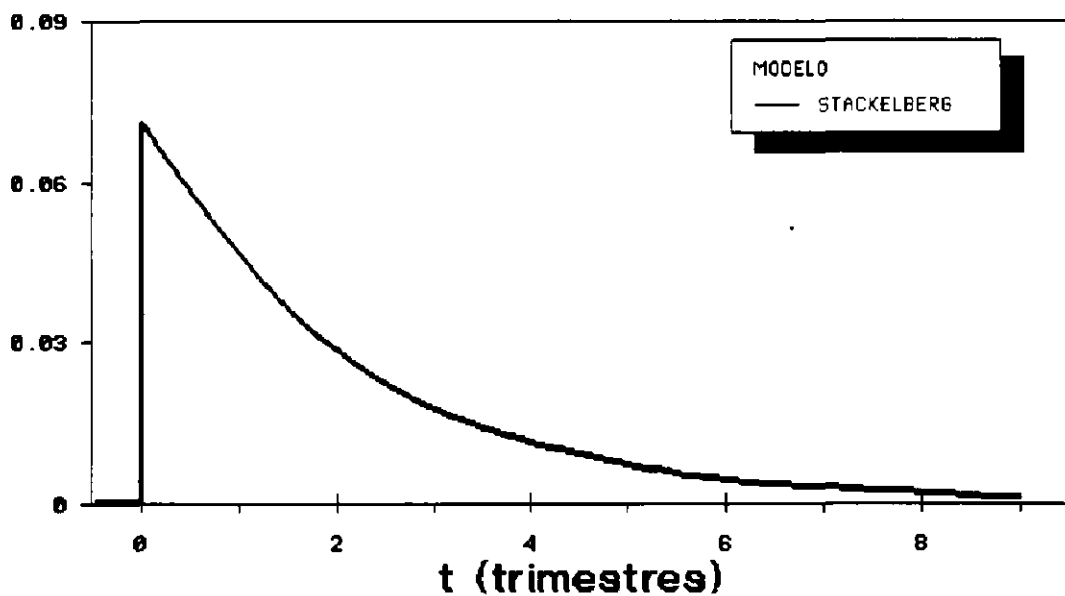


GRAFICO 10

PRODUCCION PAIS 2

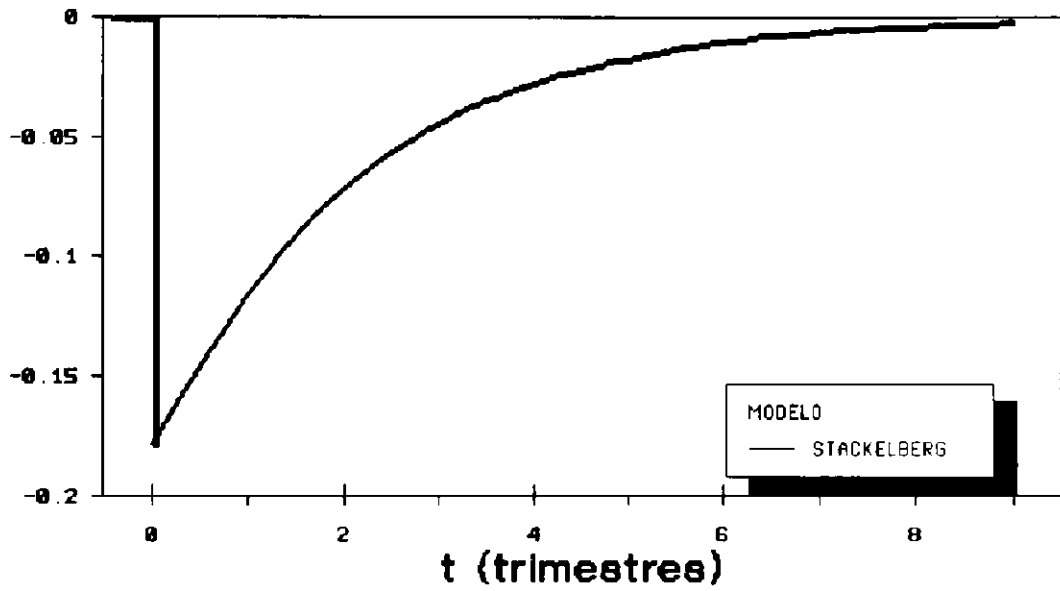


GRAFICO 11

INFLACION (IPC) PAIS 1

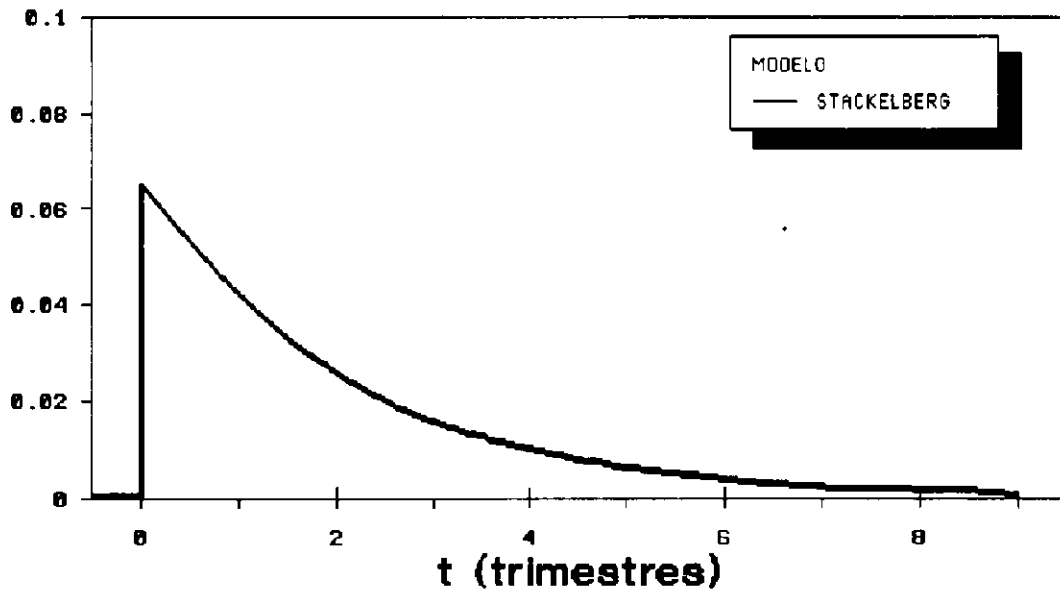


GRAFICO 12

INFLACION (IPC) PAIS 2

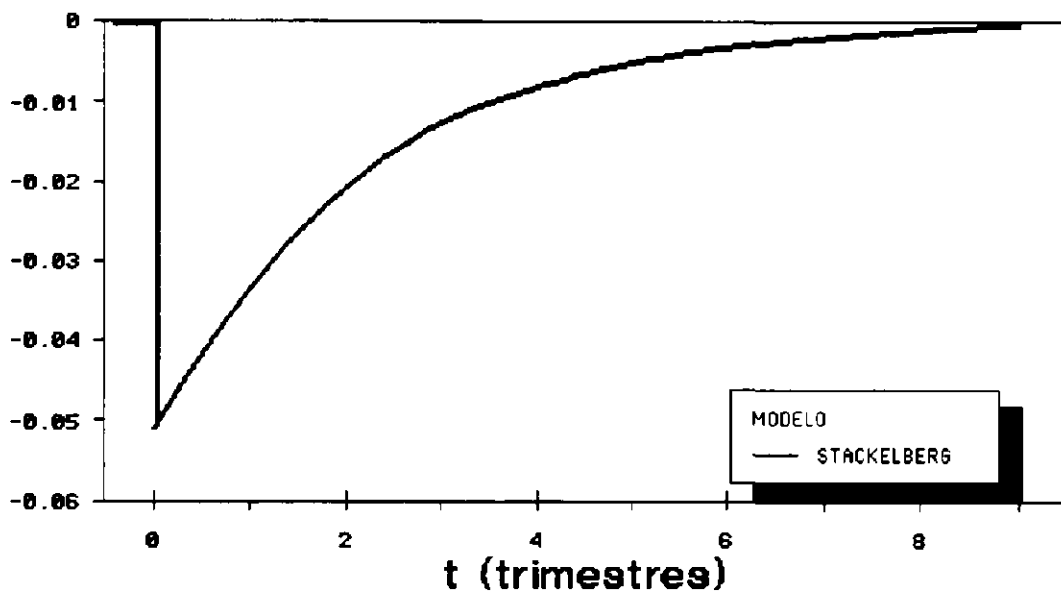
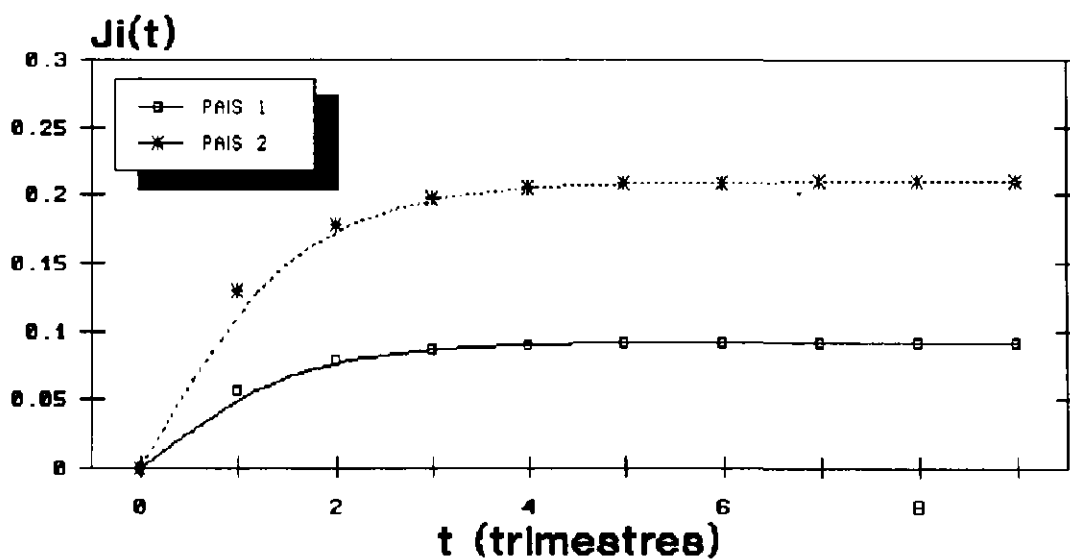


GRAFICO 13

FUNCIONES OBJETIVO COSTE TOTAL MODELO STACKELBERG



II.4.2 ESTRATEGIAS COOPERATIVAS.

En este apartado, vamos a centrarnos en el análisis de la determinación de una solución de equilibrio cooperativo, basada en un método axiomático. Nos referimos a la solución cooperativa Nash, descrita en términos generales en el apartado I.3.4. del capítulo I.

Como se indica en dicho apartado, un primer e importante axioma que ha de verificar la solución cooperativa (o negociada) Nash, entre otros, es la optimalidad de Pareto. Por ello, nuestro primer paso consiste en encontrar el conjunto de todas aquellas soluciones que cumplan el citado axioma.

Las soluciones que satisfacen dicho requerimiento pueden ser obtenidas minimizando, con respecto a las variables de control $m(t)$ y $m^*(t)$, una función objetivo, definida como la suma ponderada de las funciones objetivo de cada una de las autoridades económicas implicadas. Esto es:

$$J(t) = \beta J_1(t) + (1 - \beta) J_2(t) \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad (43)$$

Donde β y $(1 - \beta)$ son las respectivas ponderaciones asignadas a cada uno de los dos países. Para cada valor de β se obtiene una solución cooperativa distinta.

Bajo un modelo de comportamiento cooperativo, el proceso de optimización conjunto se sintetiza en el sistema lineal cuadrático siguiente:

$$\begin{aligned} \underset{(m, m^*)}{\text{Min}} J(t) &= \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} \{ \beta (W_1 [\hat{Y}(t)]^2 + W_2 [\dot{P}_c^\wedge(t)]^2 + \\ &+ (1 - \beta) (W_1 [\hat{Y}^*(t)]^2 + W_2 [\dot{P}_c^{\wedge*}(t)]^2) \} dt \end{aligned}$$

Sujeto a: $\dot{s} = G_1 s(t) + G_2 m(t) - G_2 m^*(t)$

$$s(t_0) = s_0$$

$$s(t_f) = \text{libre}$$

$$\hat{Y}(t) = F_1 m(t) + F_2 m^*(t) + F_3 s(t)$$

$$\dot{P}_c^\wedge = Q_1 m(t) + Q_2 m^*(t) + Q_3 s(t)$$

$$\hat{Y}^*(t) = F_2 m(t) + F_1 m^*(t) - F_3 s(t)$$

$$\dot{P}_c^{\wedge*} = Q_2 m(t) + Q_1 m^*(t) - Q_3 s(t)$$

Obsérvese que la función $J(t)$ es una función cuadrática estrictamente convexa por ser combinación lineal positiva de dos funciones que también lo son.

De la minimización de $J(t)$, para cada valor de β , se obtiene el conjunto de todos los resultados posibles para ambos países. Evaluando individualmente las funciones objetivo $J_1(t)$ y $J_2(t)$, para cada uno de estos resultados, se obtienen las soluciones Optimo de Pareto.

A partir de estas soluciones y teniendo en cuenta la solución no cooperativa Nash $[J_1^N, J_2^N]$, la solución de **equilibrio cooperativo Nash** será aquella para la que: "el producto de

las ganancias obtenidas de la cooperación (medidas respecto de los resultados alcanzados en el supuesto de no existir acuerdo), sea máximo", es decir:

$$(J_1^C - J_1^N) (J_2^C - J_2^N) = \max (J_1 - J_1^N) (J_2 - J_2^N) \quad (45)$$

A continuación, se detalla, explícitamente, el procedimiento analítico seguido para determinar la solución de equilibrio cooperativo Nash.

II.4.2.1 SOLUCION ANALITICA

Utilizando como método de optimización el principio del mínimo de Pontryagin, la función Hamiltoniana y las condiciones necesarias y suficientes de primer orden para un mínimo, son las siguientes:³⁹ (se omite el término (t) para simplificar la notación)

$$\begin{aligned}
 H = & \frac{1}{2} \beta [W_1 (F_1 m + F_2 m^* + F_3 s)^2 + W_2 (Q_1 m + Q_2 m^* + Q_3 s)^2] + \\
 & + \frac{1}{2} (1 - \beta) [W_1 (F_2 m + F_1 m^* - F_3 s)^2 + W_2 (Q_2 m + Q_1 m^* - Q_3 s)^2] + \\
 & + p (G_1 s + G_2 m - G_2 m^*) \quad (46)
 \end{aligned}$$

³⁹ La forma explícita de los distintos coeficientes, se encuentra en el apéndice I-c

$$\dot{s} = \frac{\partial H}{\partial p} = G_1 s + G_2 m - G_2 m^* \quad (47)$$

$$\dot{p} = -\frac{\partial H}{\partial s} = -A_{ss}^c s - A_{sm}^c m - A_{sm^*}^c - G_1 p \quad (48)$$

$$\frac{\partial H}{\partial m} = A_{ms}^c s + A_{mm}^c m + A_{mm^*}^c m^* + G_2 p = 0 \quad (49)$$

$$\frac{\partial H}{\partial m^*} = A_{m^*s}^c s + A_{m^*m}^c m - A_{m^*m^*}^c m^* - G_2 p = 0 \quad (50)$$

De las ecuaciones (46-50) se obtiene:

$$\begin{bmatrix} m \\ m^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -B_{ms}^c & B_{mp}^c \\ -B_{m^*s}^c & -B_{m^*p}^c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ p \end{bmatrix} \quad (51)$$

Sustituyendo en (47-50) el sistema matricial (51), se obtiene el sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden:

$$\begin{bmatrix} \dot{s} \\ \dot{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{ss}^c & C_{sp}^c \\ C_{ps}^c & C_{pp}^c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ p \end{bmatrix} \quad (52)$$

El procedimiento a seguir para determinar la solución de equilibrio cooperativo Nash es:

i) Variables de estado. $[s^c(t), p^c(t)]$

Las trayectorias de equilibrio para las variables de estado y coestado se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden (52), para cada valor de

β [$0 \leq \beta \leq 1$], dadas las condiciones iniciales y finales de ambas variables.

ii) Variables de control. [$m^c(t), m^{c^*}(t)$]

Las estrategias óptimas se obtienen, sustituyendo [$s^N(t), p^N(t)$] en el sistema de ecuaciones (51).

iii) Variables objetivo. [$\hat{Y}^c(t), \hat{Y}^{c^*}(t), \dot{P}^{\wedge c}, \dot{P}^{\wedge c^*}$]

Las trayectorias óptimas para las variables objetivo se determinan sustituyendo $s^c(t), m^c(t), m^{c^*}(t)$ en las expresiones (10), (10'), (16) y (16').

iv) Funciones objetivo. [$J_i(t); i = 1, 2$]

Sustituyendo en las respectivas funciones (7) y (7') las trayectorias de las variables objetivo, se obtienen las trayectorias óptimas de las funciones objetivo.

v) Solución de equilibrio.

Evaluando, individualmente, las diferentes funciones objetivo resultantes del proceso de optimización conjunto $J_1(t), J_2(t)$ (una para cada valor de β , punto iv), así como las funciones objetivo de la solución de equilibrio no cooperativo Nash [$J_1^N(t), J_2^N(t)$], **la solución de equilibrio cooperativo Nash** será aquella que verifique la condición (45).

Ahora bien, al igual que en los dos modelos no cooperativos estudiados anteriormente, dada las dificultades que presenta la valoración teórica de los resultados, **la estrategia cooperativa Nash** se determina mediante simulación numérica, utilizando los datos del cuadro II.1.

II.4.2.2. SIMULACION NUMERICA: SOLUCION DE EQUILIBRIO

En el gráfico (14) se representan las soluciones de equilibrio Nash, (cooperativas y no cooperativas) en el plano (J_1, J_2) , en donde se resaltan los siguientes aspectos:

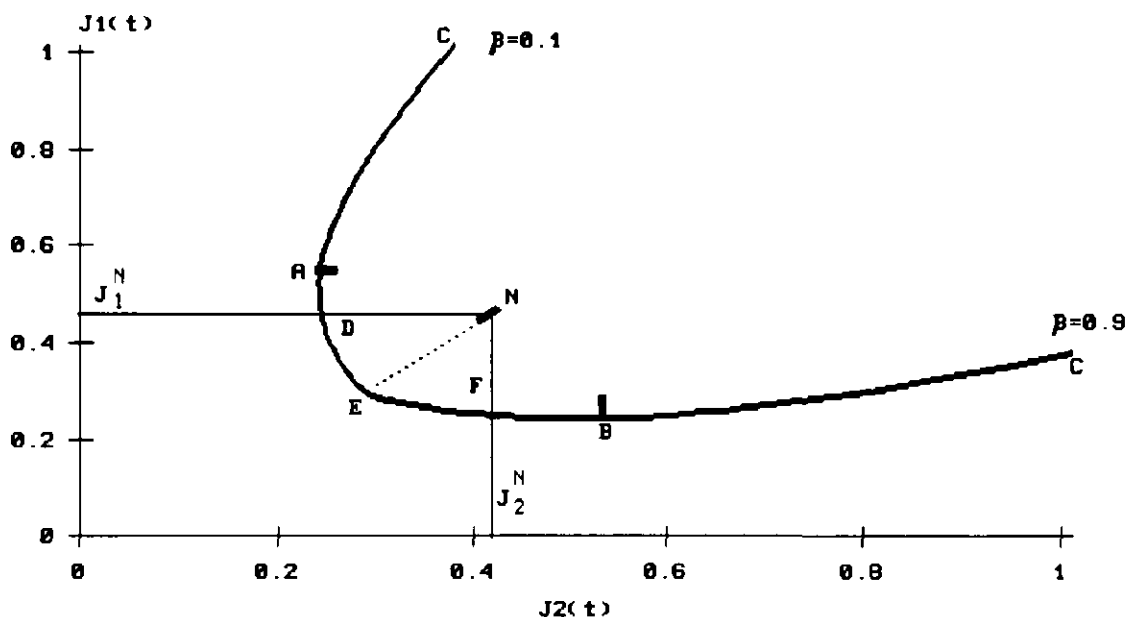
i) Los valores de las respectivas funciones objetivo $[J_1(t), J_2(t)]$, de acuerdo con los resultados y soluciones obtenidas de la minimización de la función (46), para valores de β comprendidos entre $0.1 \leq \beta \leq 0.9$, configuran el lugar geométrico CC.

ii) La curva AB está formada por las soluciones pertenecientes al conjunto (CC) que verifican la condición de Optimo de Pareto.

iii) El punto de amenaza (N), de coordenadas J_1^N y J_2^N , representa el coste o pérdida en el que incurren ambos países, en el caso de que éstos opten por seguir una estrategia no cooperativa Nash. Dicho punto restringe el dominio de soluciones Optimo de Pareto a un conjunto menor, denominado **conjunto de negociación**, (conjunto DF). El punto (N) se denomina punto de amenaza, por cuanto que indica la amenaza que cada jugador puede plantear al otro, si este último no acepta los resultados del acuerdo propuesto conjuntamente. (N) es un elemento básico en la Teoría de la negociación, en la cual se supone que cada jugador conoce la amenaza del otro.

SOLUCIONES NASH

COOPERATIVA Y NO COOPERATIVA



En el cuadro II.10, se observa que la **solución de equilibrio cooperativa Nash**, que minimiza las pérdidas para los dos países conjuntamente (verifica la condición (45)), evaluadas mediante las funciones objetivo $J_1(t)$, $J_2(t)$, se alcanza para un **valor de $\beta = 0.5$** . O sea, cuando ambos países tienen el mismo poder de negociación. (Gráfico 14, punto E de coordenadas 0.29, 0.29).

CUADRO II.10

VALORES DE LAS FUNCIONES OBJETIVO			
VALOR β	$J_1(t)$	$J_2(t)$	$(J_1 - J_1^N)(J_2 - J_2^N)$
0.2	0.5282	0.2495	-0.0162
0.3	0.4122	0.2532	0.0063
0.4	0.3256	0.2736	0.0205
0.5	0.2906	0.2906	0.0239
0.6	0.2736	0.3256	0.0205
0.7	0.2532	0.4122	0.0063
0.8	0.2495	0.5282	-0.0162

$$J_1^N = J_2^N = 0.4553$$

Trayectorias óptimas. [$\beta = 0.5$]

En el cuadro II.11 y II.12, se indica el conjunto de trayectorias óptimas que constituyen la solución de equilibrio cooperativa Nash para el país 1.

La solución de equilibrio para el país 2 no se especifica, dado que es la imagen "espejo" de la del país 1. Esto se deduce de la simetría del modelo estructural, de la naturaleza del desequilibrio, y del supuesto de idéntico poder de negociación.

En los gráficos (15 a 22), se ilustran ambas soluciones, y se comparan con las dos soluciones no cooperativas obtenidas anteriormente.⁴⁰

⁴⁰ En el apéndice I-f se especifica el procedimiento numérico, para la resolución de las trayectorias óptimas.

CUADRO II.11

SOLUCION DE EQUILIBRIO COOPERATIVO NASH PAIS 1. Desequilibrio inicial: $s(0)=1$	
$s^c(t)$	$= 7.663 \cdot 10^{-4} e^{0.317t} + 0.999 e^{-0.317t}$
$m^c(t)$	$= -1.369 \cdot 10^{-4} e^{0.317t} - 0.333 e^{-0.317t}$
$\hat{Y}^c(t)$	$= 1.784 \cdot 10^{-4} e^{0.317t} + 0.1564 e^{-0.317t}$
$\dot{P}_c^{\Delta c}(t)$	$= 2.749 \cdot 10^{-4} e^{0.317t} + 0.0628 e^{-0.317t}$

CUADRO II.12

SOLUCION DE EQUILIBRIO COOPERATIVO NASH PAIS 1. Desequilibrio inicial: $s(0)=1$					
TRIMESTRE	$s^c(t)$	$m^c(t)$	$\hat{Y}^c(t)$	$\dot{P}_c^{\Delta c}$	$J_1(t)$
0	1	-0.333	0.157	0.063	-
1	0.728	-0.243	0.114	0.046	0.135
2	0.531	-0.177	0.083	0.034	0.207
3	0.387	-0.129	0.061	0.025	0.246
4	0.283	-0.094	0.045	0.019	0.266
5	0.208	-0.069	0.033	0.014	0.278
6	0.154	-0.050	0.024	0.011	0.284
7	0.115	-0.037	0.019	0.009	0.388
8	0.088	-0.028	0.015	0.008	0.291
9	0.071	-0.021	0.012	0.008	0.292
10	0.060	-0.017	0.011	0.009	0.293

En el marco de la solución de equilibrio cooperativo Nash, creemos oportuno comentar el significado del punto de amenaza

(N) contenido en el gráfico 14. La **mínima pérdida** para los países 1 y 2, considerados **individualmente**, se alcanza para valores de β aproximadamente de 0.8 y 0.2, respectivamente (puntos A y B). Teniendo en cuenta esta circunstancia, si uno de los países, por ejemplo el país 1, no acepta los resultados derivados del acuerdo conjunto y desea imponer o exigir un mayor peso en la negociación, ($\beta=0.8$, punto B de coordenadas 0.2495, 0.5282), con el fin de alcanzar sus mejores resultados (mínima pérdida), el país 2 amenazará con seguir una estrategia no cooperativa Nash, ya que en este caso empeoraría su situación (máxima pérdida) respecto de la estrategia no cooperativa.

En el mismo sentido, si es el país 2 el que desea un mayor peso en la negociación, ($\beta=0.2$, punto A de coordenadas 0.5282, 0.2495), el coste para dicho país sería mínimo, y el país 1 alcanzaría su máxima pérdida. Ante esta situación, será el país 1 el que amenazará con seguir una estrategia no cooperativa Nash, con el fin de reducir sus pérdidas y aumentar las del otro país.

II.4.2.3 VALORACION DEL EQUILIBRIO COOPERATIVO NASH.

La solución de equilibrio cooperativa Nash ($\beta = 0.5$), es cualitativamente similar a las soluciones obtenidas en los modelos de comportamiento no cooperativos. Las únicas diferencias observadas entre dichos modelos son de naturaleza cuantitativa. Las describiremos en las líneas que siguen.

Nos apoyaremos en un análisis que tiene una triple vertiente: En primer lugar, se ocupa de las estrategias óptimas cooperativas para los países 1 y 2, ante una perturbación exógena del tipo de cambio real en el país 1 [$s_0 = 1$], así como de sus efectos sobre las variables objetivo en el período inicial (t_0).

En segundo lugar, aborda la evolución temporal de las trayectorias óptimas que constituyen la solución cooperativa Nash a lo largo de todo el horizonte temporal considerado. En último término, se realiza un estudio comparativo de las tres soluciones de equilibrio analizadas anteriormente a fin de evaluar los posibles beneficios o pérdidas que se puedan derivar de la adopción de una estrategia cooperativa, respecto de otras alternativas de naturaleza no cooperativa.

i) Período inicial (t_0).

ESTRATEGIAS OPTIMAS.

Ante una mejora en la competitividad en el país 1, nuestro modelo indica que la estrategia óptima cooperativa Nash para cada país consiste en:

- Una contracción monetaria para el país 1 de 0.33% respecto del nivel de equilibrio. En el gráfico 16, dicha contracción se manifiesta, en un salto negativo de la oferta monetaria en el período inicial (t_0).
- Una expansión de la oferta monetaria para el país 2 de igual cuantía, dada la simetría del modelo. En el gráfico 17,

la expansión monetaria en el período (t_0) se indica con un salto positivo respecto del estado de equilibrio.

VARIABLES OBJETIVO.

La mejora en la competitividad del país 1 comporta una desviación del gasto hacia los productos de este país, provocando un aumento tanto en la producción nacional como en la tasa de inflación.

Para el país 2, se producirán, exactamente, los efectos contrarios.

En lo que respecta a la producción, el tirón de la demanda extranjera, hace que su valor se sitúe por encima del nivel potencial en el país 1 a pesar de los efectos negativos que origina la aplicación de una medida monetaria contractiva. Así se aprecia una desviación positiva igual a 0.157%. Lógicamente, en el país 2 se observa una desviación negativa de la misma magnitud (gráficos 18, 19).

Los efectos sobre la tasa de inflación son los siguientes: la desviación del gasto hacia el país 1 origina un aumento de la tasa de variación de los precios de los bienes nacionales. Por consiguiente, se produce un aumento de la tasa de inflación en términos de precios al consumo, frente al cual la política monetaria contractiva solo tiene efectos mitigadores.

El efecto neto resultante, es una desviación (salto) positiva de la tasa de inflación de 0.063% respecto de su valor deseado, (gráficos 20, 21).

ii) Evolución temporal.

En una perspectiva dinámica, todas las variables del modelo, variables de estado, de control y objetivo, experimentan una evolución gradual hacia sus respectivos valores de equilibrio a lo largo del período considerado $[t_0, t_f]$.

Sin embargo, dada la naturaleza de los autovectores $[\lambda_1 = -0.317, \lambda_2 = 0.317]$, dicha solución no se puede considerar de equilibrio para el período de tiempo $t > t_f$, debido al carácter divergente de las trayectorias óptimas.

De la misma forma que en la solución de equilibrio Stackelberg, el hecho de que el coeficiente asociado al autovalor positivo sea suficientemente pequeño, asegura, a corto plazo, la evolución gradual de todas las variables hacia sus valores de equilibrio.

Para el período $[t_0, t_f]$, la evolución del tipo de cambio real viene condicionada por las trayectorias del tipo de cambio nominal y de los índices de precios en cada país.

En lo que concierne al tipo de cambio nominal, la política monetaria contractiva (expansiva) en el país 1 (2) aumenta el diferencial de intereses en favor del primero, desencadenando un flujo de capitales desde el país 2 hacia el país 1. Como resultado, se produce una apreciación prácticamente instantánea de la moneda nacional con respecto a la extranjera.

Esta circunstancia, unida al hecho de que la tasa de inflación nacional es superior a la extranjera, hace que el tipo de cambio real experimente una trayectoria gradual descendente hacia su valor de equilibrio, (véase cuadro II.12 y gráfico 15).

En cuanto al comportamiento de la producción e inflación, hay que tener en cuenta que la pérdida gradual de competitividad en el país 1 (ganancia en el país 2) origina una desviación del gasto nacional hacia el país extranjero. Como consecuencia, la producción de este último aumenta gradualmente y disminuye la del primero. Al mismo tiempo, se reduce el diferencial de inflación. De todos modos, en tanto en cuanto persista dicho diferencial positivo, la producción seguirá reduciéndose en el país 1, y aumentando en el país 2.

En último término, el coste total mínimo, que para cada país supone la aplicación de sus respectivas estrategias óptimas, medido a través de las funciones objetivo, es de 0.293.

Determinada la estrategia óptima cooperativa Nash, finalmente, realizamos un análisis comparativo entre los modelos de comportamiento cooperativo y no cooperativos, a fin de evaluar las posibles ventajas e inconvenientes que para las autoridades económicas de los dos países considerados, supone la adopción de una política común frente a políticas de naturaleza no cooperativa.

REPRESENTACIONES GRAFICAS: MODELO COOPERATIVO.

GRAFICO 15

TIPO DE CAMBIO REAL
PAIS 1

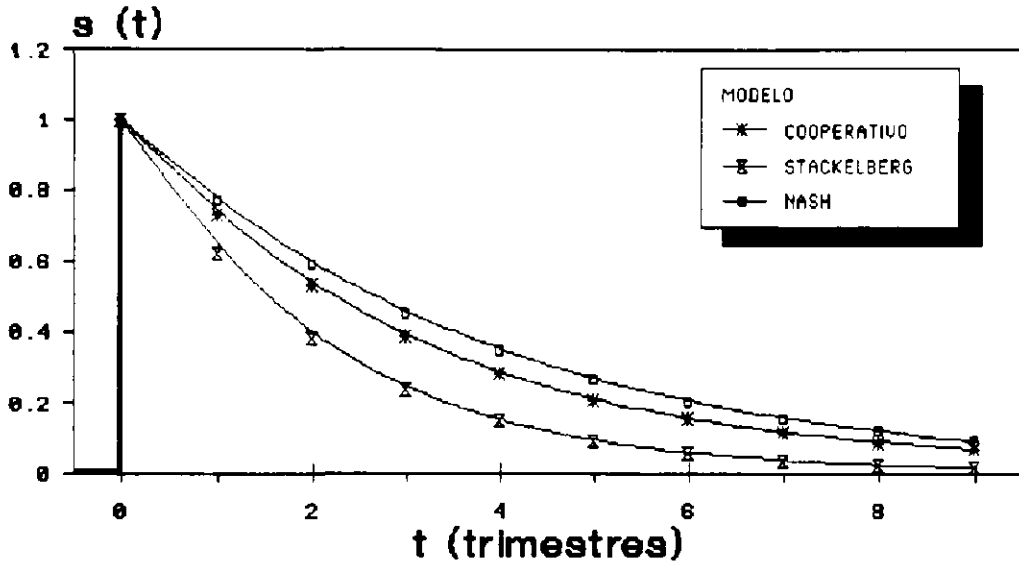


GRAFICO 16

OFERTA MONETARIA REAL
PAIS 1

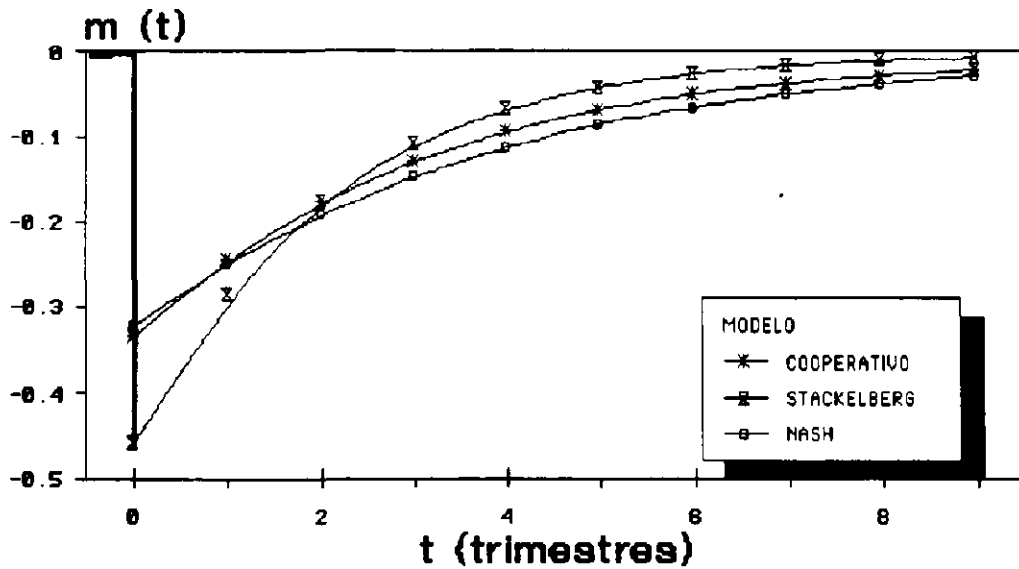


GRAFICO 17

OFERTA MONETARIA REAL PAIS 2

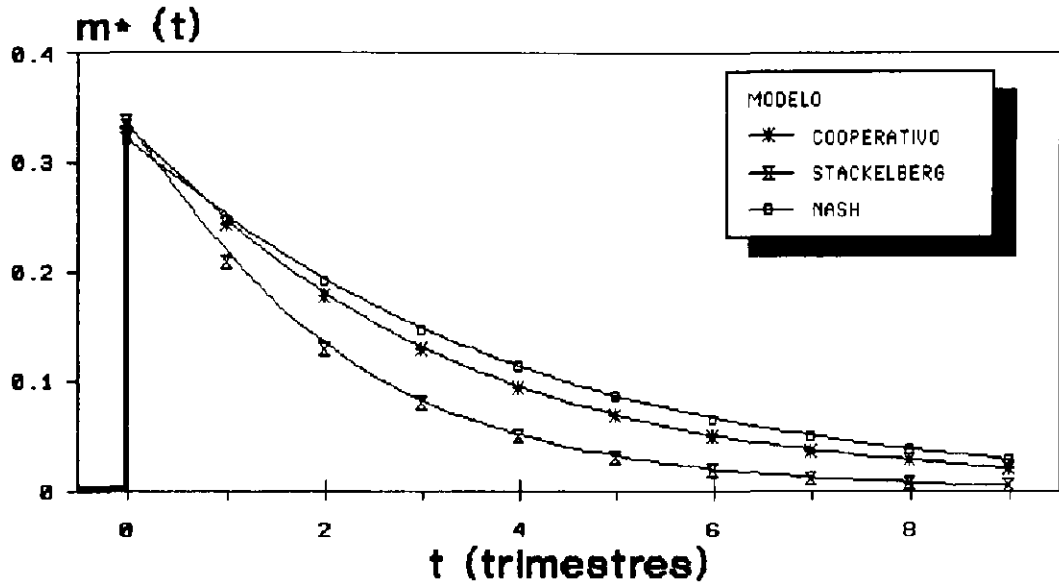


GRAFICO 18

PRODUCCION PAIS 1

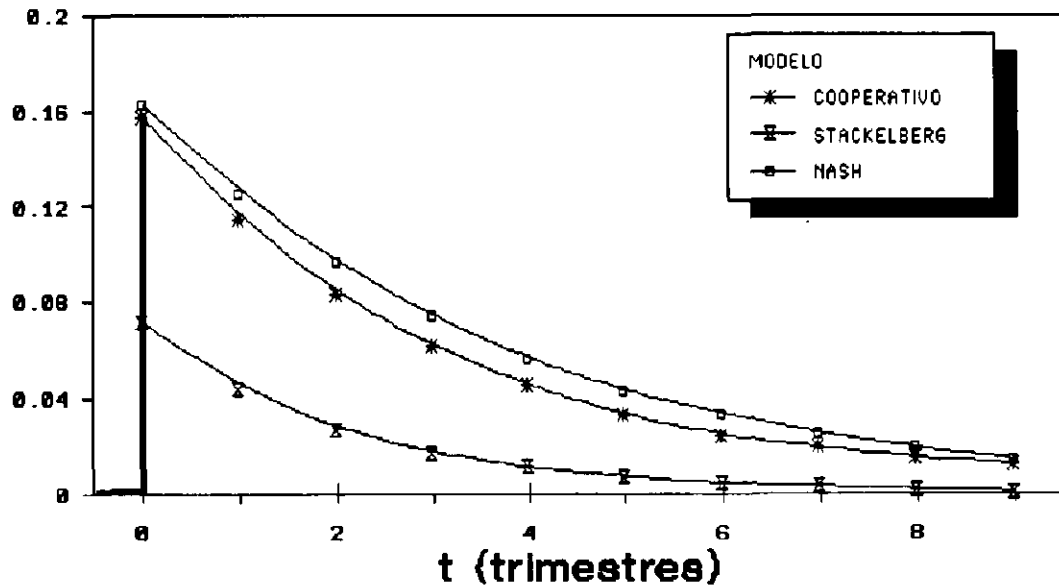


GRAFICO 19

PRODUCCION PAIS 2

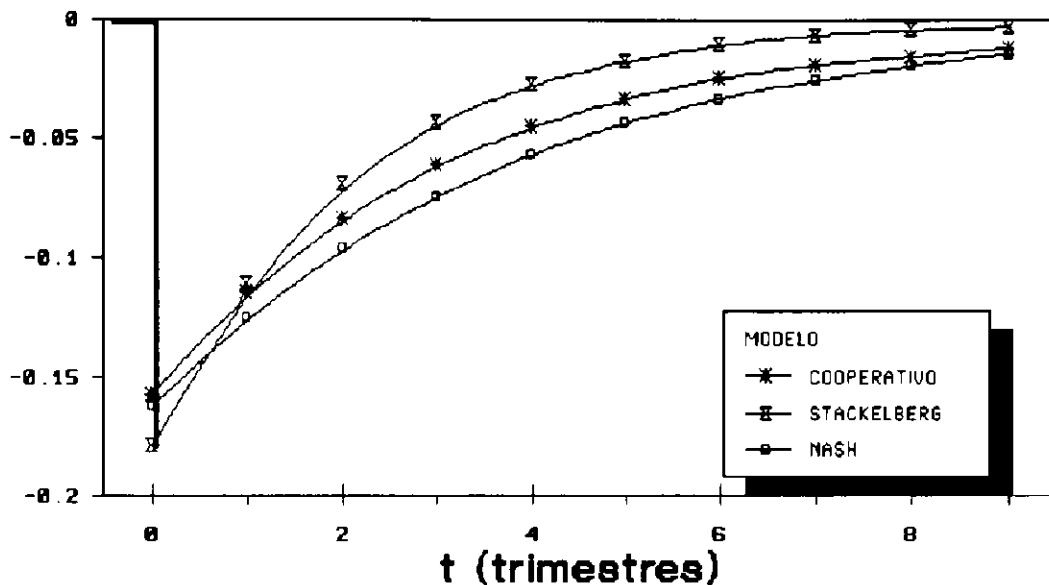


GRAFICO 20

INFLACION (IPC) PAIS 1

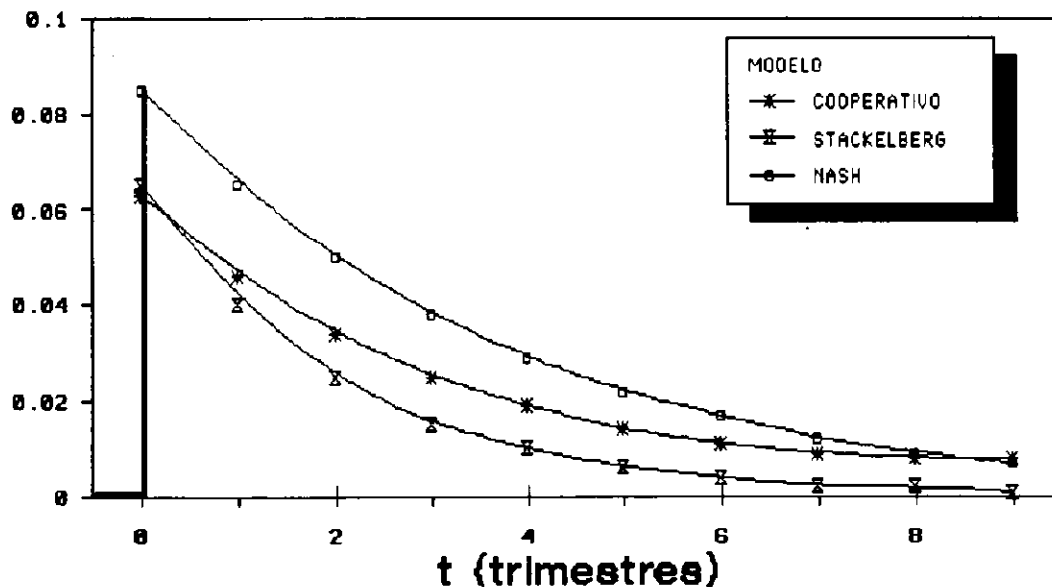


GRAFICO 21

INFLACION (IPC) PAIS 2

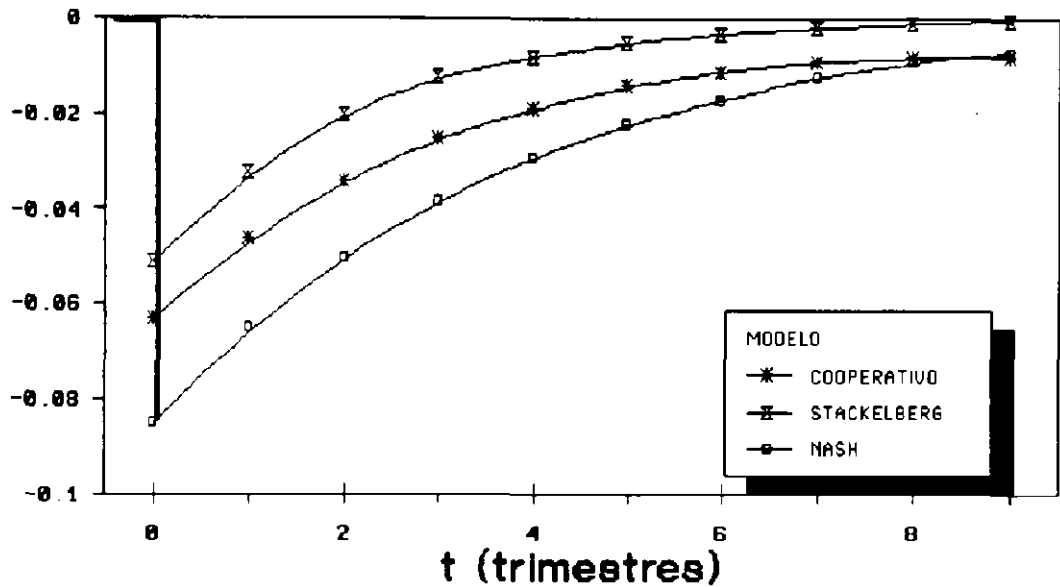
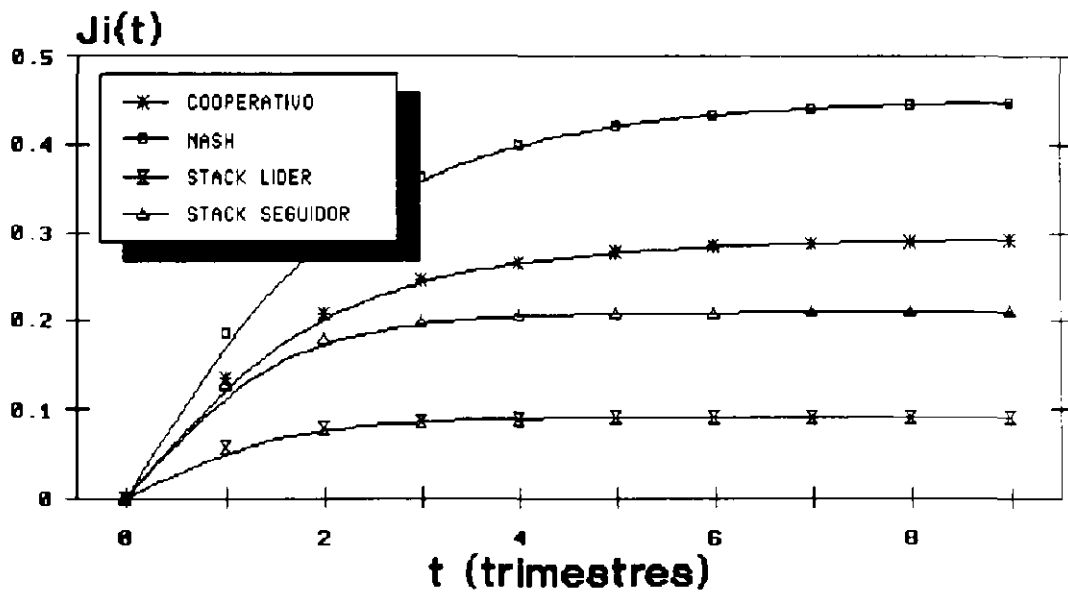


GRAFICO 22

FUNCIONES OBJETIVO COSTE TOTAL



II.4.3. ANALISIS COMPARATIVO: modelos cooperativo y no cooperativos.

En los cuadros II.13 y II.14, se indican las diferencias relativas resultantes de comparar la solución cooperativa Nash, respecto de las no cooperativas Nash y Stackelberg, respectivamente.

CUADRO II.13

DIFERENCIAS RELATIVAS (%) MODELOS COOPERATIVO/NASH							
$m(t_0)$	$m^*(t_0)$	$\hat{Y}(t_0)$	$\hat{Y}^*(t_0)$	$\dot{P}_{o_0}^{\wedge}(t_0)$	$\dot{P}_{o_0}^{\wedge*}(t_0)$	$J_1(t)$	$J_2(t)$
3.7	3.7	-3.1	-3.1	-25.9	-25.9	-34.7	-34.7

CUADRO II.14

DIFERENCIAS RELATIVAS (%) MODELOS COOPERATIVO/STACKELBERG							
$m(t_0)$	$m^*(t_0)$	$\hat{Y}(t_0)$	$\hat{Y}^*(t_0)$	$\dot{P}_{o_0}^{\wedge}(t_0)$	$\dot{P}_{o_0}^{\wedge*}(t_0)$	$J_1(t)$	$J_2(t)$
-27.3	-1.4	121.1	-12.3	-3.1	23.5	218.4	39.5

II.4.3.1 MODELOS COOPERATIVO NASH/STACKELBERG

En el análisis comparativo entre los modelos Cooperativo y Stackelberg, en el período inicial, se manifiestan los siguientes hechos diferenciadores:

i) Estrategias óptimas.

La estrategia óptima para el país 1 es menos restrictiva en el modelo Cooperativo: la contracción de la oferta monetaria es menor en un 27.3%.

Para el país 2, la cuantía de la expansión monetaria, es muy similar en los dos modelos. Resulta ser 1.4% menor cuando se adopta la estrategia cooperativa, (gráficos 16, 17).

ii) Variables objetivo y funciones objetivo.

Para el país 1, la estrategia Cooperativa presenta efectos negativos respecto de la estrategia Stackelberg (mayor desviación) en el nivel de producción, y efectos positivos (menor desviación) en la tasa de inflación.

Las diferencias relativas de dichas desviaciones son del 121% en la producción y de 3.1% en la inflación, (gráficos 18, 20).

Por el contrario, para el país 2, las diferencias relativas en las desviaciones observadas son 3.1% en el nivel de producción, y 23.5% en la tasa de inflación, (gráficos 19, 21).

En cuanto a las ventajas o inconvenientes que para ambos países supone el adoptar una u otra estrategia óptima, la evaluación puede llevarse a cabo comparando los valores de las funciones objetivo para cada una de las distintas alternativas. En este sentido, se pone de manifiesto que la estrategia no cooperativa Stackelberg es más beneficiosa para ambos países, en particular para el país líder.

Las diferencias relativas entre los costes totales mínimos suponen una reducción de las pérdidas del 218.4% para el país líder y del 35.5% para el país seguidor, (véase gráfico 22)

En suma:

A corto plazo, en la situación analizada, la solución de equilibrio "Open-loop" Stackelberg, proporciona mejores resultados (menores costes) que la solución de equilibrio cooperativa Nash, para ambos países.

Sin embargo, a largo plazo, ninguna de las dos soluciones puede ser considerada de equilibrio. Dada la naturaleza divergente de las trayectorias, sería necesario volver a optimizar.

II.4.3.2 MODELOS COOPERATIVO NASH/NO COOPERATIVO NASH.

Las diferencias relativas entre ambos modelos Nash, son las siguientes:

i) Estrategias óptimas.

Para el país 1, la estrategia cooperativa es ligeramente menos restrictiva que la no cooperativa, en el 3.7%. En cambio, para el país 2, resulta ser más expansiva, exactamente en la misma cuantía, dada la simetría entre que existe en ambos modelos.

ii) Variables objetivo y funciones objetivo.

El hecho de que las mayores diferencias relativas entre las estrategias óptimas sean más acentuadas, hace que las desviaciones que origina la perturbación del tipo de cambio real en los niveles de producción, y en particular en la tasa de inflación en cada uno de los dos países, resulten contrarrestadas en mayor medida.

Dichas desviaciones son inferiores en el modelo Cooperativo con respecto del modelo no Cooperativo, en 3.1% y 29.5%, respectivamente.

En consecuencia, la cooperación permite reducir las pérdidas

de ambos países en el 34.7%, tal como se deduce de las funciones objetivo.

De todo lo expuesto a lo largo de este apartado, se deducen las siguientes conclusiones:

1) Para el período de tiempo considerado $[t_0, t_f]$, de todas las soluciones analizadas, la solución de equilibrio no cooperativo "Open-loop" Stackelberg es la que proporciona mejores resultados (pérdidas menores) para ambos países.

2) En aquellas situaciones en las que no sea posible o deseable, por razones de distinta naturaleza (políticas, sociales etc), seguir un modelo de comportamiento líder-seguidor, la solución claramente más ventajosa para el período $[t_0, t_f]$, es la solución cooperativa Nash.

En el gráfico (22) se pone de manifiesto la superioridad (o inferioridad) de las distintas soluciones de equilibrio.

3) Para el período de tiempo $t > t_f$ (medio-largo plazo), la única solución de equilibrio, es la solución no cooperativa "Open-loop" Nash.

Ninguna de las otras dos soluciones, puede ser considerada de equilibrio. Dada la naturaleza divergente de las trayectorias, sería necesario volver a optimizar.

Finalmente, desde una perspectiva diferente, cabe señalar que si bien en el análisis realizado no se ha hecho referencia explícita a ningún país específico, nuestro marco teórico puede ser considerado como una aproximación para su aplica-

ción en el ámbito de dos países europeos (o grupos de países) integrantes en el Sistema Monetario Europeo (S.M.E.).

Además, teniendo en cuenta las conclusiones anteriores, se podría explicar y/o justificar el modelo de comportamiento estratégico por el que se han decantado las autoridades monetarias de los países miembros del Sistema.

Es un hecho conocido que la estabilidad de los tipos de cambio (nominales y reales), y en particular, la reducción y convergencia de las tasas de inflación han sido en los últimos años y son, aún más en la actualidad, objetivos prioritarios para los responsables de las políticas económicas, dado el proceso de integración monetaria en el que están comprometidos dichos países.

Ahora bien, a pesar de que estos objetivos de política económica son compartidos conjuntamente por todos los países miembros, la evidencia de los sucesos acontecidos en el S.M.E. pone de manifiesto que las medidas de política monetaria, tendentes a la consecución de dichos objetivos, han sido adoptadas y aplicadas de forma escasamente cooperativa y asimétrica.

De hecho, podemos decir, apoyándonos en la evidencia empírica que el S.M.E. constituye una aplicación o ejemplo real de lo que hemos definido en nuestro análisis como modelo de comportamiento estratégico de Stackelberg o líder-seguidor. Alemania ejerce la función de país líder y los demás países europeos de seguidores. De ello nos ocupamos en el capítulo siguiente.

CAPITULO III

UN MODELO DE COMPORTAMIENTO ASIMETRICO: EL SISTEMA MONETARIO EUROPEO

III.1. EL SME

Existen dos textos fundamentales que constituyen las bases del Sistema Monetario Europeo (SME): el anexo al comunicado del Consejo Europeo de Bremen de 7 de Julio de 1978 y la Resolución de Bruselas del Consejo Europeo de 5 de Diciembre de 1978.

La naturaleza y objetivos del SME han sido expuestos con claridad por el Consejo de Europa en diversas ocasiones durante el período que llevó al establecimiento del Sistema.⁴¹ A grandes rasgos estos objetivos fueron, fundamentalmente, los siguientes:

a) La creación de una "zona de estabilidad monetaria en Europa" mediante una estrecha cooperación monetaria y el establecimiento de una base dirigida a la coordinación del manejo de los tipos de cambio con respecto al resto del mundo.

b) Además, el plan inicial contemplaba la consolidación del Sistema en el plazo de dos años a partir del comienzo de las operaciones dentro de un sistema final que incluiría:

b1) La creación de un Fondo Monetario Europeo sucesor del Fondo Europeo de Cooperación Monetaria (FECOM), que legislara

⁴¹ Véase: "Le système monétaire européen" en *Economie européenne*, nº3, Julio (1979); Van Ypersele, J., (1985) y Ludlow, P., (1982).

sobre cuestiones monetarias tanto a nivel nacional como comunitario.

b2) La utilización del ECU con pleno poder liberatorio y como auténtica moneda europea.

Al no cumplirse el calendario previsto, la consolidación del SME como estructura institucional permanente ha sido aplazada indefinidamente.

El SME pertenece a la categoría de sistemas cambiarios de flexibilidad limitada; es una combinación de un sistema de tipos de cambios fijos-ajustables y de banda amplia (banda ajustable). Este sistema recupera algunas de las características operativas e institucionales de la "serpiente" monetaria europea, incorporando diversos elementos innovadores y de entre ellos, de forma singular, el ECU.

El SME se estructura en torno a los siguientes elementos:

i) El ECU o cesta de monedas comunitarias y que se modifica de oficio cada cinco años mediante acuerdo adoptado por unanimidad.

ii) Un mecanismo de estabilización del tipo de cambio (MCI).

iii) Un mecanismo de financiación a corto y medio plazo.

Quizá de todos estos elementos el más importante sea el mecanismo de estabilización de los tipos de cambio, por las implicaciones en términos de restricciones que impone sobre la evolución interna de la economía de un país.

En este sentido los países que conforman el Sistema se comprometen a:

a) Mantener la paridad bilateral de mercado de su moneda frente a cada una de las divisas incluidas en el SME dentro de cierta banda de fluctuación de ± 2.25 por 100 (6 por 100 en el caso de España, Gran Bretaña y Portugal) respecto de las paridades oficiales en vigor. A tal efecto, los bancos centrales se ven obligados a intervenir en los mercados cambiarios tan pronto como los tipos bilaterales alcanzan los límites de intervención (intervenciones marginales), pudiendo intervenir si lo desean antes de que se alcancen dichos límites (intervenciones intramarginales).

b) Poner en marcha las medidas de ajuste pertinentes siempre que el tipo de cambio de mercado de su moneda frente al ECU se desvíe de su paridad oficial en un porcentaje superior a las tres cuartas partes de su "divergencia máxima posible".

c) Permitir un reajuste consensuado de las paridades siempre y cuando desequilibrios "fundamentales" afecten a la balanza de pagos de algún país miembro.

El objetivo de este tercer capítulo no consiste en analizar los elementos funcionales y constitutivos del SME citados, por otra parte ampliamente estudiados en otros trabajos, sino identificar y analizar los principales hechos acontecidos en el ámbito del Sistema, que nos permitan poner de manifiesto la naturaleza asimétrica del modelo de comportamiento estratégico seguido por los responsables de las políticas económicas de los países miembros. Aplicando los elementos teóricos desarrollados en el capítulo anterior podremos

valorar la racionalidad de esta forma particular de comportamiento y deducir algunas conclusiones acerca de su grado de estabilidad.

Para ello, realizamos un examen retrospectivo de los rasgos más relevantes que han caracterizado la evolución del SME, desde su creación en Marzo de 1979 hasta principios de 1991, apoyándonos en la evidencia empírica disponible y teniendo en cuenta los conceptos y proposiciones de nuestro análisis teórico en cuanto a la caracterización de un modelo de comportamiento de Stackelberg.

<p>III.2. CARACTERISTICAS BASICAS DEL COMPORTAMIENTO DEL SME: UN EXAMEN RETROSPECTIVO</p>

El funcionamiento del SME ha sobrepasado los trece años de existencia. La experiencia acumulada durante este período ha sido suficientemente variada como para dar argumentos tanto a sus defensores como a sus detractores. Los problemas de interpretación y las dificultades de valoración de los acontecimientos económicos que envuelven al SME son algo omnipresente y difícil de resolver debido a complejas cuestiones metodológicas de las que no pueden esperarse respuestas simples ni categóricas. Sin embargo, parece haberse producido un consenso en el sentido de que las experiencias obtenidas no justifican el escepticismo y

preocupación acerca de las perspectivas y durabilidad del mismo.

A la hora de valorar la evolución y el comportamiento económico del SME no podemos ignorar que la elección de los criterios juega un papel fundamental.

Siguiendo a Guitian, M., (1988), la valoración del SME puede hacerse atendiendo a diversas clases de medidas, y la elección debe de realizarse en función de la naturaleza y propósito de dicha evaluación.

Pueden postularse tres amplias categorías para clasificar los posibles criterios de medida.

Dentro de la primera categoría tenemos los métodos positivos, que tratan de medir el comportamiento económico llevando a cabo una comparación entre los acontecimientos presentes y los pasados. Una de sus ventajas es la simplicidad que se obtiene al comparar series de información empírica; pero, por otra parte, presentan el inconveniente de sus limitaciones para la relación que une a las series de hechos.

En la segunda categoría se encuentran los métodos normativos que, en contraposición con los anteriores, tratan de comparar los acontecimientos presentes con los previstos u objetivos. Con estos métodos se comparan los resultados reales con los objetivos conocidos o intenciones. Su utilidad viene limitada por la poca información que dan en lo referente a las causas de las diferencias entre objetivos y resultados.

La tercera categoría está compuesta de lo que podrían denomi-

narse métodos conjeturales o hipotéticos, que se centran en la comparación de los acontecimientos actuales con los que hubieran tenido lugar bajo circunstancias diferentes: estos métodos sirven para medir "lo que es" respecto a lo que "hubiera o podría haber sido" y, debido a su naturaleza hipotética, se prestan a controversia. Al realizar una comparación de esta naturaleza, hay un amplio margen de diferencia de opiniones ya que tanto los elementos como la interpretación de la comparación se apoyan en juicios e hipótesis.

La descripción de los diferentes rasgos que caracterizan el comportamiento del SME y que se exponen a continuación, lleva a cabo comparaciones hechas sobre la base de estos tres tipos de métodos.

Estos rasgos son:

- Variabilidad de los tipos de cambio.
- Asimetría.
- Disciplina contra la inflación.

III.2.1 VARIABILIDAD DE LOS TIPOS DE CAMBIO

Existen numerosos estudios que examinan los efectos que ha tenido el Sistema sobre la variabilidad de los tipos de cambio.

En general, en estos estudios se realizan comparaciones empíricas de los acontecimientos relativos a los tipos de

cambio, antes y después del establecimiento del Mecanismo de Cambios e Intervención (MCI) del Sistema (método positivo). También se han comparado los acontecimientos reales con los hipotéticos, utilizando la evolución de los tipos de cambio como un estimador de lo que hubiera ocurrido en el mismo período a los tipos de cambio de las monedas que pertenecen al MCI, de no haber existido el SME (métodos coyunturales). La valoración de la variabilidad de los tipos de cambio lleva consigo numerosas dificultades técnicas y conceptuales y no es independiente del juicio del propio analista.

Las más importantes son las siguientes:

a) El propio concepto de volatilidad ó variabilidad. Williamson, J., (1985), destaca la importancia de distinguir entre el concepto de volatilidad y desajuste de los tipos de cambios.

Volatilidad: es un concepto que hace referencia a las variaciones o movimientos de los tipos de cambio en un período más o menos corto. (meses ó un año)

Desajuste: se entiende, como la capacidad de los tipos de cambio de desviarse de su valor de **equilibrio fundamental**, durante un período de tiempo prolongado.

b) La elección del tipo de cambio: bilateral, efectivo, nominal, real.

c) La frecuencia de los datos: diarios, semanales, mensuales, etc.

d) La medida estadística elegida: desviaciones respecto a la media, coeficiente de variación, desviación standard, etc.

La mayoría de los estudios realizados en el ámbito del SME⁴² se han centrado más en el concepto de volatilidad que de desajuste de los tipos de cambio. Lo cual no es nada de extrañar dadas las dificultades que comporta la determinación de lo que teóricamente se entiende como tipo de cambio de equilibrio de largo plazo (el que determinan los "fundamentos" de la economía). Generalmente la frecuencia de los datos utilizados ha sido mensual, y la gama de estadísticos y test empleados ha sido amplia y variada.

De entre estos estudios, cabe hacer mención explícita al análisis y pruebas empíricas suministradas por Ungerer y otros, (1986). La referencia al mismo se justifica porque es, sin duda, el análisis más amplio y sistemático, tanto por el número de estadísticos utilizados como por la elección de los tipos de cambios considerados bilaterales, efectivos, nominales y reales, así como por el número de monedas incluidas.

A grandes rasgos, el procedimiento seguido por estos autores ha sido el siguiente:

- Definir tres estadísticos:

⁴² Entre los estudios en los que se ha examinado de forma empírica la variabilidad de los tipos de cambios en el SME se encuentran: Commission of the European Communities (1982, 1984 y 1990), Ungerer, H., y otros, (1983, 1986), Rogoff, K., (1985), Padoa-Schioppa, T., (1985), Russo, M., y Tullio, G., (1988), Artis, M.J., y Taylor, M.P., (1988), Gagnon, J., (1989), Gros, D., (1989), Baldwin, R., (1990) y, Baldwin, R., y Lyons, R., (1990)

1. La media ponderada⁴³ de los coeficientes de variación de los tipos de cambio bilaterales (CV).
 2. La media ponderada de la desviación standard de las variaciones (en logaritmos) de los tipos de cambios bilaterales (SD1).
 3. La desviación estándar de las variaciones (en logaritmos) de los tipos de cambios efectivos (SD2).
- Aplicar las observaciones mensuales, semanales y diarias de los diferentes tipos de cambio a cada uno de los estadísticos.

La aplicación de las observaciones a los citados estadísticos suministran las pruebas empíricas, para el período Enero 1973 a Diciembre 1985, sobre la variabilidad observada de los tipos de cambio frente al conjunto de monedas pertenecientes al MCI y frente a las monedas de los países no pertenecientes al MCI: Austria, Canadá, Estados Unidos, Japón, Noruega, R. Unido, Suiza, Suecia.

Los cuadros III.1 a III.3, recogen parte de la información incluida en Ungerer, y otros.

⁴³ Ponderaciones del modelo multivariante de tipos de cambio (MMTC), del FMI.

CUADRO III.1

VARIABILIDAD TIPOS DE CAMBIO (Media del período)								
PAISES	TIPOS BILATERALES ⁴⁴							
	DENTRO DEL MCI				FUERA DEL MCI			
	NOMINAL		REAL ⁴⁵		NOMINAL		REAL	
	1974 1978	1979 1985	1974 1978	1979 1985	1974 1978	1979 1985	1974 1978	1979 1985
BELGICA	20.3	13.6	22.0	14.6	36.7	47.6	35.6	47.2
DINAMARCA	25.0	14.8	26.0	14.0	32.3	43.7	37.2	42.7
FRANCIA	31.6	15.9	30.3	17.8	37.8	52.1	35.3	48.4
ALEMANIA	29.2	16.3	28.0	16.4	35.7	42.1	32.7	44.5
IRLANDA	36.0	12.2	27.6	15.7	37.0	47.9	33.3	45.8
ITALIA	36.0	19.3	26.2	18.9	38.0	47.9	32.4	41.9
HOLANDA	21.1	13.2	21.1	13.6	36.8	45.5	34.2	48.0
X1	28.4	15.1	25.9	15.9	36.3	46.7	34.4	45.5
AUSTRIA	20.3	12.3	19.4	11.3	39.5	46.5	35.3	48.6
CANADA	44.1	52.0	43.4	52.2	23.4	19.4	21.8	21.2
JAPON	44.5	48.1	40.3	45.5	46.7	53.3	43.5	57.5
NORUEGA	25.3	24.2	24.8	25.1	35.6	40.1	31.6	39.6
SUECIA	30.2	31.6	28.2	33.7	39.9	43.9	34.0	43.0
SUIZA	44.0	25.9	35.7	23.9	48.0	47.9	43.2	48.7
R. UNIDO	32.7	37.8	28.1	42.7	49.6	52.5	39.9	54.5
EEUU	34.7	55.7	33.1	53.5	34.2	38.4	31.4	41.1
X2	34.5	35.9	31.6	36.0	39.6	42.8	35.1	44.3
X3	30.5	26.3	27.2	27.3	42.5	46.2	36.8	46.9

FUENTES: Ungerer, H., y otros, (1986) y elaboración propia.

X1 = MEDIA no ponderada de los países del MCI del SME

X2 = MEDIA no ponderada de los países no pertenecientes al MCI del SME

X3 = MEDIA no ponderada de los países europeos no pertenecientes al MCI del SME

⁴⁴ Media ponderada [Ponderaciones del modelo multivariante de tipos de cambio del FMI (MMTC)] de la variabilidad de los tipos de cambio bilaterales, respecto de las monedas del MCI, o de los países no pertenecientes a él; variabilidad medida por el coeficiente de variación (multiplicado por 1000) de la media de los tipos de cambio mensuales bilaterales. Estadístico CV

⁴⁵ Tipos de cambio nominales ajustados a las variaciones de los precios al consumo, (en el caso de Irlanda se trata de precios al por mayor)

CUADRO III.2

VARIABILIDAD (LOG) TIPOS DE CAMBIO (Media del período)								
PAISES	TIPOS BILATERALES ⁴⁶							
	DENTRO DEL MCI				FUERA DEL MCI			
	NOMINAL		REAL		NOMINAL		REAL	
	1974	1979	1974	1979	1974	1979	1974	1979
	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985
BELGICA	17.6	7.3	11.8	8.4	17.9	23.4	18.8	24.6
DINAMARCA	12.8	7.5	16.8	9.3	17.0	22.7	20.4	24.1
FRANCIA	16.8	7.6	17.2	8.6	18.7	23.7	19.1	24.9
ALEMANIA	14.7	7.0	15.7	7.9	18.0	21.9	19.3	22.8
IRLANDA	18.4	6.7	20.0	11.5	14.4	23.1	19.0	23.2
ITALIA	19.3	8.8	19.6	9.4	20.1	20.8	20.6	22.1
HOLANDA	11.1	6.1	12.9	7.3	18.4	23.6	20.0	24.8
X1	14.8	7.3	16.3	8.9	17.8	22.7	19.6	23.8
AUSTRIA	9.9	5.2	11.6	7.2	18.6	24.4	20.0	26.1
CANADA	22.5	24.4	23.3	24.9	12.4	12.5	13.5	13.7
JAPON	21.1	21.7	22.6	22.9	20.1	27.1	22.6	29.4
NORUEGA	13.3	12.9	14.4	13.5	18.7	19.0	19.2	20.5
SUECIA	14.6	17.2	16.2	18.7	18.6	19.6	20.1	20.6
SUIZA	20.5	13.1	21.4	13.2	23.6	25.7	24.8	26.2
R. UNIDO	16.8	20.9	17.5	23.6	18.9	24.4	21.1	27.5
EEUU	18.8	27.4	19.7	28.2	16.0	20.5	17.7	27.1
X2	17.2	17.9	18.3	19.0	18.4	21.7	19.9	23.3
X3	15.0	13.9	16.2	15.2	19.7	22.6	21.0	24.2

FUENTES: Ungerer, H., y otros, (1986) y elaboración propia.

X1 = MEDIA no ponderada de los países del MCI del SME

X2 = MEDIA no ponderada de los países no pertenecientes al MCI del SME

X3 = MEDIA no ponderada de los países europeos no pertenecientes al MCI del SME

⁴⁶ Media ponderada (MMTC) de la variabilidad de los tipos de cambio bilaterales respecto de las monedas del MCI, o de los países no pertenecientes a él; variabilidad medida por la desviación standard (multiplicada por 1000) de las variaciones (en logaritmos) de los tipos de cambios mensuales bilaterales. Estadístico SD1

CUADRO III.3

VARIABILIDAD TIPOS DE CAMBIO EFECTIVOS				
PAISES	NOMINAL		REAL ⁴⁷	
	1974- 1978	1979- 1986	1974- 1978	1979- 1986
BELGICA	18.8	16.9	28.1	26.2
DINAMARCA	19.3	22.6	32.8	25.4
FRANCIA	22.2	26.4	27.8	19.1
ALEMANIA	25.3	22.3	27.3	21.3
IRLANDA	29.9	22.3	21.6	21.5
ITALIA	27.1	22.6	27.7	15.9
HOLANDA	18.8	19.6	19.4	27.9
X1	23.1	21.8	26.4	22.5
AUSTRIA	23.2	24.6	16.9	18.2
CANADA	22.2	16.2	23.6	20.6
JAPON	40.4	43.8	35.8	48.6
NORUEGA	22.4	20.6	23.5	21.6
SUECIA	26.2	19.9	60.0	33.6
SUIZA	41.2	30.1	44.9	23.6
R. UNIDO	32.9	37.8	42.0	49.1
EEUU	21.2	38.0	24.5	40.8
X2	28.7	28.9	33.9	32.0
X3	29.2	26.6	37.5	29.2

FUENTES: Información comercial española nº 657 Mayo de 1988 pág.43

X1 = MEDIA no ponderada de los países del MCI del SME

X2 = MEDIA no ponderada de los países no pertenecientes al MCI del SME

X3 = MEDIA no ponderada de los países europeos no pertenecientes al MCI del SME

⁴⁷ Tipos de cambio nominales ajustados a las variaciones relativas de los costes laborales unitarias.

De la evidencia empírica mostrada en los cuadros anteriores se deducen las siguientes conclusiones:

Primera: Para todas las monedas del MCI, se aprecia una notable reducción de la variabilidad de los tipos de cambio bilaterales (nominales y reales) respecto del conjunto de monedas del MCI, en el período posterior a la construcción del SME, independientemente del estadístico elegido⁴⁸ y de la periodicidad de los datos.⁴⁹

En cambio, para los tipos de cambio bilaterales (nominales y reales) de los países no miembros del MCI, sólo se observa una reducción de la volatilidad en dos monedas europeas, el chelín austriaco y el franco belga.

El comportamiento de los tipos de cambio de estas dos monedas refleja el objetivo implícito de las autoridades económicas de dichos países de mantener una cotización estable respecto al marco alemán.

Segunda: La variabilidad de todos los tipos de cambio bilaterales (nominales y reales) respecto del conjunto de monedas no incorporados al MCI, ha experimentado un aumento en el período 1979-1985, independientemente del estadístico elegido.

⁴⁸ Aunque el estadístico SD2, no queda recogido en la información, las conclusiones que se pueden extraer del mismo, son similares a las de los estadísticos CV y SD1.

⁴⁹ Ungerer, H., y otros (1986) no proporcionan la información de los datos semanales y diarios, pero manifiesta que los resultados son similares a los expuestos para observaciones mensuales.

Tercera: Sólo dos países del SME, Francia y Dinamarca, han experimentado un aumento en la volatilidad de sus tipos de cambio efectivos nominales, apreciándose, sin embargo, una reducción prácticamente generalizada (salvo Holanda) en términos reales.

En resumen, de los resultados empíricos obtenidos por Ungerer se pone de manifiesto que la variabilidad de los tipos de cambio de las monedas incorporadas al MCI se fue reduciendo gradualmente durante los seis primeros años de vigencia del SME. Por el contrario, se observa un aumento en la volatilidad de los tipos de cambio para las monedas no integradas en el MCI, al menos en el período considerado.

En un estudio posterior realizado por la Comisión de las Comunidades Europeas⁵⁰, los resultados de las pruebas empíricas (véase cuadros III.4 y III.5), no sólo robustecen los resultados de Ungerer expuestos anteriormente, en el sentido que confirman la menor volatilidad de las monedas del MCI, sino que también se pone de manifiesto su tendencia decreciente en el período 1986-1990.

⁵⁰ Véase: *Economie Européenne*, Nº 44; Octubre 1990

CUADRO III.4

VARIABILIDAD TIPOS DE CAMBIO BILATERALES NOMINALES RESPECTO AL CONJUNTO DE MONEDAS EUROPEAS EUR-12 ⁵¹					
PAISES	1974 1978	1979 1983	1984 1986	1987 1989	MEDIA 79-89
BELGICA/LUX.	1.3	1.3	0.7	0.5	1.0
DINAMARCA	1.5	1.3	0.8	0.7	1.1
ALEMANIA	1.7	1.3	0.9	0.7	1.1
GRECIA	1.8	2.4	2.6	0.7	2.2
ESPAÑA	2.9	2.0	1.1	1.2	1.7
FRANCIA	2.0	1.3	1.0	0.7	1.1
IRLANDA	1.5	1.3	1.4	0.8	1.3
ITALIA	2.2	1.2	1.1	0.8	1.1
HOLANDA	1.3	1.0	0.7	0.5	0.9
PORTUGAL	2.8	2.2	1.1	0.8	1.7
R. UNIDO	2.0	2.4	2.2	1.6	2.2
EEUU	2.2	2.6	3.0	2.8	2.8
JAPON	2.3	2.8	2.3	1.8	2.4
SUIZA	2.2	1.7	1.3	1.1	1.5
X1	1.7	1.3	0.9	0.7	1.1
X2	2.3	2.3	1.9	1.9	2.0
X3	2.2	2.1	1.9	1.5	2.0

FUENTE: Economie Europeenne de Octubre del 1990

X1 = Media ponderada de las ocho monedas del MCI.

X2 = Media ponderada de las monedas comunitarias que no pertenecen al MCI

X3 = Media no ponderada de las monedas que no pertenecen al MCI.

⁵¹ La variabilidad viene medida por la suma ponderada (ponderaciones de cada moneda en el ECU) de las desviaciones típicas, de las variaciones de los tipos de cambio mensuales bilaterales (en porcentaje) respecto del conjunto de las monedas de los 12 países europeos del SME. Puesto que España no se integró en el MCI hasta el 20 de Junio de 1989 y el Reino Unido hasta Octubre de 1990, estos dos países no son considerados como miembros del MCI para los cálculos efectuados.

CUADRO III.5

VARIABILIDAD TIPOS DE CAMBIO BILATERALES NOMINALES RESPECTO A LAS MONEDAS DEL MTC ⁵²					
PAISES	1974 1978	1979 1983	1984 1986	1987 1989	MEDIA 79-89
BELGICA/LUX.	1.1	1.1	0.5	0.3	0.8
DINAMARCA	1.2	0.9	0.5	0.4	0.7
ALEMANIA	1.5	0.9	0.5	0.4	2.2
GRECIA	1.8	2.4	2.5	0.6	1.6
ESPAÑA	2.9	2.0	0.9	1.2	0.8
FRANCIA	1.8	1.0	0.7	0.4	0.9
IRLANDA	2.0	0.8	1.3	0.4	0.8
ITALIA	2.2	1.0	0.8	0.6	0.6
HOLANDA	1.1	0.7	0.4	0.3	1.6
PORTUGAL	2.7	2.1	0.9	0.6	2.2
R. UNIDO	2.0	2.4	2.2	1.7	2.2
EEUU	2.2	2.6	3.0	2.8	2.9
JAPON	2.3	2.7	2.1	1.9	2.3
SUIZA	2.1	1.5	1.1	1.0	1.3
X1	1.6	0.9	0.6	0.4	0.7
X2	2.2	2.3	1.8	1.4	2.0
X3	2.1	2.1	1.8	1.5	1.9

FUENTE: Economie Europeenne de Octubre del 1990.

X1 = Media ponderada de las ocho monedas del MCI.

X2 = Media ponderada de las monedas comunitarias que no pertenecen al MCI

X3 = Media no ponderada de las monedas que no pertenecen al MCI.

⁵² La variabilidad viene medida por la suma ponderada (ponderaciones de cada moneda en el ECU) de las desviaciones típicas, de las variaciones de los tipos de cambio mensuales bilaterales (en porcentaje) respecto del conjunto de las monedas de los 8 países europeos del SME, incorporados al MCI.

Cabe señalar que aunque sólo se exponen las pruebas empíricas de dos importantes estudios, la abundante literatura⁵³ dedicada a analizar las consecuencias del SME sobre la volatilidad de los tipos de cambio, pone de manifiesto que con independencia de la elección del método empleado, de los resultados obtenidos en la mayoría de los casos se deduce una importante conclusión:

"El SME ha contribuido de forma muy positiva a reducir la volatilidad de los tipos de cambio de sus respectivas monedas."

Frente a las continuas revisiones del pasado, los años transcurridos desde enero de 1987 a enero de 1990 constituyen el período más largo de la historia del SME donde no se ha efectuado ningún reajuste de las paridades centrales.

En el cuadro III.6 se indican los reajustes de las paridades, desde el comienzo del SME hasta Mayo de 1990.

Se observa que la frecuencia y amplitud de estos reajustes ha disminuido a lo largo del período de los últimos cinco años, tanto en términos de su magnitud nominal relativa como en el número de monedas afectadas, reflejando los períodos de crisis y tensiones dentro y fuera del Sistema⁵⁴.

⁵³ Véase nota a pie de página Nº 42

⁵⁴ Una descripción sistemática de las características y sucesos que llevaron a los reajustes en el SME hasta 1987 se puede encontrar en Tanzi, V., y Ter-Minassian, T., (1987)

CUADRO III.6

REAJUSTES EN EL SISTEMA MONETARIO EUROPEO: CAMBIOS PORCENTUALES EN LOS TIPOS CENTRALES BILATERALES ⁵⁵						
MONEDAS	1979 24-09	1979 30-11	1981 23-03	1981 5-10	1982 22-02	1982 14-06
Franco FB/L					-8.5	
Corona DKR	-2.9	-4.8			-3.0	
Marco DM	+2.0			+5.5		+4.25
Franco FF				-3.0		-5.75
Lira LIT			-6.0	-3.0		-2.75
Libra £						
Florín FL				+5.5		+4.25
MONEDAS	1983 21-03	1985 22-07	1986 07-04	1986 1-08	1987 12-01	1990 05-01
Franco FB/L	+1.5	+2.0	+1.0		+2.0	
Corona DRK	+2.5	+2.0	+1.0			
Marco DM	+5.5	+2.0	+3.0		+3.0	
Franco FF	-2.5	+2.0	-3.0			
Lira LIT	-2.5	-6.0		-8.0		-3.68
Libra £	-3.5	+2.0				
Florín FL	+3.5	+2.0	+3.0		+3.0	

FUENTES: Comisión de las Comunidades Europeas y Boletines del B. de España.

⁵⁵ Calculado como el cambio porcentual frente al grupo de monedas cuyas paridades bilaterales han permanecido invariables en el reajuste, excepto en los reajustes (21-3-83, 20-7-85), en los que se cambió las paridades de todas las monedas; en estos casos se dan los porcentajes como en el comunicado oficial.

De hecho, la naturaleza del reajuste de enero de 1990⁵⁶ fue de carácter técnico, no como consecuencia de presiones cambiarias. El comportamiento de los tipos de cambio en estos tres años resulta todavía más sorprendente si se tiene en cuenta que la estabilidad cambiaria se ha mantenido en un período no carente de perturbaciones de carácter internacional muy significativas, tales como el desplome de las bolsas de valores de octubre de 1987, las fluctuaciones del dólar y la caída de los precios del petróleo que han podido propiciar tensiones dentro del sistema. Sin embargo, a pesar de estas condiciones o factores externos negativos, en el ámbito interno del SME se han producido diversos acontecimientos de índole económica, tendentes a favorecer la estabilidad cambiaria entre las monedas integrantes.

Los siguientes hechos demuestran que estos **factores positivos** han prevalecido sobre los primeros.⁵⁷

a) Una mayor flexibilidad en cuanto al mantenimiento de los tipos de cambio dentro de las bandas, con la consiguiente ampliación del margen de maniobra para la puesta en práctica de las distintas políticas cambiarias y monetarias lo que ha aliviado las tensiones intrasistema durante el período comprendido entre 1987 y 1990, evitando nuevas revisiones de las paridades centrales.

En general, puede afirmarse que a partir de enero de 1987 los

⁵⁶ El 5 de enero de 1990, el gobierno italiano tomó la decisión de reducir la amplitud de la banda de fluctuación de la lira italiana en el SME a ± 2.25 por ciento. Para ello acordó un ajuste en la paridad central devaluándose la lira italiana un 3.68 por ciento respecto de todas las demás monedas comunitarias. Véase Boletín Económico del Banco de España. Enero de 1990

⁵⁷ Leyva, M.L., (1989).

tipos de cambio de las distintas divisas se mueven con mayor libertad que en el pasado dentro de las bandas. Es decir, desde el reajuste de 1987 las divisas europeas que siguen al marco en orden de importancia, el franco francés, la lira y el florín, han hecho una utilización mayor del margen de fluctuación permitido.

En principio, parece indudable a juicio de los analistas del SME que la mayor estabilidad de los tipos de cambio entre el marco alemán y el resto de las principales monedas, favorece el buen comportamiento del Sistema y reduce las posibilidades de efectuar nuevos reajustes de paridades.

b) La convergencia de los tipos de interés nominales.

En los cuadros III.7 y III.8⁵⁸, y gráficos 1 a 4 están representados los tipos de interés nominales de todos los países europeos pertenecientes al SME. Se puede observar que los diferenciales entre los tipos de interés de las distintas monedas europeas, y en particular de las monedas incorporadas al MTC, han seguido una senda convergente desde 1982 con una tendencia decreciente más acusada a partir de 1987.

Dicho comportamiento se aprecia tanto en los tipos de interés a corto como a largo plazo. A corto plazo el diferencial medio de todas las monedas respecto del marco se situó en 1.76 puntos porcentuales en 1990, frente a los más de 5 puntos de los años 1982 a 1984. En cuanto al largo plazo dicho diferencial se situó en 1.01 puntos porcentuales en 1991, frente a los casi 5 puntos del año 1983.

⁵⁸ Puesto que España no se integró en el Mecanismo de Tipo de Cambio (MTC) del SME hasta el 20 de Junio de 1989 y el Reino Unido hasta Octubre de 1990, estos dos países no son considerados como miembros del MTC para los cálculos efectuados.

Este acercamiento de los tipos de interés nominales ha favorecido un clima de mayor confianza y credibilidad en el sistema y una ampliación del grado de sustituibilidad existente ante las distintas monedas⁵⁹, contribuyendo en este sentido un hecho muy positivo que fue la incorporación al MTC de la libra esterlina en Octubre de 1990.

Por otra parte, en lo que respecta a la evolución de los tipos de interés nominales a corto plazo, a partir de 1988 se observa un cambio en la tendencia de años anteriores originado por la puesta en practica de políticas monetarias contractivas ante las tensiones inflacionistas surgidas en el Sistema en los tres últimos años.

c) Otro factor que ha contribuido a la estabilidad de los tipos de cambio, aunque en términos relativos en menor medida, ha sido, la tendencia decreciente observada entre los diferenciales de inflación de los países miembros en los últimos años. Este último hecho será analizado en el epígrafe III.2.3.

⁵⁹ Miller, M., y Weller, M., (1989), demuestran que la credibilidad sobre el mantenimiento de los tipos de cambio dentro de las bandas de fluctuación aumentan el grado de autonomía de la política monetaria, al tiempo que desincentivan la aparición de presiones generadoras de la necesidad de nuevos realineamientos.

CUADRO III.7

TIPOS DE INTERES NOMINALES A CORTO PLAZO ⁶⁰					
PAISES	78-81	1982	1983	1984	1985
BELGICA	12.0	14.1	10.5	11.5	9.5
LUXEMBURGO					
DINAMARCA	14.9	16.4	12.0	11.5	10.0
ALEMANIA	8.1	8.8	5.8	6.0	5.4
GRECIA	14.2	18.9	16.6	15.7	17.0
ESPAÑA	16.5	16.3	20.1	14.9	12.2
FRANCIA	11.2	14.6	12.5	11.7	9.9
IRLANDA	14.7	17.5	14.0	13.2	12.0
ITALIA	14.9	19.9	18.3	17.3	15.0
HOLANDA	9.7	8.2	5.7	6.1	6.3
PORTUGAL	16.0	16.8	20.9	22.5	21.0
R. UNIDO	13.6	12.2	10.1	10.0	12.2
MEDIA EUR 12	13.25	14.88	13.32	12.76	11.86
MEDIA MCI	12.21	14.21	11.26	11.04	9.73
DIFERENCIAL MCI/ALEMANIA	4.11	5.41	5.46	5.04	4.33
PAISES	1986	1987	1988	1989	1990
BELGICA	8.1	7.0	6.7	8.8	9.5
LUXEMBURGO					
DINAMARCA	9.1	9.9	8.3	9.4	10.8
ALEMANIA	4.6	4.0	4.3	7.1	8.3
GRECIA	19.8	14.9	15.9	18.7	17.9
ESPAÑA	11.7	15.8	11.2	15.0	15.1
FRANCIA	7.7	8.3	7.9	9.4	10.1
IRLANDA	12.4	11.0	8.1	9.8	11.2
ITALIA	12.8	11.4	11.3	12.7	12.0
HOLANDA	5.7	5.4	4.8	7.4	8.5
PORTUGAL	15.6	13.9	13.0	12.6	13.4
R. UNIDO	10.9	9.7	10.3	10.9	14.7
MEDIA EUR 12	10.76	10.12	9.29	11.07	11.95
MEDIA MCI	8.63	8.14	7.34	9.23	10.06
DIFERENCIAL MCI/ALEMANIA	4.03	4.14	3.04	2.13	1.76

FUENTE: Eurostat y elaboración propia.

60

Tipo interbancario a tres meses, excepto:

Bélgica: Rendimiento de las emisiones de certificados "Fondos de Rentas" a cuatro meses.

Dinamarca: Tipo diario del mercado monetario (media mensual).

Portugal: Depósitos a 6 meses.

R. Unido: A partir del 1986, "Bonos del Tesoro".

CUADRO III.8

TIPOS DE INTERES NOMINALES A LARGO PLAZO ⁶¹					
PAISES	78-82	1983	1984	1985	1986
BELGICA	12.2	11.8	12.0	10.6	7.9
LUXEMBURGO			8.6	7.3	6.4
DINAMARCA	19.2	14.4	14.0	11.6	10.5
ALEMANIA	8.5	7.9	7.8	6.9	5.9
GRECIA	14.7	18.2	18.5	15.8	15.8
ESPAÑA	13.7	16.9	16.5	13.4	11.4
FRANCIA	14.1	13.6	12.5	10.9	8.4
IRLANDA	16.1	13.9	14.6	12.7	11.1
ITALIA	18.5	18.0	15.0	14.3	11.7
HOLANDA	10.3	8.8	8.6	7.3	6.4
PORTUGAL				25.4	17.9
R.UNIDO	13.2	10.8	10.7	10.6	9.8
MEDIA EUR 12	14.04	13.43	12.62	12.23	10.27
MEDIA MCI	14.12	12.63	11.64	10.20	8.54
DIFERENCIAL MCI/ALEMANIA	5.62	4.73	3.84	3.30	2.64
PAISES	1987	1988	1989	1990	1991
BELGICA	7.8	7.9	8.7	10.1	9.3
LUXEMBURGO	6.4	6.3	7.2	9.0	8.9
DINAMARCA	11.9	10.6	10.2	11.0	10.1
ALEMANIA	5.8	6.1	7.0	8.9	8.6
GRECIA	17.2	16.6			
ESPAÑA	12.8	11.8	13.8	14.7	12.4
FRANCIA	9.4	9.0	8.8	9.9	9.0
IRLANDA	11.3	9.4	9.0	10.1	9.2
ITALIA	11.3	12.1	12.9	13.4	12.9
HOLANDA	6.4	6.3	7.2	9.0	8.9
PORTUGAL	15.4	14.2	14.9	16.8	17.1
R.UNIDO	9.5	9.3	9.6	11.2	9.9
MEDIA EUR 12	10.43	9.97	9.94	11.28	10.57
MEDIA MCI	8.79	8.46	8.88	10.18	9.61
DIFERENCIAL MCI/ALEMANIA	2.99	2.36	1.88	1.28	1.01

FUENTE: "Economie Europeenne. Raport économique annual", (1990-91) y elaboración propia.

⁶¹ Rendimiento de las obligaciones del sector público

GRAFICO 1

TIPOS DE INTERES NOMINALES A CORTO PLAZO

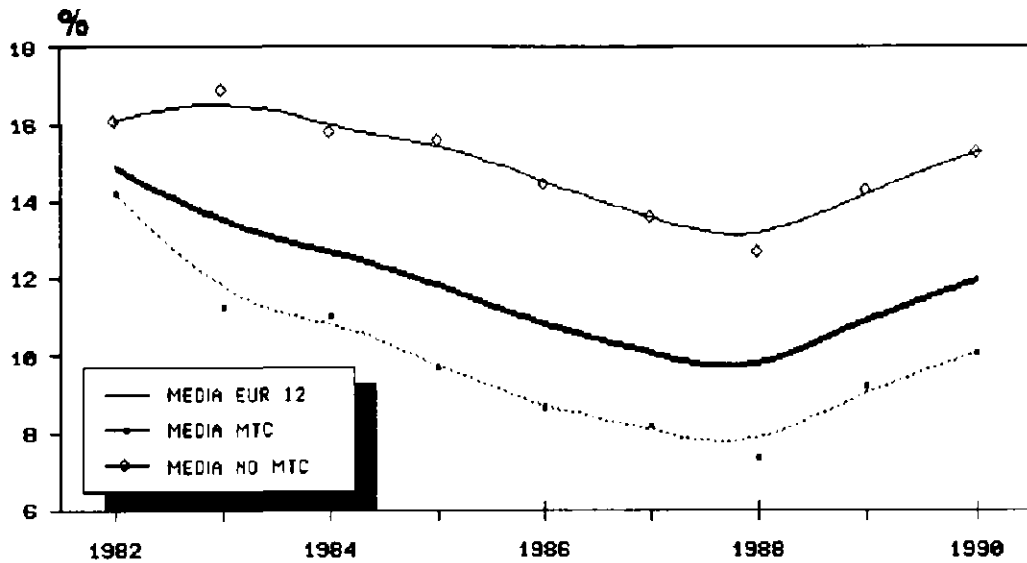


GRAFICO 2

TIPOS DE INTERES NOMINALES A CORTO PLAZO

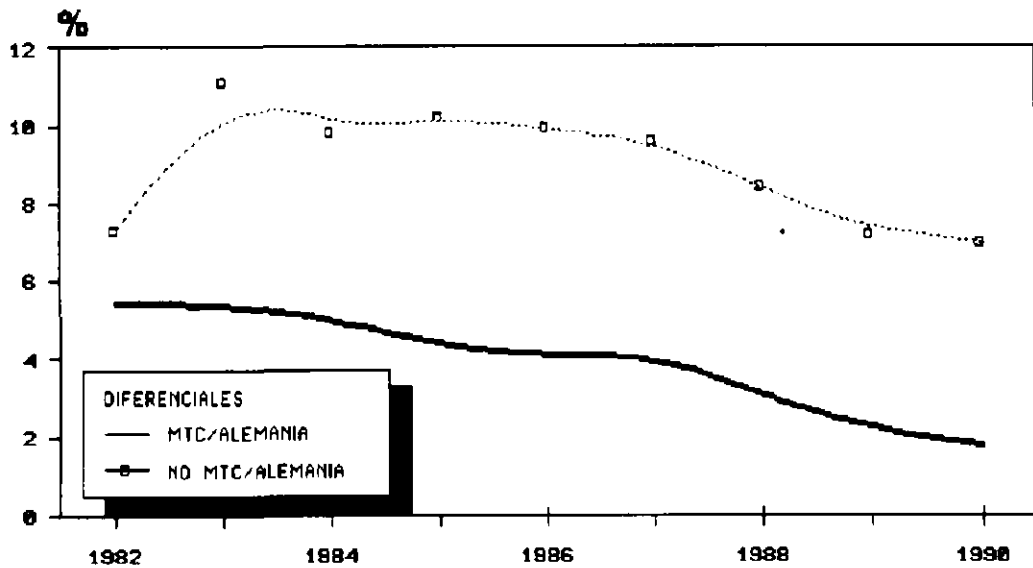


GRAFICO 3

TIPOS DE INTERES NOMINALES A LARGO PLAZO

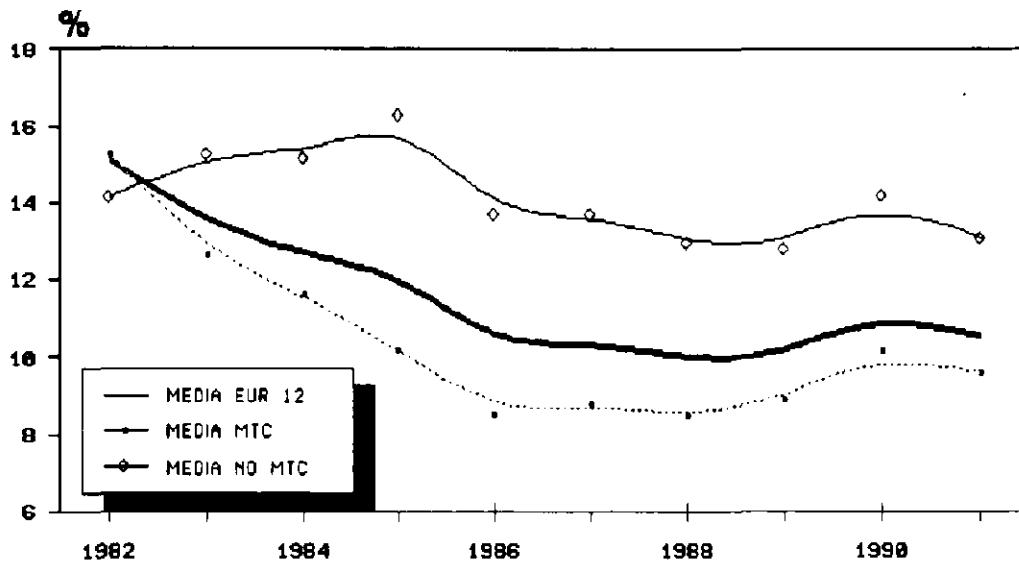
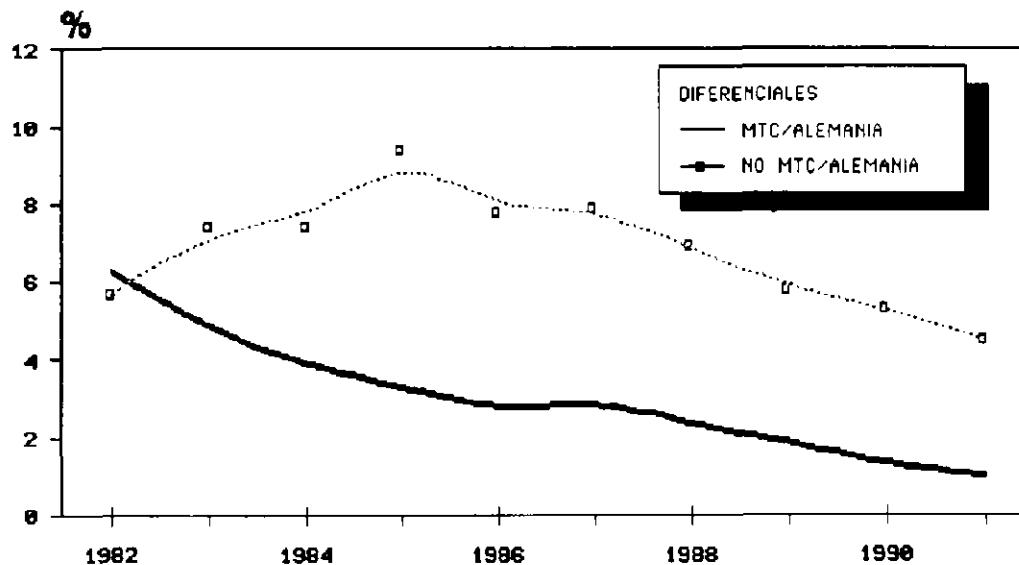


GRAFICO 4

TIPOS DE INTERES NOMINALES A LARGO PLAZO



III.2.2. ASIMETRIA

El modelo de comportamiento económico en el que se ha venido basando el SME desde su creación, puede ser conceptuado como un modelo **asimétrico y escasamente cooperativo**.

Los conceptos de simetría y cooperación han sido ya utilizados en los capítulos anteriores.

Recordemos: un **sistema simétrico** es aquél en el que todos los países tienen una posición similar, no habiendo ninguno que desempeñe una función de liderazgo, en el sentido de llevar a cabo políticas económicas que sean seguidas por el resto de los países.

Por otra parte, en un **sistema cooperativo** los países escogen conjunta y simultáneamente sus políticas económicas de forma que se maximice el bienestar conjunto de dichos países, teniendo en cuenta sus interdependencias.

Por consiguiente, al decir que el SME ha actuado de forma asimétrica y escasamente cooperativa, no se quiere decir que no haya existido colaboración en las intervenciones oficiales realizadas en el mercado de cambios, ni que los reajustes de paridades no se hayan sometido a las consideraciones de todos los países miembros. En relación con esto, y como se señalará en el apartado siguiente, cuando se creó el SME, la inflación constituía el principal problema económico europeo; todos los países, entonces integrantes, eran conscientes de que el éxito de la estabilidad cambiaria precisaba de una mayor convergencia de las políticas económicas y, en último

término, de las tasas de inflación de dichos países. Ante esta situación de partida, parecía claro que la convergencia de las tasas de inflación debía realizarse en torno a cifras progresivamente menores. No obstante, los problemas de la credibilidad antiinflacionista que venían padeciendo las políticas económicas, en particular de Francia e Italia, hacían difícil conseguir dicha convergencia. De esa manera la fuerza de los hechos dotó al sistema de una estructura acusadamente asimétrica, en la que Alemania, el país con mayor credibilidad anti-inflacionista, fijaba unilateralmente su política monetaria para conseguir el objetivo de inflación deseado, mientras los demás países importaban dicha política a través del mantenimiento de sus tipos de cambio respectivos frente al marco alemán dentro de las bandas establecidas. El SME atribuía, por tanto, a Alemania la función central de servir de referencia última para la consecución de la estabilidad de precios, o lo que es lo mismo, el papel de líder dentro del SME.

De hecho, algunos autores sugieren abandonar el término Sistema Monetario Europeo y pasar a usar el de "Zona-Marco", cuya utilización es frecuente entre los analistas y comentaristas de los mercados financieros. La expresión SME y su terminología conexas (la parrilla de paridades, bandas de fluctuación, el indicador de divergencia, el ECU, etc.) ponen énfasis en la existencia de unas normas acordadas a nivel comunitario y por tanto, en la existencia de un enfoque cooperativo al problema del establecimiento de la política monetaria en el seno de la Comunidad Europea. En cuanto se habla de "Zona-Marco", el panorama aparece desde la óptica de

término, de las tasas de inflación de dichos países. Ante esta situación de partida, parecía claro que la convergencia de las tasas de inflación debía realizarse en torno a cifras progresivamente menores. No obstante, los problemas de la credibilidad antiinflacionista que venían padeciendo las políticas económicas, en particular de Francia e Italia, hacían difícil conseguir dicha convergencia. De esa manera la fuerza de los hechos dotó al sistema de una estructura acusadamente asimétrica, en la que Alemania, el país con mayor credibilidad anti-inflacionista, fijaba unilateralmente su política monetaria para conseguir el objetivo de inflación deseado, mientras los demás países importaban dicha política a través del mantenimiento de sus tipos de cambio respectivos frente al marco alemán dentro de las bandas establecidas. El SME atribuía, por tanto, a Alemania la función central de servir de referencia última para la consecución de la estabilidad de precios, o lo que es lo mismo, el papel de líder dentro del SME.

De hecho, algunos autores sugieren abandonar el término Sistema Monetario Europeo y pasar a usar el de "Zona-Marco", cuya utilización es frecuente entre los analistas y comentaristas de los mercados financieros. La expresión SME y su terminología conexas (la parrilla de paridades, bandas de fluctuación, el indicador de divergencia, el ECU, etc.) ponen énfasis en la existencia de unas normas acordadas a nivel comunitario y por tanto, en la existencia de un enfoque cooperativo al problema del establecimiento de la política monetaria en el seno de la Comunidad Europea. En cuanto se habla de "Zona-Marco", el panorama aparece desde la óptica de

una moneda dominante, el marco alemán, y otras monedas europeas que, en mayor o menor grado, son sus satélites.

En la actualidad, existe una autoridad dominante, el Deutsche Bundesbank, que fija autónomamente su política monetaria, mientras que los restantes bancos centrales tratan de seguir unas políticas monetarias que permitan el mantenimiento de sus monedas dentro de las bandas de fluctuación con la moneda alemana.

En la realidad económica, el funcionamiento asimétrico se ha manifestado de forma patente en dos frentes:

- Objetivos monetarios y política de intervenciones.
- Comportamiento de los tipos de interés nominales interiores respecto de los exteriores.

III.2.2.1 OBJETIVOS MONETARIOS Y POLITICA DE INTERVENCIONES.

Es comúnmente aceptado, entre los analistas del SME, que Alemania ha sido el país que con mayor efectividad ha podido mantener su política de objetivos monetarios durante el período (1979-1990), a excepción de los años 1986, 1987.

En este sentido, no cabe duda que la situación superavitaria de la balanza de pagos alemana en estos dos años contribuyó al excesivo crecimiento monetario alemán, si bien éste parece haber sido, mas que nada, consecuencia de los esfuerzos realizados para impedir el hundimiento de la divisa norteamer-

ricana y por tanto la apreciación del marco frente al dólar⁶².

Por el contrario, los demás países miembros y en particular Francia e Italia, han tenido que subordinar en buena parte la evolución de sus variables monetarias, al mantenimiento de sus tipos de cambio, lo que ha supuesto, en reiteradas ocasiones, un grado de incumplimiento apreciable de sus objetivos monetarios.

El logro de los objetivos monetarios por parte de Alemania está estrechamente relacionado con la política de intervención llevada a cabo por los países miembros del MCI.

Política de intervenciones

El acuerdo constitutivo del SME de 13 de Marzo de 1979 contenía un conjunto de reglas explícitas relativas a las intervenciones en los mercados de divisas.

Las intervenciones son obligatorias y deben de ser realizadas en monedas europeas, de forma automática y sin límite de cantidad, cuando una moneda alcanza el margen inferior o superior frente a cualquier otra moneda del MTC. La divisa requerida para estas intervenciones marginales pueden ser obtenidas a través del Mecanismo de Financiación a muy corto plazo (FMCP), que son líneas de crédito abiertas por medio de las cuales cada banco central pone su propia moneda a disposición de los demás bancos. El saldo deudor resultante

⁶² Para un análisis detallado de esta situación, véase el informe de Gros, D., y Thygesen, N., (1988).

puede ser cancelado en monedas convertibles o en ECUs.

Por otra parte, en cuanto a las intervenciones intramarginales, su regulación se limita, prácticamente a la autorización para que se realicen, bien en monedas europeas, previo permiso del banco emisor de la moneda a utilizar, (en este caso el banco emisor estaba capacitado para retirar su permiso en aquellos casos en los que la intervención producía efectos no deseables sobre su moneda) ó bien en dólares USA, en cuyo caso, las intervenciones estaban sujetas a un requerimiento de concertación entre los países miembros. La razón principal de esta disposición fue evitar que las intervenciones pudieran debilitar la cohesión del SME ó acentuar la tendencia del dólar en los mercados de divisas.

En cualquier caso, se explicita que las intervenciones intramarginales no gozan del acceso automático a la FMCP. Hasta 1987, prácticamente no existía un mecanismo institucional para dichas intervenciones.⁶³ El impulso a la creación de un importante fondo de reservas en monedas europeas ha sido reiteradamente frenado por las autoridades alemanas que no lo consideran deseable por las presiones inflacionistas que pudiera originar en el seno de la CE. En realidad, el ECU ha sido considerado más como un instrumento de crédito que como moneda de reserva.

La negativa a conceder el acceso a la FMCP para las intervenciones intramarginales reflejaba el temor alemán de que en,

⁶³ Para un amplio tratamiento de las reformas institucionales habidas en el SME en Septiembre de 1987; Acuerdo de Nybord (Dinamarca), véase Briz de Cabra, R., y Carvajo Vasco, D., (1988) y Maycas Tarascon, J., (1987)

este caso, los países deudores o de monedas débiles utilizarán dicho mecanismo como un medio para aliviar sus problemas internos, a costa de aumentar la base monetaria de los países acreedores, cuyas consecuencias en términos de inflación podrían ser muy negativas para los mismos.

Estas disposiciones contenidas en el acuerdo constitutivo del SME relacionadas con las intervenciones, reflejaban, de un parte, las expectativas -procedentes de la experiencia de la serpiente monetaria europea- de que la mayor parte de las intervenciones tendrían lugar en los márgenes. Solo con el paso del tiempo, y de forma ocasional, se producirían intervenciones intramarginales. De otra parte, respondían al deseo manifiesto de una actuación "simétrica". De hecho, la simetría fue producto de la negociación, "condition sine qua non" para diferenciar el SME del mecanismo de la "serpiente". Para las intervenciones marginales, puesto que la obligación de intervenir corresponde a los bancos centrales de las dos monedas en oposición, existe al menos una implicación de simetría en el reparto de la carga de la intervención.

Sin embargo, los acontecimientos reales han sido muy distintos de los esperados. Prácticamente al día siguiente de la creación del SME tuvo lugar el segundo shock del petróleo, originando importantes desequilibrios en las balanzas de pagos de los países miembros y sobre todo un aumento considerable de las tasas de inflación con unos efectos adversos en las economías débiles. Este hecho fue decisivo para impulsar a los países a reforzar el consenso de llevar a cabo políticas de ajuste efectivas para los próximos años, considerándo-

se que la estabilidad de los tipos de cambio ejercería una importante función disciplinaria que daría como resultado (ex-post) la convergencia en las tasas de inflación.

En cierto sentido se alcanzó un acuerdo tácito cuyo objetivo prioritario fue la estabilidad cambiaria, supeditando los objetivos internos, bajo la "presunción" de que éstos podrían alcanzarse una vez conseguido el objetivo básico. Así quedaría reforzada la tesis clave de los teóricos de la CE: la necesidad de ligar la convergencia económica con una política monetaria estable.

Las manifestaciones y exigencias a favor de una actuación simétrica, cuestión esta que había sido de suma importancia en las negociaciones previas al establecimiento del Sistema, fueron sustituidas por la aceptación común del principio de convergencia hacia el mejor "actor" (The best performer): Alemania, país cuya política económica gozaba de reputación y credibilidad en su lucha activa contra la inflación.

Llegados a este punto, antes de proceder a examinar los datos y describir los hechos que han caracterizado la política de intervenciones llevada a cabo en el SME, conviene precisar los **efectos de las intervenciones cambiarias** (marginales e intramarginales) sobre la cantidad de dinero (Base monetaria) de los países implicados.

a) Intervenciones marginales.

Consideremos el supuesto de dos monedas, la lira italiana y el marco alemán, que se encuentren en oposición; es decir, la

lira italiana se encuentra en el límite inferior de la banda respecto al marco. Dadas las reglas de intervención del SME, los Bancos centrales emisores de ambas monedas se ven obligados a intervenir (al cincuenta por ciento) en los mercados de divisas para situar a la lira "moneda débil" dentro de la banda. El Bundesbank habrá de comprar la moneda débil a cambio de la suya en su propio mercado. Las liras compradas le serán remitidas al banco central de Italia para que éste le devuelva el importe equivalente en marcos.

Por su parte, el banco emisor de la moneda débil tendrá que vender marcos a cambio de la suya en su propio mercado y puesto que las intervenciones marginales gozan de acceso automático a los mecanismos de financiación a muy corto plazo, los marcos alemanes necesarios para llevar a efecto la intervención le serán proporcionados por el Bundesbank a través del Fondo Europeo de Cooperación Monetaria, produciéndose un aumento de sus pasivos monetarios y consolidándose su posición acreedora frente al banco central italiano.⁶⁴

En una situación como la descrita, las intervenciones marginales afectarán, de forma simétrica, a la base monetaria de los dos países involucrados.⁶⁵

En el caso del banco central emisor de la moneda fuerte, se produciría un aumento de la base monetaria por el importe equivalente de sus compras de la moneda débil a cambio de la suya en su mercado (siempre que éste las remita al banco central italiano para que le entregue su equivalente en

⁶⁴ Para un tratamiento más amplio de los efectos de las intervenciones cambiarias sobre la Base monetaria de los respectivos países, véase Giavazzi, F., y Giovannini, A., (1989)

⁶⁵ En el supuesto de que no se realicen operaciones de esterilización de las intervenciones.

marcos alemanes), más el volumen de marcos alemanes proporcionados (a través del FECOM) al banco emisor de la moneda débil, para que las vendiera en su mercado. Por su parte, en el caso del banco central emisor de la moneda débil se produciría una disminución de su base monetaria, lógicamente por el mismo importe.

En el supuesto de que la financiación consistiera en que el Bundesbank le proporcione su moneda al banco emisor italiano para que la venda en su mercado y ambos bancos acordasen que el importe de las compras de liras italianas adquiridas en el mercado alemán no sean remitidas al Banco central italiano, los efectos monetarios en uno y otro país serían de desigual magnitud (asimétricos). En efecto, en tal caso, se produciría un aumento de la base monetaria del país de la moneda fuerte por un importe equivalente a la suma de ambas intervenciones, pero la reducción de la base monetaria en el país de la moneda débil sería exclusivamente por el montante equivalente a las intervenciones realizadas por su banco central; es decir, la deuda contraída afectaría únicamente al montante en marcos alemanes que proporcionó el Bundesbank al banco italiano para que procediera a venderlos en su mercado. Por otra parte, también podría darse la situación siguiente: si el banco central de Italia vendiera marcos en su mercado con cargo a sus reservas, no se produciría financiación alguna de la intervención y no existiría ninguna deuda contraída; por tanto, los efectos de las intervenciones sobre las respectivas bases monetarias serían nulos para el banco central italiano y expansivo para el Bundesbank.

En síntesis, dadas las reglas explícitas para las **intervenciones marginales**, si ante la fortaleza real del marco alemán en el SME, éstas se hubiesen llevado realmente a la práctica, los efectos de dichas intervenciones sobre la base monetaria serían **simétricos**, a menos que se llegue a un acuerdo o compromiso, de la naturaleza expuesta anteriormente, entre los bancos centrales implicados, en cuyo caso, serían asimétricos y dichos efectos podrían ser negativos para el cumplimiento de los objetivos monetarios (restrictivos) del Bundesbank.

b) Intervenciones intramarginales.

La situación es muy diferente en el caso de las intervenciones intramarginales, ya que éstas solo son realizadas de forma unilateral. La diferencia fundamental radica en la imposibilidad -al menos hasta Octubre de 1987- de acceder para su financiación a los mecanismos de muy corto plazo. Siguiendo con el ejemplo anterior, si el banco central italiano decide intervenir dentro de los márgenes de fluctuación para contener la depreciación de su moneda respecto del marco alemán, bien sea para evitar los efectos negativos en su comercio exterior y/o por acuerdo tácito de mantener estable la cotización del marco, podía obtenerse la financiación para tales intervenciones de varias formas:

- Utilizando sus propias reservas de divisas. (DM)
- A través de los depósitos mantenidos en los euromercados.

- Mediante préstamos en marcos alemanes, concedidos por otros bancos centrales distintos al banco emisor de la moneda fuerte.
- Indirectamente, utilizando como moneda de intervención el dólar americano.

En cualquiera de estas formas, se produciría un efecto contractivo sobre la base monetaria en Italia, pero sin ningún efecto sobre la base monetaria alemana, ya que el Bundesbank no aprecia cambios en sus pasivos monetarios.

Por tanto, los efectos monetarios de las **intervenciones intramarginales** son acusadamente **asimétricos**, recayendo el peso del ajuste solo sobre el país que interviene.

En la práctica del funcionamiento del SME, éste último tipo de intervenciones ha sido la más frecuente, realizándose la mayor parte de las operaciones con los saldos (en DM) mantenidos en los euromercados.

Los cuadros III.9 y III.10 muestran los datos relativos tanto al volumen como al tipo de intervenciones llevadas a cabo por los países miembros del SME, desde su creación hasta 1987.

CUADRO III.9

INTERVENCIONES DE LOS BANCOS CENTRALES DEL SME							
PERIODO		1979-82		1983-85		1986-87 ⁶⁶	
		CT	%T	CT	%T	CT	%T
US DOLARES	C	31.4	17.2	22.2	15.1	30.8	20.9
	V	99.3	54.3	56.8	38.6	8.0	5.4
% ACUMULADO/TOTAL		71.5		53.7		26.3	
MONEDAS DEL SME ⁶⁷							
EN EL MARGEN	C	10.2	5.6	7.0	4.7	12.4	8.4
	V	10.2	5.6	8.4	5.7	10.0	6.7
% ACUMULADO/TOTAL		11.2		10.5		15.1	
INTRAMARGINALES	C	10.6	5.8	28.9	19.7	32.8	22.2
	V	18.6	10.2	19.6	13.3	50.6	34.3
% ACUMULADO/TOTAL		16.0		33.0		56.5	
OTRAS ⁶⁸	C	8.1	0.1	3.2	2.2	1.3	0.9
	V	2.2	1.2	0.9	0.6	1.7	1.1
% ACUMULADO/TOTAL		1.3		2.8		2.0	
TOTAL: BRUTO NETO ⁶⁹		182.7	100.0	147.0	100.0	147.6	100.0
		-78.0	-42.7	-24.4	-16.6	7.0	4.7
RECURSO F.M.C.P		17.1	9.4	7.2	4.9	17.9	12.1
RECURSO AL MECANISMO MOVILIZACION DE ECUs		6.4	3.5	1.3	0.9	0.9	0.5

FUENTE: Mastropascua, C., Micossi, S., y Rinaldi, R., (1988)

CT = Cantidad total en billones de dólares USA
 %T = Porcentaje de compras o ventas sobre el total
 C = Compras
 V = Ventas

⁶⁶ Primer semestre de 1987

⁶⁷ Monedas de los países miembros del mecanismo de tipo de cambio.

⁶⁸ Los datos incluyen las intervenciones en el mercado privado de ECUs, desde 1985.

⁶⁹ Un signo menos, indica ventas netas.

CUADRO III.10

INTERVENCIONES DE LOS BANCOS CENTRALES DEL SME ⁷⁰ %		
	ENERO 1983 MARZO 1985	ABRIL 1985 ABRIL 1986
INTERVENCIONES MARGINALES (En monedas del SME)		
ALEMANIA	(-) 0.093	(-) 0.031
HOLANDA	(-) 0.039	(-) 0.108
FRANCIA	0.313	0.861
ITALIA	0.0	0.0
BELGICA	(-) 0.554	0.0
INTERVENCIONES INTRA-MARGINALES (En monedas del SME)		
ALEMANIA	0.0	0.0
HOLANDA	0.006	0.051
FRANCIA	0.637	(-) 0.647
ITALIA	0.073	(-) 0.079
BELGICA	0.283	(-) 0.224
INTERVENCIONES EN DOLARES		
ALEMANIA	(-) 0.645	(-) 0.076
HOLANDA	(-) 0.009	0.192
FRANCIA	(-) 0.303	0.142
ITALIA	0.012	(-) 0.592
BELGICA	(-) 0.030	(-) 0.097

FUENTE: Giavazzi, F., y Giovannini, A., (1989)

⁷⁰ Para construir este cuadro, se han utilizado las cantidades acumuladas de intervenciones, expresadas en dólares USA. Los signos negativos, indican ventas de divisas por el Banco Central del país en cuestión. Cada cifra representa el porcentaje de intervención realizada por el Banco Central de cada país, sobre el volumen total de las mismas en cada uno de los períodos indicados.

De la observación de los datos aportados en el cuadro III.9 cabe deducir para cada subperíodo considerado los siguientes hechos:

i. Las intervenciones en los mercados de cambios fueron importantes en los primeros años, 1979-1982, con un exceso de ventas de reservas exteriores sobre las compras. La mayor parte de las intervenciones fueron realizadas en dólares, un 71,5% sobre el total de operaciones. Esta importante venta de dólares fue realizada para:

- Contener la fuerte presión al alza del dólar en los mercados de divisas.

- Apoyar la relativa debilidad del marco alemán frente al dólar. Debilidad que se hubiese manifestado en una apreciación de las divisas europeas respecto al marco alemán, y en importantes desequilibrios en las balanzas comerciales europeas con efectos inflacionistas para Alemania, efectos que, según el compromiso tácito acordado por los países del SME a raíz del segundo shock del petróleo, se deseaba evitar.

Sólo un 11.2% de las operaciones se realizaron en los márgenes y el 17.3% restante tomó la forma de operaciones intramarginales en monedas comunitarias (DM). Estas últimas junto con las intervenciones en dólares supone el 88,8% del total de intervenciones realizadas en el citado período.

ii. El período 1983-1985 se puede considerar como un período, relativamente libre de tensiones debido al progreso hecho por la mayoría de los países para reducir las tasas de inflación y sus deficit externos, y al realineamiento de marzo de 1983,

que restauró la posición competitiva de los países miembros. Sin embargo, el dólar continuó apreciándose hasta principios de 1986; por ello, más del 50% de las intervenciones siguieron realizándose en dólares, si bien en menor proporción que en el período anterior.

Las operaciones en monedas europeas, (sobre todo en marcos alemanes), aumentaron de un 28.5% a un 46.3% sobre el total de operaciones, pero sólo un 10.5% correspondieron a intervenciones marginales, duplicándose el volumen de operaciones intramarginales respecto al período anterior. No obstante el Bundesbank apenas practicó intervención alguna en este período.

iii. Durante el período 1986 y primera mitad de 1987, la cotización del dólar experimentó una fuerte caída, hasta tal punto que los bancos centrales europeos se vieron obligados no sólo a intervenir en los mercados de divisas, (comprando dólares), sino también a realizar políticas de ajuste en sus respectivos tipos de interés.

En Europa, los diferenciales de inflación habían caído a sus niveles más bajos, desde principios de los años setenta; sin embargo, la fortaleza del marco alemán, debida en gran medida a la debilidad del dólar (se invierte la tendencia del período anterior) se hacía cada vez más patente, debilitándose, en consecuencia, la posición externa de los demás países del MCI.

Esta debilidad se manifestaba en desequilibrios de las respectivas balanzas de pagos, contrastando la posición superavitaria alemana con los amplios deficit comerciales de los demás países. Además, el bajo crecimiento de la demanda

alemana y las divergencias en las políticas fiscales, hizo dudar a las autoridades económicas de si continuar asignando mayor prioridad a la estabilidad de los tipos de cambio dentro del SME que a sus propios objetivos internos. Por otra parte, la gradual eliminación de los controles de capital, prevista en el acuerdo constitutivo del SME, hizo aumentar la escala de las intervenciones para prevenir la estabilidad de los tipos de cambio y pudo agravar aún más el conflicto entre objetivos nacionales y la cohesión del SME.

Esta nueva situación puede ser apreciada en la evolución de las intervenciones realizadas: importantes compras netas en dólares y ventas netas en monedas comunitarias, en especial marcos alemanes.

Las intervenciones en dólares se redujeron respecto del anterior período, representando el 26.3% frente al total.

Las operaciones en monedas comunitarias aumentaron sensiblemente, llegando a constituir más del 73%, si bien, la mayor parte de éstas, el 56.5%, se efectuaron dentro de la banda de fluctuación y solo un 15% en los márgenes. Mientras que todos los países compartieron sus compras y ventas de dólares y marcos respectivamente, el Bundesbank, en esta ocasión tampoco intervino dentro de los márgenes, pero se vio implicado en las intervenciones marginales en los meses anteriores al realineamiento de 1987. Este reajuste fue solicitado por el conjunto de países ante las dificultades de seguir sosteniendo la fortaleza del marco alemán, revaluándose éste un 3%, frente a la mayoría de las monedas del MCI.

En esta ocasión la defensa rígida de la estabilidad de los tipos de cambio, las dificultades de los bancos centrales para obtener la moneda alemana con la que hacer frente a las intervenciones, así como la insuficiente coordinación de las políticas económicas, provocaron serias tensiones en los mecanismos del sistema, y llevaron a las autoridades económicas a modificar las reglas de funcionamiento del sistema. La posibilidad de obtener monedas de intervención ya se había incrementado en 1985 al introducirse un mecanismo de movilización de ECUs que, sujeto a un requerimiento de "necesidad", permitía a los bancos centrales obtener dólares o monedas comunitarias por un porcentaje (aproximadamente del 60 por ciento) de sus posiciones oficiales en ECUs, por un período de tiempo limitado pero sin restricciones sobre el tipo de intervención. Sin embargo, en Septiembre de 1987 el Comité de Gobernadores de los Bancos Centrales aprobó cambios importantes en los mecanismos del sistema. Así, aunque el acceso automático a los FMCP no fue autorizado para todas las intervenciones intramarginales, se estableció la "presunción" de que tal financiación podía ser concedida por un límite máximo y bajo determinadas condiciones que habían de ser aprobadas por el banco central emisor de la moneda de intervención solicitada.

De este modo, los mecanismos del sistema fueron adaptados para satisfacer las mayores necesidades de monedas comunitarias, liberando en cierta medida las presiones acumuladas a lo largo de este período, y facilitando la mayor integración entre los mercados de capitales prevista en el acuerdo constitutivo del SME. Se reiteró la absoluta necesidad de una mayor coordinación de las políticas económicas entre los

países miembros, como fundamento esencial para la cohesión y estabilidad del sistema.

En cuanto a los datos aportados por Giavazzi y Giovannini (1989), y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, del seguimiento de la política de intervenciones llevada a cabo desde la creación del SME hasta principios del año 1986, se aprecia, con bastante nitidez, un modelo de comportamiento del SME:

Las intervenciones en los mercados de divisas ponen de manifiesto que éstas tienen naturaleza asimétrica, en el sentido de que contrariamente a lo que sucede con las intervenciones de los demás países, las alemanas tenían como meta exclusiva suavizar la evolución de la cotización del dólar. Sus intervenciones en apoyo de las monedas comunitarias fueron muy escasas: un 9.3% sobre el total de operaciones en los márgenes y ninguna operación intramarginal.

Los demás países, en particular Francia, Bélgica e Italia, se vieron "forzados" a realizar importantes intervenciones intramarginales, (compra de marcos alemanes) además de sus operaciones en dólares, (venta de dólares), para evitar la apreciación de sus monedas y apoyar la moneda alemana.

Todos estos hechos ilustran el papel especial que juega el Bundesbank en la determinación de los tipos de cambio de las monedas del MCI frente al dólar, y la relevancia del marco alemán como moneda pivot dentro del SME.

III.2.2.2 TIPOS DE INTERES NOMINALES, INTERIORES Y EXTERIORES.

Otra manifestación de la asimetría prevalente en el SME viene dada por la evolución del diferencial de intereses nominales nacionales y extranjeros.

Un trabajo relevante, centrado en el análisis de los tipos de interés (nacionales y de euromercado) en los países del Sistema, es el de Giavazzi, F., y Giovanni, A., (1988 y 1989). Estos autores demuestran que:

En el caso de esterilización de los movimientos de capital, la naturaleza de las reglas de intervención no es un criterio válido o adecuado para determinar si un sistema cambiario es simétrico o no. La evaluación del problema de la simetría se deriva del análisis de la evolución de los tipos de interés.

Para efectuar este análisis y demostrar su tesis, parten de un modelo de equilibrio parcial del mercado monetario internacional con dos países (nacional y extranjero), bajo las hipótesis de: perfecta movilidad de capital, ausencia de controles de capital y tipos de cambio fijos. Las ecuaciones de comportamiento del modelo descrito son las siguientes:

- la demanda de dinero en el país nacional y extranjero (cuyas variables se indican con asterisco) son funciones de la velocidad de circulación "v" y del tipo de interés nominal "i".

$$M = - v - ai \quad ; \quad M^* = - v^* - ai^* \quad (1)$$

- La oferta monetaria (base monetaria) es exógena, viene dada por la suma de dos componentes, el crédito interno "D" y las reservas en divisas "R".

$$M = D + R \quad ; \quad M^* = D^* + R^* \quad (2)$$

- Se supone que el crédito interno viene dada por la suma de un componente exógeno " \bar{D} " y un componente proporcional a las reservas en divisas.

$$D = \bar{D} - b R \quad ; \quad D^* = \bar{D}^* - b^* R^* \quad (3)$$

b = Coeficiente de esterilización;

- Bajo perfecta movilidad de capital y en ausencia de controles de capital se verifica la Tª de la paridad de intereses.

$$i = i^* + x \quad (4)$$

Siendo "x" una perturbación exógena que puede representar cambios en las preferencias de los agentes económicos entre títulos nacionales y extranjeros, expectativas de modificaciones en los tipos de cambio, prima de riesgo, etc.

Al igual que en todos los modelos de tipos de cambio fijos, surge el problema de los N-1 países: hay ocho variables endógenas pero sólo siete ecuaciones. Se necesita una ecuación para especificar las reglas de intervención en el mercado de divisas. La ecuación especificada por estos autores es:

$$R = g (R - R^*); \quad 0 \leq g \leq 1 \quad (5)$$

Siendo g el coeficiente de intervención.

- Cuando $g=0$ (intervención nula del país nacional) $R=0$ y $R^* = -\infty$ es decir, todo el ajuste, en forma de pérdida de reservas exteriores recae sobre el país extranjero, siendo el país nacional el que juega el papel de pivote.
- Cuando $g=1$ (intervención nula del país extranjero) $R^*=0$ y $R = -\infty$, con lo que solamente las autoridades nacionales realizan el ajuste. El país extranjero desempeña el papel de pivote.
- Si la intervención es simétrica, $g=\frac{1}{2}$, $R=-R^*$, el peso del ajuste recae de la misma forma en los dos países.

De la resolución del sistema de ecuaciones (1 a 5), se obtienen las siguientes funciones:

$$M = (1 - \Phi)\bar{D} + \Phi D^* - \Phi [(v - v^* + dx)] \quad (6-1)$$

$$M^* = (1 - \Phi)\bar{D} + \Phi\bar{D}^* + (1 - \Phi) [(v - v^*) + dx] \quad (6-2)$$

$$i = -d^{-1} [(1 - \Phi)(\bar{D} + v) + \Phi(\bar{D}^* + v^*)] + \Phi x \quad (6-3)$$

$$i^* = -d^{-1} [(1 - \Phi)(\bar{D} + v) + \Phi(\bar{D}^* + v^*)] - (1 - \Phi)x \quad (6-4)$$

$$\text{donde } \Phi = \frac{g(1 - b)}{g(1 - b) + (1 - g)(1 - b^*)} \quad (7)$$

siendo Φ el coeficiente de compensación del crédito interno, que viene determinado por los coeficientes de esterilización de ambos países, así como por el coeficiente de intervención.

Las ecuaciones (6) y (7) muestran que los efectos de las reglas de intervención en los mercados de divisas sobre la oferta monetaria de los países pueden ser eliminados mediante las políticas de esterilización; es decir:

- Para cualquier regla de intervención, o lo que es lo mismo, para cualquier valor de g , si las autoridades nacionales esterilizan todos los movimientos de reservas, o sea si $b=1$, se tendrá que:

$$\begin{aligned} \Phi = 0 &\Rightarrow M = \bar{D} \\ M^* &= \bar{D} + (v - v^*) + dx \end{aligned}$$

En este caso, la cantidad de dinero del país extranjero M^* depende de factores monetarios del otro país. Por el contrario, la oferta monetaria del país nacional depende sólo de las condiciones de su propio mercado. Por tanto, el banco central extranjero pierde totalmente el control de sus reservas monetarias y se ve obligado a adaptar su política

monetaria a la política monetaria del otro país.⁷¹

- De la misma forma, para cualquier regla de intervención (para cualquier valor de g) si las autoridades extranjeras esterilizan totalmente sus reservas:

$$\Phi = 1 \quad \Rightarrow \quad M^* = \bar{D}^*$$
$$M = \bar{D}^* + (v^* - v) - dx$$

En este caso, nos encontramos en la situación opuesta, es decir, el banco nacional pierde totalmente el control de sus reservas monetarias.

De otra parte, los efectos de la esterilización sobre los tipos de interés, según las ecuaciones (6-3) y (6-4), vienen determinados por dos componentes:

- Un componente común que refleja la influencia de los elementos de las demandas de dinero y de las perturbaciones de la oferta en cada uno de los países:

$$- d^{-1} [(1 - \Phi) (\bar{D} + v) + \Phi (\bar{D}^* + v^*)]$$

- Un segundo componente **asimétrico** que refleja las perturbaciones en el mercado internacional de títulos: Φx

⁷¹ En un estudio empírico realizado por Mastropasqua, C., Micossi, S., y Rinaldi, R., (1988) muestran que la capacidad y voluntad de esterilización por las autoridades alemanas de las intervenciones oficiales en los mercados de cambios ha sido notable. De hecho, en el período 1979-1987, en cada trimestre se ha esterilizado entre un 60 y un 80% de las intervenciones mencionadas. En un estudio anterior Obstfeld, M., (1983) obtuvo la misma conclusión; el coeficiente de esterilización alemán fue de 0.8. ($b=0.8$)

Si por ejemplo, el país nacional juega el papel de pivote del sistema, $\Phi=0$, ya sea debido a las reglas de intervención ($g=0$) ó como consecuencia de las prácticas de esterilización ($b=1$), el tipo de interés nacional i viene determinado por $-d^{-1}[\bar{D} + v]$, lo cual indica que dicho tipo refleja únicamente las perturbaciones de la demanda y de la oferta en el país nacional. El componente asociado al mercado internacional no tiene ninguna incidencia en el tipo de interés nacional y solo repercute en los tipos de interés del país extranjero. La situación contraria se daría si el país extranjero fuese el que desempeña el papel de pivote o líder.

En consecuencia, Giavazzi y Giovannini, en su análisis teórico, demuestran que los tipos de interés de los países pivotes están afectados exclusivamente por las condiciones que prevalecen en su propio mercado monetario, mientras que las perturbaciones del mercado internacional (expectativas, prima de riesgo, etc...) quedan reflejadas en el país extranjero.

Además, estos autores complementan su aportación teórica con un análisis empírico de las variaciones de los tipos de interés en los períodos anteriores a los realineamientos en el seno del SME, cuyo objetivo es verificar si, efectivamente, Alemania es el país pivote del sistema.

Estos períodos se caracterizan por amplias variaciones en los tipos de interés originadas por las expectativas de reajustes en los tipos de cambio intra-europeos que, en la mayor parte de los casos vienen a su vez suscitados por una crisis del dólar. Como se ha señalado en el apartado anterior, la

observación empírica confirma que estas crisis tienden a aumentar la demanda de marcos alemanes respecto a las demás monedas europeas, dando lugar a perturbaciones exógenas en los mercados de divisas europeas.

En los gráficos 5 y 6 se ilustran las variaciones de los tipos de interés a corto plazo (3 meses) del marco, la lira y el franco en el euromercado (off-shore) y en los mercados nacionales (on-shore) para el período 1978, 1987, así como para el período previo al reajuste de paridades de Abril de 1986, respectivamente.

GRAFICO 5

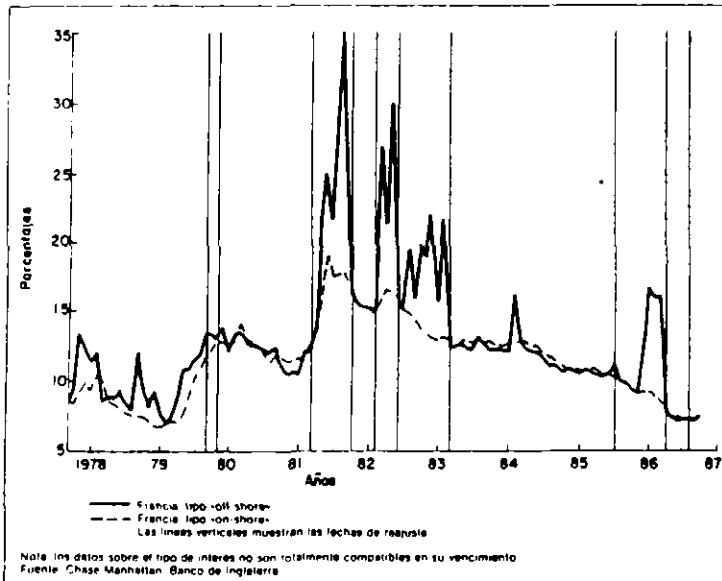
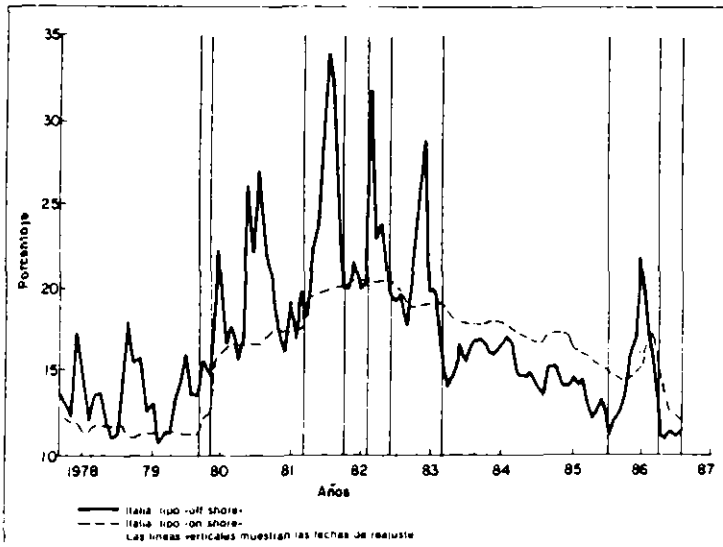
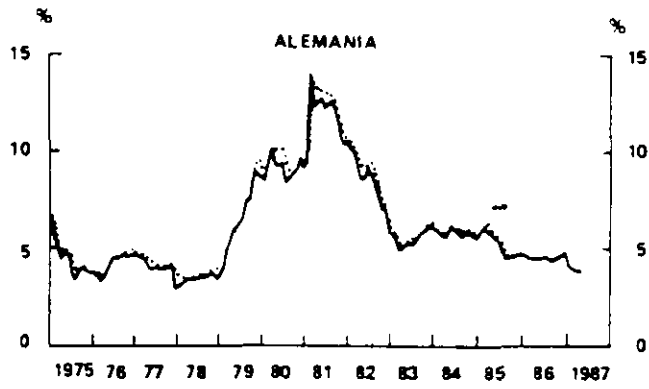
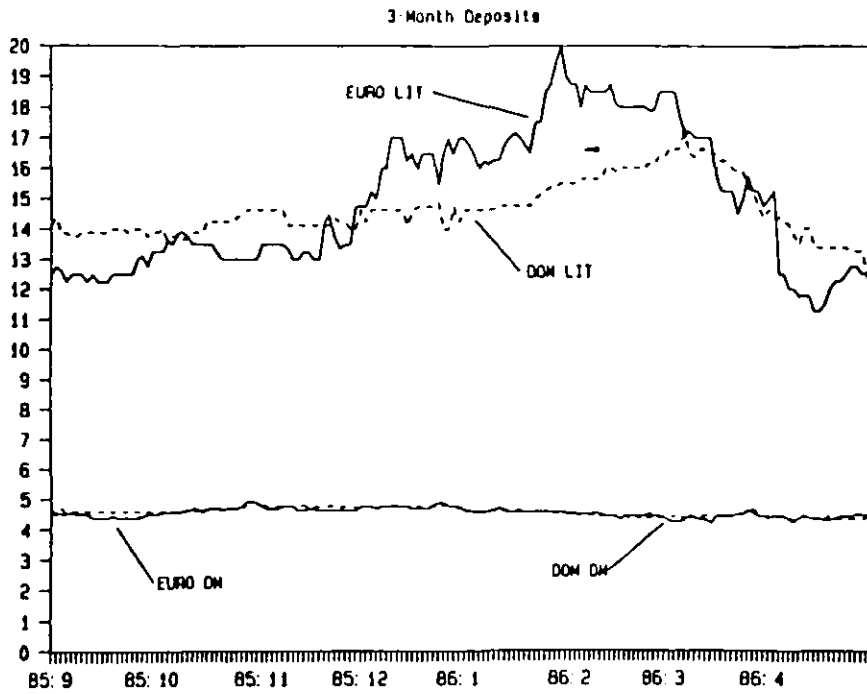
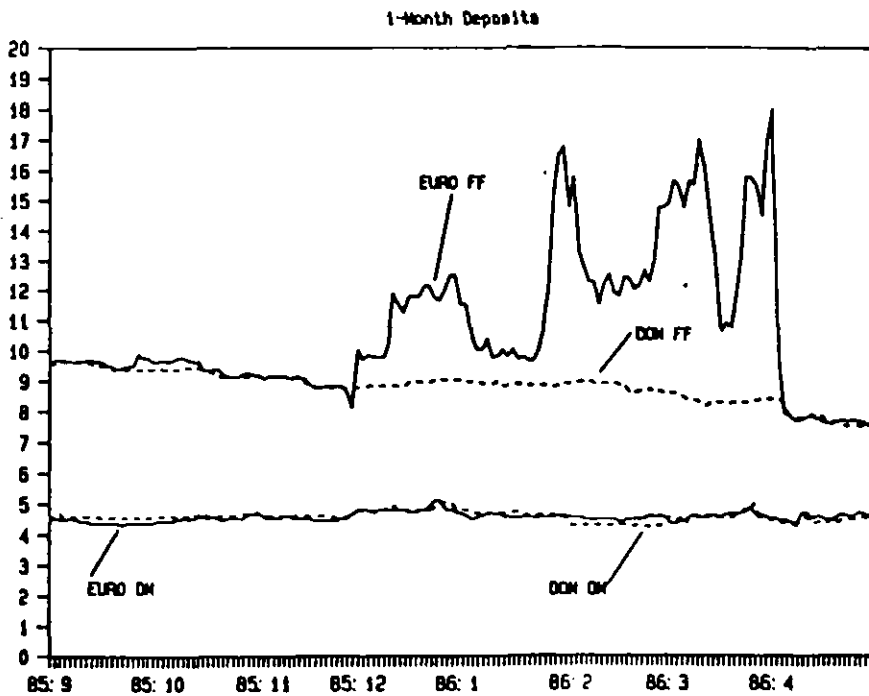


GRAFICO 6

Onshore and Offshore Interest Rates: lira and DM



Onshore and Offshore Interest Rates: franc and DM



Generalmente, en los períodos (meses) anteriores a la fecha de los realineamientos los tipos de interés del euro-franco y euro-lira aumentan de forma importante, mientras que, por el contrario, el euro-marco apenas experimenta cambios significativos.

En cuanto a los tipos de interés nacionales, la escasa variabilidad del tipo de interés francés es debida, en gran medida, a la existencia de controles de capital impuestos por las autoridades económicas.⁷²

En Italia, país en el que las restricciones de capital fueron suprimidas en el año 1985, las expectativas de reajustes provocan variaciones tanto en los tipos de interés exteriores como en los nacionales.

En consecuencia, de la interpretación de los datos aportados así como de los resultados del modelo teórico anteriormente expuesto, se deduce la siguiente **CONCLUSION:**

"El SME es un régimen de tipos de cambios que ha funcionado de forma **asimétrica**. Alemania es el país pivote del Sistema; una combinación de políticas de intervención en los mercados de cambio y de esterilización nacional de los movimientos de capitales, le han permitido liberarse del peso de los ajustes ante los desequilibrios o perturbaciones tanto de naturaleza interna como externa, manteniendo a lo largo de los años la capacidad de realizar una política monetaria autónoma,

⁷² Los estudios de Rogoff, K., (1985), Wyplosz, C., (1988) y Driffill, J., (1988) estudian la existencia y efectos económicos de los controles de cambios empleados por Francia e Italia en el SME.

dirigida hacia un objetivo claro: la lucha contra la inflación.

Por el contrario, los demás países han cedido parte de su autonomía monetaria con el fin de estabilizar los tipos de cambios de su moneda frente al marco alemán."

Este modelo de comportamiento asimétrico (líder-seguidores) ha permitido al SME, al menos desde su creación en 1979 hasta 1990, alcanzar dos de sus objetivos básicos: la estabilidad cambiaria y una convergencia de las tasas de inflación europea; cuestión esta última que se expone a continuación.

III.2.3. DISCIPLINA CONTRA LA INFLACION.

En el terreno del comportamiento de los precios, las valoraciones presentan problemas técnicos de suficiente envergadura como para no poder obtener resultados concluyentes. Las medidas basadas en el criterio positivo consistente en comparar lo sucedido antes y después de la creación del SME, pueden ser inadecuadas, entre otras razones porque los shock externos han sido muy diferentes en un momento y otro. Por si fuera poco, además, la interpretación del modelo apenas aporta evidencia alguna sobre la naturaleza anti-inflacionista del SME. Así, por ejemplo, en el período anterior al Sistema, los diferenciales de inflación tendían a estrecharse entre los futuros países del mecanismo de tipos de cambio, una vez que los efectos de la primera serie de aumentos del

petróleo se habían hecho sentir en el interior de sus economías. Las presiones inflacionistas se intensificaron en la segunda serie de alzas del precio del petróleo, que tuvo lugar, aproximadamente, al mismo tiempo que se estableció el SME, y los diferenciales de inflación se ampliaron a esa época dentro del Sistema⁷³.

Por otro lado, las medidas basadas en el criterio conjetural presentan serias dificultades técnicas y en particular de carácter institucional y estructural. Para poner en práctica este criterio haría falta comparar la experiencia actual de los países miembros con la experiencia contractual, es decir, aquella que podría haberse producido si los países no hubiesen sido miembros del SME. Sin embargo, esta comparación difícilmente puede llevarse a cabo porque para la mayoría de los países, la incorporación al Sistema ha supuesto notables cambios estructurales e institucionales en sus economías, que ha modificado completamente el marco en el que éstas operan. Esto concede escasa validez a los resultados que se pudieran obtener mediante este criterio.

Reseñadas algunas de las dificultades teóricas para evaluar el carácter anti-inflacionista del SME, a continuación, se describen algunos argumentos teóricos y empíricos relacionados con la cuestión que nos ocupa.

i) Argumentos teóricos

Hasta el momento presente, en la literatura económica y en

⁷³ Una amplia descripción de los acontecimientos en ese período queda recogida en Padoa-Schioppa, T., (1985) y Ungerer, H., y otros, (1986)

particular en el análisis teórico macroeconómico no parece existir un modelo explicativo sistemático que permita explicar el comportamiento de los precios en el ámbito del SME, que goce de aceptación unánime. No obstante, en los últimos años han sido desarrolladas algunas aportaciones teóricas cuyo objetivo central ha sido evaluar el papel del régimen de tipo de cambio en la experiencia desinflacionista europea, destacando las ventajas que para los países supone la adopción de un régimen de tipos de cambio fijos-ajustables frente a otros regímenes alternativos.⁷⁴

Aunque los puntos de vista profesionales sobre el papel del régimen de tipos de cambio en una desinflación difieren ampliamente, en el caso de la experiencia del SME, la mayor parte de los analistas tienden a manifestar que el sistema ha contribuido a reforzar la credibilidad antiinflacionista de las políticas económicas (en particular, la política monetaria) de los países miembros propensos a la inflación, y este hecho, a su vez, ha contribuido a moderar las expectativas de inflación y hacer socialmente menos costosas las políticas nacionales de lucha contra la inflación.

En un contexto de apreciable generalidad, ya que un tratamiento exhaustivo de la problemática que describimos no constituye el objetivo del presente trabajo (aunque puede ser fruto de futuras investigaciones), se reseñan algunos

⁷⁴ Entre la literatura económica dedicada a analizar las ventajas que supone para los países su incorporación al SME, en especial, la credibilidad de sus políticas económicas en su lucha contra la inflación destacan, entre otros: Padoa-Schioppa, T., (1988), Giavazzi, F., y Giovannini, A., (1987), Giavazzi, F., y Pagano, M., (1988), y Melitz, J., (1988). Los estudios empíricos más recientes son los de Artis, M.J., y Taylor, M.P., (1988), Collins, S., (1988), y, Giavazzi, F., y Giovannini, A., (1989).

comentarios sobre el problema de la credibilidad y la eficacia de la política monetaria.

Siguiendo a Viñals, J. (1988), una de las críticas más frecuentes que se suele hacer a un régimen de tipos de cambio de flexibilidad limitada como el SME es que supone la pérdida de autonomía para la política monetaria, al quedar ésta sujeta al cumplimiento del objetivo de tipo de cambio, perdiendo, de este modo, la capacidad de luchar contra el desempleo. No parece claro, sin embargo, que la política monetaria deba dedicarse a influir sistemáticamente sobre las variables reales en un mundo donde la ilusión monetaria tiende a desaparecer y donde el problema del paro está estrechamente relacionado con problemas estructurales.

En el análisis económico, a la política monetaria se le asigna, generalmente, la función de conseguir la **estabilidad sostenida del nivel general de precios**, dejando a las políticas fiscales y estructurales la tarea de suprimir las limitaciones que impiden a la economía crear puestos de trabajo.

De acuerdo con lo anterior, la cuestión principal es, por tanto, averiguar si resulta más fácil controlar la inflación mediante:

- a) Una política monetaria "autónoma" en el contexto de un tipo de cambio flotante, o
- b) Fijando un objeto de tipo de cambio **dentro** del SME.

Con respecto a la **primera opción**, para que una política monetaria "autónoma" sea eficaz en el control de la inflación

es preciso que se satisfagan simultáneamente varias condiciones ⁷⁵:

a1) En primer lugar, las autoridades deben resistir la "tentación" de acelerar el crecimiento de la cantidad de dinero para intentar que la economía crezca más rápidamente;

En general, el análisis de los problemas de credibilidad de la política económica nos remite directamente a considerar las relaciones estratégicas que se establecen en una economía entre el sector privado y las autoridades económicas. La inconsistencia temporal de las políticas óptimas es una razón fundamental por la cual las políticas económicas se enfrenten a problemas de credibilidad.

Como se ha señalado en los capítulos anteriores, por **inconsistencia temporal** se entiende una situación en la que el curso futuro de una política óptima, anunciada en un momento determinado, se modifica posteriormente debido a que, al cambiar las circunstancias, las autoridades económicas consideran más ventajoso modificar su estrategia. Tales cambios influyen en las expectativas y en el comportamiento del sector privado, y puede conducir a crisis de credibilidad y a la ineficacia de la política económica.

a2) En segundo lugar, las funciones de demanda y oferta de dinero deben ser razonablemente estables.

a3) Finalmente, la política monetaria no debe venir signifi-

⁷⁵ Véase los trabajos de: Barro, R.J., y Gordon, D.B., (1983), Artis, M.J., y Miller, M., (1986).

cativamente condicionada por la financiación del déficit público o de los aumentos salariales.

Sin embargo, el cumplimiento simultáneo de estas condiciones no es evidente en el caso de muchos países. El proceso de innovaciones financieras, la liberalización de los movimientos de capital y las restricciones reales en la financiación de los déficit públicos, impiden que estas condiciones se puedan verificar. Por ello, una estrategia de política monetaria como instrumento eficaz para hacer frente a las tensiones inflacionistas es difícilmente creíble.

Así, por ejemplo, el *Financial Times* (28-Septiembre-1987) escribe: "En lugar de los objetivos de oferta monetaria desacreditados desde hace tiempo, nos gustaría que el impávido guardián de la rectitud monetaria, el Bundesbank, permaneciera como garantía frente a la endémica propensión británica a generar tasas de inflación de dos dígitos".

Esta misma opinión ha sido ratificada, posteriormente, por la mayoría de los analistas del SME.

En cuanto a la **segunda opción**, las condiciones necesarias que deben satisfacerse para que una estrategia de política económica, basada en el cumplimiento del objetivo de tipo de cambio nominal, sea eficaz en el control de la inflación son, básicamente, dos:

b1) En primer lugar, que la tasa de inflación exterior que sirve de referencia para la inflación nacional, a través del mantenimiento del tipo de cambio, sea menor y más estable que la tasa de inflación nacional.

b2) En segundo lugar, que sea creíble el compromiso de las autoridades de preservar la estabilidad del tipo de cambio mediante los medios apropiados.

Respecto de la primera condición hay que señalar que el punto de referencia efectivo para la estabilidad de los precios nacionales viene dado por la tasa de inflación alemana. De hecho, desde la constitución del SME, Alemania ha venido fijando unilateralmente su política monetaria para conseguir el objetivo de inflación deseado y el resto de los países miembros del Sistema han importado esta política a través del mantenimiento de sus tipos de cambio frente al marco dentro de las bandas establecidas (véase el apartado relativo a la asimetría en el SME).

Dado el hecho real y cierto de que la tasa de inflación alemana ha sido y es la menor y más estable de todos los países del SME, en principio, la primera condición para controlar la inflación dentro del Sistema parece quedar satisfecha.

En cuanto a la segunda condición, el argumento de peso aducido por los defensores de un sistema de tipos de cambios fijos ajustables como el SME es que éste proporciona una "disciplina" adicional a las autoridades monetarias de aquellos países propensos a la inflación.

Se trata del conocido "argumento de la disciplina" monetaria, una versión particular del viejo debate "normas versus discrecionalidad" que durante décadas ha planeado sobre la elaboración de la política económica. El razonamiento de la argumentación es que la pertenencia al SME impone altos

costes, económicos y políticos, para los países que no estabilicen firmemente su tipo de cambio, en claro contraste con lo que suele suceder cuando los objetivos de tipo de cambio se persiguen fuera de un sistema formal como el SME. De hecho, puede decirse que los objetivos de tipo de cambio son más creíbles que los objetivos monetarios. Así, mientras que una expansión monetaria excesiva siempre puede justificarse por las autoridades como resultado de la necesidad de hacer frente a "supuestas" perturbaciones financieras, por el contrario, cuando se mantiene una política de tipo de cambio estable, esta clase de perturbaciones puede quedar automáticamente compensada; y la variación del tipo de cambio sólo es justificable cuando la necesidad resulte evidente para los agentes privados.

Por otro lado, puesto que los reajustes del tipo de cambio central suponen costes económicos y políticos significativos para los países del SME que los provocan, la credibilidad del objetivo de tipo de cambio en el SME se ve todavía más reforzada.

A su vez, un país con una política del tipo de cambio creíble puede encontrarse con que una política de reducción de la inflación resulta económicamente menos dolorosa si se ejecuta dentro en lugar de fuera del Sistema. Esto es así, porque la pertenencia al SME desincentiva la puesta en práctica de políticas inflacionistas por parte de las autoridades, reforzando así su credibilidad anti-inflacionista. Como es sabido, cuanto mayor es la credibilidad de la política monetaria anti-inflacionista mayor es su eficacia y menores sus costes sociales.

En la literatura reciente, se ha intentado racionalizar el efecto de disciplina ejercido por el SME sobre los países miembros con tasas de inflación relativamente más elevadas. Si el Sistema funciona de forma que no permita a los países compensar plenamente las pérdidas competitivas resultantes de una mayor inflación con una depreciación del tipo de cambio, la inflación adicional supondrá una pérdida permanente de competitividad y, por tanto, una menor producción. La prueba de que esto ha sido así es la fuerte apreciación del tipo de cambio real del franco francés, de la lira italiana y de la libra irlandesa respecto al marco alemán, desde principio del SME.

En este contexto, los gobiernos tienen un desincentivo más para no llevar a cabo políticas indebidamente expansivas, lo que, a su vez, lleva a una inflación menor sin reducir el crecimiento de la economía.

En síntesis, en teoría y en opinión de la mayoría de los observadores, el SME ejerce un efecto positivo en la lucha contra la inflación, en cuanto que éste contribuye a conseguir y consolidar tasas de inflación menores y más estables sin tener que soportar los costes sociales que de otra forma se producirían.

ii) Pruebas empíricas

En cuanto a las pruebas empíricas, es evidente que la contrastación de la hipótesis credibilidad-disciplina lleva consigo complicaciones considerables y, de hecho, dicha evidencia no resulta concluyente.

Entre los recientes estudios empíricos, los efectuados por Rogoff, K., (1985), De Grauwe, P., (1987) vierten serias dudas sobre el grado de disciplina anti-inflacionista que se deriva del SME. Por el contrario, los resultados de Giavazzi, F., y Giovannini, A., (1987) y Collins. S., (1988), son debilmente favorables a esta hipótesis, en tanto que Ungerer, H., Evans, O., Mayer, T., y Young, P., (1986), y Russo, M., y Tullio, G., (1987), la apoyan con mayor fuerza. Otros estudios de interés son los de Fischer, S., (1988) y Artis, M.J., y Taylor, M.P., (1988). En este último se analiza hasta qué punto la estabilidad de los tipos de cambio dentro del SME se ha conseguido a costa de incrementar la inestabilidad de los tipos de interés; o, dicho de otra forma, si la mayor credibilidad de la política económica conferida por el SME ha sido tan notable como para reducir los ataques especulativos contra el tipo de cambio y, por consiguiente, la inestabilidad del tipo de interés. Estos autores presentan pruebas empíricas que apoya la hipótesis de credibilidad.⁷⁶

Finalmente, con el fin de aportar cierta evidencia empírica, el cuadro III.11 y gráficos 7 y 8 ilustran el comportamiento de las tasas de inflación medida por el Índice de Precios al Consumo, para el período 1978-1990.

⁷⁶ Fischer describe el SME como "una forma de adquirir por parte de Francia e Italia, un compromiso de baja inflación a través de la aceptación de la política monetaria alemana".

CUADRO III.11

CONVERGENCIA EN LA EVOLUCION DE LOS PRECIOS (%IPC)					
PAISES	78/82	1983	1984	1985	1986
BELGICA	6.7	7.2	5.7	6.0	0.5
LUXEMBURGO	8.4	8.5	6.5	4.3	1.1
DINAMARCA	10.4	6.8	6.4	4.3	2.9
ALEMANIA	4.7	3.2	2.5	2.1	-0.2
GRECIA	19.6	18.1	17.9	18.3	22.1
ESPAÑA	15.6	12.3	11.0	8.2	8.7
FRANCIA	11.7	9.7	7.9	6.0	2.9
IRLANDA	15.1	9.2	7.3	5.0	4.3
ITALIA	16.7	15.1	11.9	9.0	5.7
HOLANDA	5.5	2.9	2.2	2.2	0.2
PORTUGAL	21.4	25.8	28.5	19.4	13.8
R.UNIDO	10.7	5.0	5.0	5.4	4.4
MEDIA EUR 12	12.19	10.32	9.40	7.52	5.53
MEDIAMCI⁷⁷	9.89	7.83	6.30	4.86	2.18
MEDIA NO-MCI	16.79	15.30	15.6	12.83	12.25
DIFERENCIALES					
MCI/ALEMANIA	5.19	4.63	3.80	2.76	2.38
NO MCI-ALEMA	12.09	12.10	13.10	10.73	12.45
PAISES	1987	1988	1989	1990	1991
BELGICA	2.0	1.6	3.5	3.5	3.2
LUXEMBURGO	1.6	2.8	3.4	4.2	3.4
DINAMARCA	4.6	4.9	5.1	2.5	2.4
ALEMANIA	0.8	1.3	3.1	2.6	3.5
GRECIA	15.5	14.2	14.7	20.2	18.3
ESPAÑA	5.7	5.1	6.6	6.4	5.8
FRANCIA	3.3	3.0	3.5	2.9	3.0
IRLANDA	3.2	2.5	3.9	2.6	3.0
ITALIA	4.9	5.2	5.8	6.2	6.4
HOLANDA	-0.9	0.4	2.9	2.5	3.2
PORTUGAL	10.0	10.0	12.8	13.6	11.7
R.UNIDO	4.3	4.9	5.9	8.4	6.5
MEDIA EUR 12	4.60	4.66	5.93	6.30	5.87
MEDIA MCI	2.50	2.71	3.90	3.38	3.51
MEDIA NO-MCI	8.80	8.55	10.00	12.15	10.58
DIFERENCIALES					
MCI/ALEMANIA	1.70	1.41	0.80	0.78	0.01
NO MCI/ALEMA	8.00	7.25	6.90	9.55	7.08

FUENTE: "Economie Europeenne. Raport économique annual", (1990-91) y elaboración propia.

⁷⁷ Países integrantes en el Mecanismo de Tipo de Cambio (MTC) del SME. Puesto que España no se integró en el MTC hasta el 20 de Junio de 1989 y el Reino Unido hasta Octubre de 1990, estos dos países no son considerados como miembros del MTC para los cálculos efectuados.

GRAFICO 7

INFLACION (IPC) MEDIA ANUAL

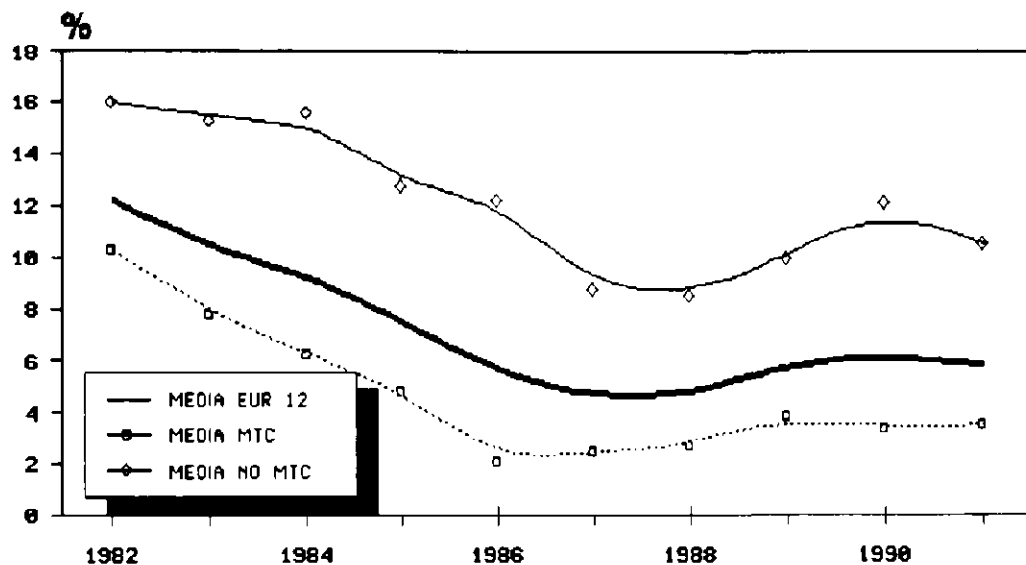
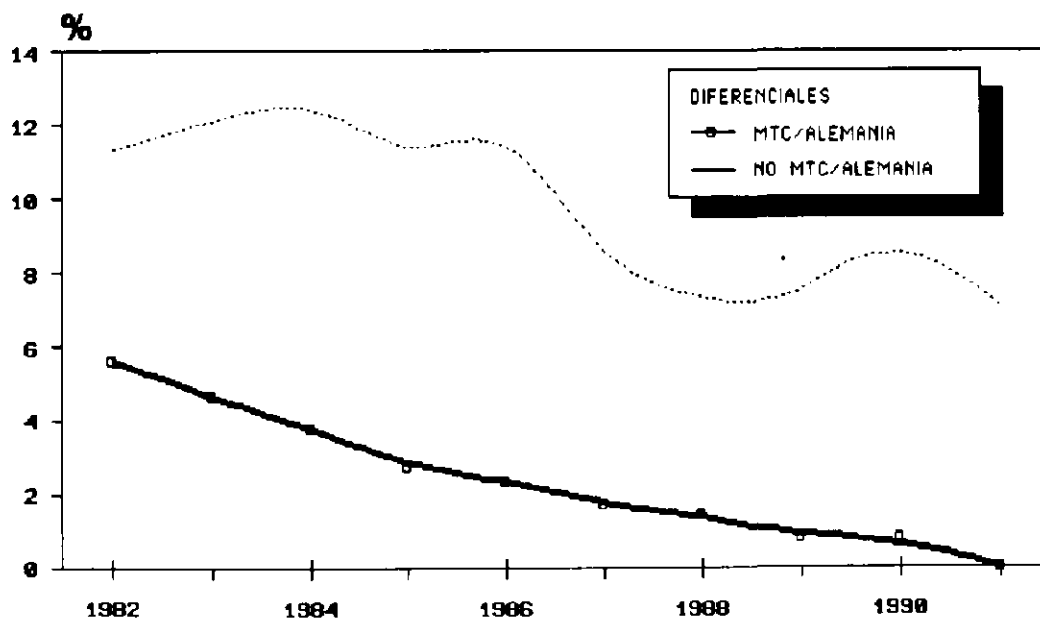


GRAFICO 8

INFLACION (IPC)



Como se observa, en el momento en que se creó el SME, la gran diferencia en el comportamiento económico en Europa era la tasa de inflación. Entre 1978-82, la inflación medida por el Índice de Precios al Consumo (IPC) era inferior a cinco puntos porcentuales en Alemania, con una media para los países del MTC del 9.9 % y superior al 16% para el conjunto de países europeos no incluidos en MTC. Desde entonces, los diferenciales de inflación, medidos respecto del nivel más bajo (Alemania), se han estrechado dentro de los países del MTC y en 1991 se había alcanzado su nivel más bajo desde 1978.

La evolución de los precios en los países de fuera del MTC, ha transcurrido, fundamentalmente, dentro de un esquema semejante. Sin embargo, la tasa media de inflación ha sido muy superior y ha tendido a reducirse más lentamente que en los demás países europeos.

Durante los años 1986, 1987 y 1988 la inflación media de los países del MTC se mantuvo prácticamente constante, invirtiéndose, desde mediados de 1988, la tendencia decreciente de años anteriores.

Si bien es cierto que los datos confirman que hasta este último período se produjo una desaceleración de las tasas de inflación en los países del SME y un acercamiento paulatino de éstas a la tasa de inflación alemana, también es verdad que éstos no proporcionan suficiente información acerca de la relación de causalidad e interdependencia entre los procesos de inflación y la entrada en vigor del SME. En otros términos, el hecho cierto de una reducción de las tasas de

inflación europea **no** implica **necesariamente** que ello se haya debido a la puesta en funcionamiento de los mecanismos del SME. Dicho argumento, se corrobora a partir de los datos relativos al período comprendido entre 1988 - 1990, en donde se aprecia, de nuevo, la presencia de tensiones inflacionistas.

En suma, de lo expuesto anteriormente, se deducen las siguientes hechos: en teoría, existe un relativo consenso respecto de los efectos positivos del SME en la lucha contra los procesos de inflación, en el sentido de que éste contribuye a conseguir tasas de inflación menores, sin tener que soportar los costes sociales que de otra forma se producirían, y en particular, a reforzar la credibilidad anti-inflacionista de las políticas económicas.

En cuanto a las pruebas empíricas, si bien es indiscutible que durante el período de vigencia del Sistema hasta 1987, coincidió con una reducción sustancial de las tasas de inflación, es difícil comprobar qué proporción de este efecto puede ser atribuible al SME, máxime si se tiene en cuenta los datos relativos al período 1988 - 1990, en los que se ha invertido la tendencia decreciente de los años anteriores.

Finalmente, en este tercer capítulo se ha realizado un examen global retrospectivo relacionado con la evolución del SME, identificando los rasgos más significativos que han caracterizado su comportamiento económico, desde su creación en Marzo de 1979 hasta finales de 1990, deduciéndose las siguientes **conclusiones:**

a) El período de vigencia del SME ha estado caracterizado, en su conjunto, por una mejora sustancial de la estabilidad cambiaria así como por una relativa convergencia de las tasas de inflación de los países miembros, si bien, desde un punto de vista teórico, la relación causa-efecto entre el SME-desinflación es difícil de confirmar.

b) Un hecho que ha contribuido a la importante mejora en la estabilidad de los tipos de cambio en los últimos años, es decir desde el reajuste de enero de 1987, han sido las reformas técnicas introducidas en los mecanismos de funcionamiento del SME tras los acuerdos de Nyborg de Septiembre de 1987, destinadas a reforzar la capacidad de defensa de las paridades centrales e incentivar un mayor uso de las bandas de fluctuación permitidas en la parrilla de paridades. Estas reformas han otorgado un mayor grado de credibilidad al SME desalentando la aparición de ataques especulativos a favor o en contra de las distintas monedas.

c) La ausencia de coordinación fiscal, junto a la todavía incompleta coordinación monetaria, así como las tensiones externas originadas, sobre todo, por la fluctuación del dólar, han sido capaces de coexistir con la estabilidad relativa de los tipos de cambio, gracias al empleo de controles de cambios impuestos por Italia y Francia.

d) Las mejoras aludidas se han conseguido dentro de un SME que, en la práctica, ha funcionado de manera acusadamente asimétrica y escasamente cooperativa. Alemania, país con mayor credibilidad antiinflacionista, utilizando una combina-

ción de políticas de intervención en los mercados de cambios y de esterilización de los flujos de capitales, ha podido liberarse del peso de los ajustes ante perturbaciones de naturaleza interna y externa, manteniendo a lo largo de los años la capacidad de llevar a cabo una política monetaria, fijada unilateralmente, autónoma y orientada a conseguir el objetivo de inflación deseado. El resto de los países han importado esta política, y la credibilidad del Bundesbank, a través del mantenimiento de sus tipos de cambio frente al marco dentro de la banda de fluctuación establecida.

e) Ante el rebrote inflacionista de los últimos años, la austeridad de la política monetaria alemana seguida por la mayoría de los demás países ha restado dinamismo a dichas economías y ha supuesto un freno al crecimiento económico del resto del Sistema, con consecuencias negativas sobre los niveles de empleo.

Frente a la evidencia actual de estos efectos negativos que pueden, en última instancia, verse reforzados ante la inminente entrada en vigor del Acta Unica, prevista para finales de 1992, las autoridades económicas de alguno de los países miembros en particular Francia plantean, activamente, la necesidad de buscar una nueva forma de coordinación más simétrica y cooperativa, donde la toma de posiciones y el diseño básico de las políticas económicas tenga un carácter más internacional, atendiendo a los problemas planteados en el área comunitaria y poder alcanzar de forma más equilibrada las ventajas económicas que se derivan de una mayor integración comercial y monetaria.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES GENERALES

En el desarrollo de este trabajo nos hemos centrado en el análisis de la determinación de estrategias dinámicas de política monetaria, de naturaleza cooperativas y no cooperativas, en el contexto de dos economías mutuamente interdependientes.

En nuestro marco teórico hemos utilizado dos elementos analíticos básicos: un modelo macroeconómico dinámico que caracteriza la estructura y comportamiento de cada una de las economías, supuestamente simétricas, y unas funciones objetivo intertemporales cuadráticas, las cuales reflejan las preferencias o prioridades de política económica de las autoridades de cada país y, permiten evaluar el grado de efectividad de sus respectivas estrategias óptimas.

Así mismo, para el estudio de las interrelaciones estratégicas entre las respectivas autoridades y el desarrollo formal de las diferentes estrategias, a saber, "Open-loop" Nash, "Open-loop" Stackelberg y Cooperativa Nash, se ha utilizado la metodología de la Teoría de juegos diferenciales.

El objetivo de dicho análisis consiste en establecer un orden de prioridad (ordenación de las estrategias de mejor a peor) atendiendo al valor que se consigue optimizando la función objetivo. Se estudian los efectos de las políticas monetarias óptimas, adoptadas siguiendo estrategias alternativas, en un contexto en el que cada una de las economías reacciona ante una misma perturbación exógena que afecta a los dos países a la vez. Con los resultados obtenidos caracterizamos el modelo de comportamiento estratégico por el que se han decantado

los países miembros del SME desde su creación en Marzo de 1979 hasta Enero de 1991, apoyándonos en la evidencia empírica disponible de los principales hechos acontecidos a lo largo de este período de vigencia, así como en los resultados teóricos de nuestro modelo.

Del análisis de todas estas cuestiones se han obtenido las conclusiones generales siguientes:

Primera. Ante una perturbación exógena consistente en un aumento del tipo de cambio real del país 1 (los bienes de este país se hacen mas baratos en relación a los del país 2), los tres modelos de comportamiento indican que la estrategia óptima de las autoridades monetarias de cada país es: una contracción de la oferta monetaria en el país 1 acompañada simultáneamente de una expansión monetaria en el país 2.

Segunda. Dada la simetría de los modelos cooperativo y no cooperativo Nash, la magnitud de las estrategias óptimas, para cada uno de estos modelos, es exactamente la misma, pero con signo opuesto, para los dos países, y muy similar en ambas situaciones.

Tercera. Cuando el país 1 actúa como país líder se observa que su política ha de ser mucho más contractiva que en cualquier otra situación.

En cambio, para el país seguidor la magnitud de su expansión monetaria prácticamente es la misma para los tres modelos.

Cuarta. En una perspectiva dinámica, para un horizonte

temporal no superior a ocho trimestres (corto plazo), los efectos de las distintas estrategias sobre las variables objetivo, producción e inflación son cualitativamente muy similares porque en los tres casos ambas variables experimentan a lo largo de dicho período una evolución gradual hacia sus respectivos valores de equilibrio. Sin embargo, en términos cuantitativos, las diferencias son notables.

En este sentido, el orden de prioridad de las estrategias, atendiendo al mayor grado de convergencia y velocidad del ajuste, es la siguiente: en primer lugar, la estrategia "Open-loop" Stackelberg, seguida de la solución Cooperativa y en último lugar la estrategia "Open-loop" Nash. (Véanse gráficos 18 a 21).

Quinta. Dado que la superioridad de una estrategia sobre otra ha sido evaluada a través de las funciones objetivo, que representan el coste total mínimo de cada una de dichas estrategias óptimas, de la conclusión anterior se deduce que de todas las soluciones de equilibrio analizadas, a corto plazo, la solución no cooperativa "Open-loop" Stackelberg es la que proporciona mejores resultados (menores costes) para ambos países, seguida de la solución Cooperativa Nash. (Véase gráfico 22).

Sexta. Los resultados indican un claro contraste, en lo que se refiere a la superioridad de las respectivas estrategias óptimas, cuando pasamos del corto al largo plazo (horizonte temporal superior a ocho trimestres).

A largo plazo, la solución claramente dominante es la solución no cooperativa Nash. La convergencia de todas las

variables del modelo hacia sus respectivos valores de equilibrio, está completamente asegurada, dada la naturaleza estable de los autovalores resultantes.

Por otro parte, dado el carácter divergente de las trayectorias obtenidas a largo plazo para las otras dos soluciones, ninguna de ellas puede ser considerada de equilibrio para dicho período de tiempo y, en consecuencia, será necesario volver a optimizar.

Séptima. Para situaciones en las que alguna de las soluciones de equilibrio presentan inestabilidades a corto o a largo plazo, el procedimiento que, en principio o al menos teóricamente, podría corregir esta inestabilidad será diseñar estrategias de naturaleza diferente a las analizadas en nuestro modelo, es decir, estrategias de tipo "Feedback" o bien "Closed-loop".

En síntesis, a corto plazo la estrategia más ventajosa para ambos países es la estrategia "Open-loop" Stackelberg seguida de la solución Cooperativa Nash. A largo plazo la solución dominante es la solución no Cooperativa Nash.

En cuanto a la caracterización del modelo de comportamiento del SME, caben destacar dos conclusiones complementarias importantes:

Octava. El SME es un régimen de tipos de cambio que ha funcionado de forma asimétrica y escasamente cooperativa. Alemania, país de gran reputación y credibilidad en la aplicación y mantenimiento de sus políticas económicas, ha

mantenido la capacidad para fijar, unilateralmente, y de forma autónoma su política monetaria orientada a conseguir su objetivo de inflación deseado. Los demás países han cedido parte de su autonomía con el fin de estabilizar los tipos de cambio de sus monedas frente al marco alemán.

Dicho modelo de comportamiento líder-seguidor ha permitido al SME alcanzar uno de sus objetivos prioritarios: la estabilidad cambiaria. Esta situación se corresponde con la solución mas ventajosa, a corto plazo, obtenida de nuestro modelo.

Novena. Ante el rebrote inflacionista de los últimos años, la austeridad de la política monetaria alemana seguida por la mayoría de los países miembros, ha restado dinamismo a las economías de esos países, y ha supuesto un freno a su crecimiento económico, con unas consecuencias negativas sobre los niveles de empleo.

Ante esta evidencia actual las autoridades económicas de los países miembros plantean, activamente, la necesidad de buscar un modelo de comportamiento alternativo más simétrico y cooperativo, a fin de alcanzar de forma más equilibrada las ventajas que se puedan derivar del proceso de integración económico y monetario en el que dichos países están inmersos.

En una perspectiva de largo plazo, el comportamiento de los países del SME no está reñido con las conclusiones de este trabajo. De acuerdo con éstas, a largo plazo la solución de Stackelberg así como la solución Cooperativa son inestables. Por eso los países están buscando otras vías alternativas de colaboración en el SME. La preferencia demostrada por los

países (aunque todavía no ratificada) en favor de la integración monetaria (en contra de la solución no Cooperativa Nash que se deduce del modelo) podría entenderse por el hecho de que en la función objetivo conjunta que se desea optimizar deberían considerarse otros argumentos entre los que no pueden excluirse los de carácter político.

Finalmente, en lo que respecta al estado actual de las investigaciones en el área de la coordinación internacional de las políticas económicas, entendiéndola ésta como la utilización conjunta de instrumentos de política económica para el logro de objetivos comunes, del seguimiento de las aportaciones recientes más relevantes se deducen las conclusiones generales siguientes:

Décima. La consecución de resultados estrictamente teóricos es compleja; los parámetros que describen las políticas óptimas bajo los diferentes comportamientos estratégicos son en sí mismos funciones complicadas de los parámetros estructurales del modelo. Para clarificar los resultados se recurre, frecuentemente, a las simulaciones numéricas, siendo el trabajo econométrico relativamente escaso.

Undécima. Los resultados de los trabajos teóricos y empíricos disponibles no permiten observar unanimidad de que en la práctica se obtengan ventajas importantes de la coordinación (entendida como se ha descrito anteriormente). Las posiciones correspondientes a comportamientos cooperativos y no cooperativos se encuentran muy cercanas. Las ganancias que se derivan de la cooperación son positivas, pero modestas.

En cambio, sí parece existir un consenso bastante general sobre el hecho de que la coordinación de políticas de naturaleza estructural y del intercambio de información aporta ventajas muy claras.

Duodécima. La coordinación y las posibles alternativas a la misma dependen, generalmente, de un gran número de variables y parámetros, observándose que los beneficios potenciales de la coordinación son significativamente sensibles a dichos parámetros. Tal circunstancia es una de las limitaciones importantes de los resultados empíricos. Y hace que no sea posible determinar una solución general válida para la mayoría de los casos y circunstancias. En consecuencia, la viabilidad práctica de la coordinación internacional de las políticas económicas es un problema cuya solución admite diferentes respuestas dependiendo de cada caso concreto.

APENDICE

Símbolos utilizados.

Coefficientes de la resolución analítica:

Términos generales de los coeficientes.

Apéndice I-a

Apéndice I-b

Apéndice I-c

Simulaciones numéricas:

Apéndice I-d

Apéndice I-e

Apéndice I-f

SIMBOLOS UTILIZADOS

A) VARIABLES

La definición de las variables es la siguiente:

- \hat{Y} . Producción real, medida en términos de desviaciones respecto de la producción potencial o de pleno empleo, es decir: $\hat{Y}(t) = (Y(t) - \bar{Y})$
- \bar{Y} . Producción potencial o de pleno empleo.
- P.** Nivel de precios de la producción interior.
- E.** Tipo de cambio nominal, medido en unidades de moneda nacional (país 1), por unidad de moneda extranjera (país 2). Un aumento de (E), implica una depreciación de la moneda nacional.
- i.** Tipo de interés nominal.
- M.** Oferta monetaria nominal.
- P_c . Índice de precios al consumo.

\dot{P}_c . Tasa de inflación, medida en términos de precios al consumo.

\dot{P}_c^D . Tasa de inflación "deseada".

\dot{P}_c^A . Tasa de inflación, medida en términos de desviaciones respecto de la tasa "deseada".

s . Tipo de cambio real.

m . Oferta monetaria real.

J_i . Función objetivo.

H_i . Función Hamiltoniana.

\dot{m}_2^* . Función de reacción del país 2.

p . Variable de coestado.

- Todas las variables están expresadas en logaritmos, excepto el tipo de interés nominal, que está medido en porcentaje.

- El símbolo (*) se utiliza para denotar las variables del país extranjero (país 2).

- Los símbolos N , S , C , situados sobre las variables y parámetros hacen referencia a los juegos Nash, Stackelberg y Cooperativo, respectivamente.

B) PARAMETROS ESTRUCTURALES

- b_1 . Elasticidad de la producción nacional respecto de la producción exterior.
- b_2 . Semi-elasticidad de la producción nacional respecto del tipo de interés real.
- b_3 . Elasticidad de la producción nacional respecto del tipo de cambio real.
- k . Elasticidad renta de la demanda de dinero.
- h . Semi-elasticidad de la demanda de dinero respecto al tipo de interés nominal.
- c_1 . El grado de sensibilidad de los precios respecto de variaciones en el nivel de producción.
- w_i . Ponderaciones para cada uno de los objetivos de política económica (producción e inflación).

COEFICIENTES DE LA RESOLUCION ANALITICA:

TERMINOS GENERALES DE LOS COEFICIENTES.

- A^j_{ixy} .

j. Tipología del juego, ($j = N, S, C$).

i. Agente económico, ($i = 1, 2$).

xy. Coeficiente asociado a la variable y, correspondiente a la derivada parcial de la función Hamiltoniana, respecto de la variable x, $\frac{\partial H_i}{\partial x}$.

- B^j_{xy} . Combinación lineal de los coeficientes A^j_{ixy} .

- C^j_{xy} . Combinación lineal de los coeficientes A^j_{ixy} , B^j_{xy} .

APENDICE I-a

COEFICIENTES PARA EL JUEGO NO COOPERATIVO NASH:

$$A_{1ss}^N = W_1 F_3^2 + W_2 Q_3^2$$

$$A_{1sm}^N \equiv A_{1ms}^N \equiv A_{2m^*s}^N \equiv W_1 F_1 F_3 + W_2 Q_1 Q_3$$

$$A_{1sm^*}^N \equiv W_1 F_2 F_3 + W_2 Q_2 Q_3$$

$$A_{1mm}^N \equiv A_{2m^*m^*}^N = W_1 F_1^2 + W_2 Q_1^2$$

$$A_{1mm^*}^N \equiv A_{2m^*m}^N = W_1 F_1 F_2 + W_2 Q_1 Q_2$$

$$B_{m^*s}^N \equiv B_{m^*}^N = \frac{W_1 F_1 F_3 + W_2 Q_1 Q_3}{B_1^N}$$

$$B_1^N \equiv W_1 F_1^2 - W_1 F_1 F_2 + W_2 Q_1 (Q_1 - Q_2)$$

$$B_{m^*p}^N \equiv B_{m^*p}^N = \frac{G_2}{B_1^N}$$

$$C_{ss}^N \equiv \frac{W_1 F_1^2 G_1 - W_1 F_1 (F_2 G_1 + 2 F_3 G_2) + W_2 Q_1 (Q_1 G_1 - Q_2 G_1 - 2 Q_3 G_2)}{B_1^N}$$

$$C_{SP}^N \equiv \frac{2 G_2^2}{B_1^N}$$

$$C_{ps}^N \equiv \frac{W_1 W_2 (F_1^2 Q_3^2 - F_1 Q_3 [F_2 Q_3 + F_3 (2 Q_1 - Q_2)] + F_3 Q_1 [F_2 Q_3 + F_3 (Q_1 - Q_2)])}{B_1^N}$$

$$C_{pp}^N \equiv \frac{W_1 F_1^2 G_1 - W_1 F_1 (F_2 G_1 + F_3 G_2) + W_1 F_2 F_3 G_2 + W_2 (Q_1 G_1 - Q_3 G_2) (Q_1 Q_2)}{B_1^N}$$

APENDICE I-b

COEFICIENTES PARA EL JUEGO NO COOPERATIVO STACKELBERG:

$$A_{2ss}^s \equiv A_{1ss}^s \equiv A_{1ss}^N$$

$$A_{2sm}^s \equiv A_{1sm}^s \equiv A_{1sm}^N$$

$$A_{2sm}^s \equiv A_{1sm}^s \equiv A_{1ms}^s \equiv A_{2m \cdot s}^s \equiv A_{1sm}^N$$

$$A_{2m \cdot m}^s \equiv A_{1mm}^s \equiv A_{1mm}^N$$

$$A_{2m \cdot m}^s \equiv A_{2mm}^s \equiv A_{1mm}^N$$

APENDICE I-c

COEFICIENTES PARA EL JUEGO COOPERATIVO NASH:

$$A_{SS}^c \equiv W_1 F_3^2 + W_2 Q_3^2$$

$$A_{sm}^c \equiv A_{ms}^c \equiv \beta W_1 F_1 F_3 + (\beta - 1) W_1 F_2 F_3 + W_2 Q_3 [\beta Q_1 + (\beta - 1) Q_2]$$

$$A_{sm}^{c*} \equiv A_{m^*s}^c \equiv (\beta - 1) W_1 F_1 F_3 + \beta W_1 F_2 F_3 + W_2 Q_3 [(\beta - 1) Q_1 + \beta Q_2]$$

$$A_{mm}^{c*} \equiv A_{m^*m}^c \equiv W_1 F_1 F_2 + W_2 Q_1 Q_2$$

$$A_{mm}^c \equiv \beta W_1 F_1^2 + (1 - \beta) W_1 F_2^2 + W_2 [\beta Q_1^2 + (1 - \beta) Q_2^2]$$

$$A_{m^*m}^{c*} \equiv (\beta - 1) W_1 F_1^2 - \beta W_1 F_2^2 + W_2 [(\beta - 1) Q_1^2 - \beta Q_2^2]$$

$$B_{ms}^c \equiv \frac{A_{ms}^c A_{m^*m}^c + A_{m^*s}^c A_{m^*m}^c}{B_1^c}$$

$$B_{mp}^c \equiv \frac{G_2 (A_{m^*m}^c - A_{m^*m}^{c*})}{B_1^c}$$

$$B_{m^*s}^c \equiv \frac{A_{ms}^c A_{mm}^{c*} - A_{m^*s}^c A_{mm}^c}{B_1^c}$$

$$B_{m^*p}^c \equiv \frac{G_2 (A_{mm}^c + A_{mm}^{c*})}{B_1^c}$$

$$B_1^C \equiv A_{mm}^C A_{m^*m^*}^C + (A_{m^*m^*}^C)^2$$

$$C_{ss}^C \equiv \frac{G_2 [A_{ms}^C (A_{m^*m^*}^C - A_{m^*m^*}^C)] - A_{m^*s}^C (A_{mm}^C + A_{m^*m^*}^C) + G_1 [A_{mm}^C A_{m^*m^*}^C + A_{m^*m^*}^C]}{B_1^C}$$

$$C_{sp}^C \equiv \frac{G_2^2 (A_{mm}^C + 2 A_{m^*m^*}^C - A_{m^*m^*}^C)}{B_1^C}$$

$$\begin{aligned} C_{ps}^C \equiv & W_1 F_1 F_3 [A_{ms}^C [(\beta - 1) A_{m^*m^*}^C + \beta A_{m^*m^*}^C] + A_{m^*s}^C [\beta A_{mm}^C - (\beta - 1) A_{mm}^C]] + \\ & + W_1 F_2 F_3 [A_{ms}^C [\beta A_{m^*m^*}^C + (\beta - 1) A_{m^*m^*}^C] - A_{m^*s}^C [\beta A_{mm}^C + (1 - \beta) A_{mm}^C]] - \\ & - W_1 F_3^2 (A_{mm}^C A_{m^*m^*}^C + (A_{m^*m^*}^C)^2) + W_2 Q_1 Q_3 [A_{ms}^C [(\beta - 1) A_{m^*m^*}^C + \beta A_{m^*m^*}^C] + \\ & + A_{m^*s}^C [\beta A_{mm}^C - (\beta - 1) A_{mm}^C]] + Q_1 Q_2 [A_{ms}^C [\beta A_{m^*m^*}^C + (\beta - 1) A_{m^*m^*}^C] - \\ & - A_{m^*s}^C [\beta A_{mm}^C + (1 - \beta) A_{mm}^C]] - Q_1 Q_3 (A_{mm}^C A_{m^*m^*}^C + (A_{m^*m^*}^C)^2) / B_1^C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{pp}^C \equiv & W_1 F_1 F_3 G_2 [A_{mm}^C (\beta - 1) - A_{m^*m^*}^C + \beta A_{m^*m^*}^C] + \\ & + W_1 F_2 F_3 G_2 [\beta A_{mm}^C + A_{mm}^C + (\beta - 1) A_{m^*m^*}^C] + \\ & + W_2 Q_1 Q_3 G_2 [(\beta - 1) A_{mm}^C - A_{m^*m^*}^C + \beta A_{m^*m^*}^C] + \\ & + W_2 Q_2 Q_3 G_2 [\beta A_{mm}^C + A_{mm}^C + (\beta - 1) A_{m^*m^*}^C] - \\ & - G_1 [A_{mm}^C A_{m^*m^*}^C + (A_{m^*m^*}^C)^2] / B_1^C \end{aligned}$$

SIMULACIONES NUMERICAS

APENDICE I-d

SIMULACION NUMERICA DE LA SOLUCION DE EQUILIBRIO NO COOPERATIVO NASH.

Las funciones objetivo para cada país, respectivamente, son:
(se omite (t) para simplificar la notación)

$$H_1 = 5.596 s^2 + 22.54 s m - 11.93 s m^* + 1.055 s p + \\ + 22.71 m^2 - 23.77 m m^* + 2.046 m p + 7.972 m^{*2} - 2.046 m^* p \quad (1)$$

$$H_2 = 5.596 s^2 + 11.93 s m - 22.54 s m^* + 1.055 s p + \\ + 7.972 m^2 - 23.77 m m^* + 2.046 m p + 22.71 m^{*2} - 2.046 m^* p \quad (2)$$

De las condiciones de primer orden del principio del mínimo de Pontryagin, se obtiene:

$$\begin{bmatrix} m(t) \\ m^*(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.326 & -0.03 \\ 0.326 & 0.03 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(t) \\ p(t) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{s} \\ \dot{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.278 & -0.121 \\ 0.047 & -0.032 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(t) \\ p(t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Cuyos autovalores son: $\lambda_1 = -0.257$, $\lambda_2 = -0.056$

De la resolución del sistema (4), dadas las condiciones iniciales $s(t_0) = s_0$ y $p(t_0) = p_0$, se obtiene:

$$s(t) = (1.108 s_0 + 0.602 p_0) e^{-0.257 t} - (0.108 s_0 + 0.602 p_0) e^{-0.056 t} \quad (5)$$

$$p(t) = (0.205 s_0 + 1.108 p_0) e^{-0.257 t} - (0.205 s_0 + 0.108 p_0) e^{-0.056 t} \quad (6)$$

Puesto que $p(t_f) = 0$; igualando la expresión (6) a cero, sustituyendo t por t_f y despejando p_0 , se obtiene:

$$p_0 = - \frac{(4.010 e^{0.201 t_f} - 4009.36) s_0}{(22.160 e^{0.201 t_f} - 2179)} \quad (7)$$

Sustituyendo la ecuación (7) en las ecuaciones (5 y 6) y teniendo en cuenta que $t_f = 8$ y $s_0 = 1$, las trayectorias óptimas "Open-loop" Nash para la variable de estado y coestado vienen dadas por:

$$s^N(t) = 1.019 e^{-0.257 t} - 0.0199 e^{-0.056 t} \quad (8)$$

$$p^N(t) = -0.1843 e^{-0.257 t} + 0.0369 e^{-0.056 t} \quad (9)$$

Para conocer las trayectorias óptimas de las variables de control, basta con sustituir las ecuaciones (8 y 9) en la ecuación (3) y así obtenemos:

$$m^N(t) = -0.3267 e^{-0.257 t} + 0.0054 e^{-0.056 t} \quad (10)$$

$$m^{*N}(t) = 0.3267 e^{-0.257 t} - 0.0054 e^{-0.056 t} \quad (11)$$

Puesto que las variables objetivo, vienen dadas por:

$$\hat{Y}(t) = 0.691 m^N(t) + 0.198 m^{*N}(t) + 0.321 s^N(t) \quad (12)$$

$$\dot{P}_c = 1.01 m^N(t) - 0.9 m^{*N} + 0.7 s^N(t) \quad (13)$$

Las trayectorias de equilibrio para $\hat{Y}(t)$ y \dot{P}_c :

$$\hat{Y}^N(t) = 0.1658 e^{-0.257 t} - 0.003635 e^{-0.056 t} \quad (14)$$

$$\dot{P}_c^{\hat{N}} = 0.08898 e^{-0.257 t} - 0.003528 e^{-0.056 t} \quad (15)$$

Finalmente, conocido $\hat{Y}^N(t)$ y $\dot{P}_c^{\hat{N}}$, el coste mínimo para el país 1, evaluando la función objetivo $J_1(t)$ es:

$$J_1 = \frac{1}{2} \int_0^8 [10 [\hat{Y}^N(t)]^2 + 30 [\dot{P}_c^{\hat{N}}]^2] dt = 0.4453 \quad (16)$$

APENDICE I-e

SIMULACION NUMERICA DE LA SOLUCION DE EQUILIBRIO NO COOPERATIVO STACKELBERG.

Las funciones objetivo para el país 2 (seguidor) y el país 1 (líder) respectivamente, son:

$$H_2 = 7.865 s^2 + 18.26 s m - 23.42 s \dot{m}^* + 1.055 s p + 12.34 m^2 - \\ -25.90 m \dot{m}^* + 2.046 m p + 17.68 \dot{m}^{*2} - 2.046 \dot{m}^* p \quad (17)$$

$$H_1 = 7.865 s^2 + 23.42 s m - 18.26 s \dot{m}^* + 1.055 s p + 17.68 m^2 - \\ - 25.90 m \dot{m}^* + 2.046 m p + 12.34 \dot{m}^{*2} - 2.046 \dot{m}^* p \quad (18)$$

Derivando la función objetivo del seguidor respecto de la variable de control, e igualando a cero se obtiene:

$$\dot{m}^*(t) = 0.7321 m(t) + 0.0578 p + 0.6622 s \quad (19)$$

Sustituyendo $\dot{m}^*(t)$ en la función objetivo del líder tenemos:

$$H_1 = 1.184 s^2 + 4.875 sm - 0.4105 sp + 5.542 m^2 + 0.0956 mp - 0.077 p^2 \quad (20)$$

Derivando H_1 respecto de la variable de control m , e igualando dicha derivada a cero, obtenemos:

$$m(t) = -0.4564 s(t) - 0.008956 p(t) \quad (21)$$

Sustituyendo $m(t)$ en las condiciones de primer orden del principio del mínimo de Pontryagin, se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden:

$$\begin{bmatrix} \dot{s} \\ \dot{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.4541 & -0.1548 \\ -0.143 & 0.4541 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(t) \\ p(t) \end{bmatrix} \quad (22)$$

Cuyos autovalores son: $\lambda_1 = -0.478$, $\lambda_2 = 0.478$

De la resolución del sistema (22), dadas las condiciones iniciales $s(t_0) = s_0$ y $p(t_0) = p_0$ se obtienen las trayectorias para las variables de estado y coestado:

$$s(t) = (0.975 s_0 + 0.162 p_0) e^{-0.478 t} - (-0.025 s_0 + 0.162 p_0) e^{0.478 t} \quad (23)$$

$$p(t) = (0.150 s_0 + 0.025 p_0) e^{-0.478 t} + (-0.150 s_0 + 0.975 p_0) e^{0.478 t} \quad (24)$$

Como $p(t_f) = 0$, igualando la ecuación (24) a cero, sustituyendo t por t_f y despejando p_0 :

$$p_0 = \frac{7520 s_0 (e^{0.956 t_f} - 1)}{48750 e^{0.956 t_f} + 1249} \quad (25)$$

Sustituyendo p_0 en las ecuaciones 23, 24 y para $t_f = 8$, $s_0 = 1$ se obtienen las trayectorias óptimas "Open-loop" Stackelberg para las variables de estado y coestado:

$$s^s(t) = 0.9999 e^{-0.478 t} + 1.927 \cdot 10^{-5} e^{0.478 t} \quad (26)$$

$$p^s(t) = 0.1542 e^{-0.478 t} - 7.357 \cdot 10^{-5} e^{0.478 t} \quad (27)$$

Teniendo en cuenta la ecuación (21), la trayectoria óptima para la variable de control del país líder es:

$$m^s(t) = -0.4577 e^{-0.478 t} - 8.136 \cdot 10^{-6} e^{0.478 t} \quad (28)$$

Sustituyendo $m^s(t)$, $p^s(t)$ y $s^s(t)$, en la expresión (19), se obtiene la trayectoria óptima para el país seguidor:

$$m^{*s}(t) = 0.3359 e^{-0.478 t} + 2.549 \cdot 10^{-6} e^{0.478 t} \quad (29)$$

Por tanto, las trayectorias óptimas de las variables objetivo, así como los costes mínimos para cada país son:

Líder

$$\hat{Y}^s(t) = 0.0712 e^{-0.478 t} + 1.068 \cdot 10^{-6} e^{0.478 t} \quad (30)$$

$$\dot{p}_c^s(t) = 0.06465 e^{-0.478 t} + 2.977 \cdot 10^{-6} e^{0.478 t} \quad (31)$$

$$J_1 = \int_0^8 [10 [\hat{Y}^s(t)]^2 + 30 (\dot{p}_c^s)^2] dt = 0.092 \cdot \quad (32)$$

Seguidor

$$\hat{Y}^{*s}(t) = -0.1794 e^{-0.478 t} - 6.035 \cdot 10^{-6} e^{0.478 t} \quad (33)$$

$$\dot{p}_c^{*s}(t) = -0.05125 e^{-0.478 t} + 3.592 \cdot 10^{-6} e^{0.478 t} \quad (34)$$

$$J_2 = \int_0^8 [10 [\hat{Y}^{*s}(t)]^2 + 30 (\dot{p}_c^{*s})^2] dt = 0.2094 \quad (35)$$

APENDICE I-f

SOLUCION DE EQUILIBRIO COOPERATIVO NASH ($\beta = 0.5$).

La función objetivo conjunta para ambos países, viene dada por:

$$H = 5.596 s^2 + 17.23 s m - 17.23 s m^* + 1.055 s p + 15.34 m^2 - 23.77 m m^* + 2.046 m p + 15.34 m^{*2} - 2.046 m^* p \quad (36)$$

Derivando la función H respecto de m y m* e igualando a cero se obtiene:

$$\begin{bmatrix} m(t) \\ m^*(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.3169 & -0.0376 \\ 0.3169 & 0.0376 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(t) \\ p(t) \end{bmatrix} \quad (37)$$

Sustituyendo m(t) y m*(t) en las condiciones de primer orden del principio del mínimo de Pontryagin, se deriva el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\begin{bmatrix} \dot{s} \\ \dot{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.2417 & -0.1541 \\ -0.2738 & 0.2417 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(t) \\ p(t) \end{bmatrix} \quad (38)$$

Cuyos autovalores son: $\lambda_1 = -0.3177$ y $\lambda_2 = 0.3177$.

De la resolución del sistema (38) y siguiendo el mismo procedimiento formal que en los dos casos anteriores, las trayectorias óptimas para las variables de estado y coestado son:

$$s^c(t) = 7.663 \cdot 10^{-4} e^{0.3177 t} + 0.999 e^{-0.3177 t} \quad (39)$$

$$p^c(t) = 0.4432 e^{-0.3177 t} - 0.00281 e^{0.3177 t} \quad (40)$$

Sustituyendo $s^c(t)$ y $p^c(t)$ en el sistema de ecuaciones (37), las trayectorias óptimas para las variables de control son:

$$m^c(t) = -1.369 \cdot 10^{-4} e^{0.3177 t} - 0.3333 e^{-0.3177 t} \quad (41)$$

$$m^{*c}(t) = 1.369 \cdot 10^{-4} e^{0.3177 t} + 0.3333 e^{-0.3177 t} \quad (42)$$

En consecuencia, las respectivas trayectorias óptimas para las variables objetivo y el coste total mínimo para el país 1 son:

$$\hat{Y}^c(t) = 1.784 \cdot 10^{-4} e^{0.3177 t} + 0.1564 e^{-0.3177 t} \quad (43)$$

$$\dot{p}_c^c = 2.749 \cdot 10^{-4} e^{0.3177 t} + 0.06283 e^{-0.3177 t} \quad (44)$$

$$H_1 = \frac{1}{2} \int_0^8 [W_1 [\hat{Y}^c(t)]^2 + W_2 [\dot{p}_c^c]^2] dt = 0.2906 \quad (45)$$

Dada la simetría de la solución de equilibrio cooperativo Nash, las trayectorias óptimas para el país 2 son idénticas en magnitud pero de signo contrario.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R.G.D., (1956): *Mathematical Economics*, Ed. Macmillan, London.
- ANCOT, J.P., HUGHES HALLET, A.J., PAELINCK, J.H.P., (1982): The determination of implicit preferences: two possible approaches compared, *European Economic Review*, núm. 18.
- ANCOT, J.P., HUGHES HALLETT, A.J., (1982): Consensus decisions and individual preferences in economic planning: an empirical study, *Greek Economic Review*, núm.4.
- AOKI, M., CANZONERI, M., (1979): Sufficient conditions for control of target variables and assignment of instruments in dynamic macroeconomic models, *International Economic Review*, núm. 3.
- AOKI, M., (1967): *Optimization of Stochastic Systems*, Academic Press, New York.
- AOKI, M., (1975): On a generalization of Tinbergen's condition in the theory of policy to dynamic models, *Review of Economic Studies*, núm. 42.
- AOKI, M., (1976): *Optimal Control and System Theory in Dynamic Economic Analysis*, Ed. North Holland, Amsterdam.
- AOKI, M., (1981): *Dynamic Analysis of Open Economies*, Academic Press, New York.
- AOKI, M., (1987): *State Space Modelling of Time Series*, Ed. Springer-Verlag, Berlin and New York.

- ARTIS, M.J., MILLER, M., (1986): On joining the EMS, *Midland Bank Review*, Invierno.
- ARTIS, M.J., OSTRY, S., (1986): *Intenational Economic Policy Coordination*, Royal Institute of International Affairs, New York.
- ARTIS, M.J., TAYLOR, M.P., (1988a): Exchange Rates and the EMS: Assesing the track Record, *CEPR Discussion Paper*, núm. 250.
- ARTIS, M.J., TAYLOR, M.P., (1988b): Exchange Rates, interes rates, capital controls and The European Monetary System: assesing the track record, en Giavazzi, F., Micossi, S., y Miller, M., *The European Monetary System*, Cambridge University Press, London.
- BACHARACH, M., (1976): *Economics and the Theory of Games*, Ed. Macmillan, London.
- BACKUS, D., DRIFILL, J., (1985): Inflation and reputation, *American Economic Review*, núm. 75.
- BALDWIN, R., LYONS, R., (1990): On the Microeconomics of the European Monetary Union, en *The Economics of EMU*, *European Economy*, núm. especial.
- BALDWIN, R., (1990): External economics and European integration: the potential for self-fulfilling expectations, en *The Economics of EMU*, *European Economy*, núm. especial.
- BARRO, R.J., GORDON, D.B., (1983): Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy, *Journal of Monetary Economics*, núm. 12, Julio.
- BARRO, R.J., (1983a): Rules, Discretion, and reputation in a Model of Monetary Policy, *Journal of Political Economy*, núm. 91.

- BARRO, R.J., (1983b): A Positive Theory of Monetary Policy in a natural-Rate Model, *Journal of Political Economy*, núm. 91.
- BARRO, R.J., (1986): Recent developments in the theory of rules versus discretion, *Economic Journal*, Supplement, núm. 36.
- BASAR, T., HAURIE, A., (1984): Feedback equilibria in Stackelberg games with structural and model uncertainties, en J.B. Cruz, *Advances in Large Scale Systems*, vol. 1, JAI Press, Connecticut.
- BASAR, T., OLSDER, G.J., (1982): *Dynamic Noncooperative Game Theory*, Academic Press, New York.
- BASAR, T., SELBUZ, H., (1979): Closed-loop Stackelberg strategies with applications in the optimal control of multi-level systems, *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-24.
- BASAR, T., TURNOVSKY, S.J., D'OREY, V., (1986): Optimal strategic monetary policies in dynamic interdependent economies, en T. Basar, *Dynamic Games and Applications in Economics*, Ed. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- BASAR, T., (1986): A tutorial on dynamic and differential games, en T. Basar, *Dynamic Games and Applications in Economics*, Ed. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- BASAR, T., (1989): Time consistency and robustness of equilibria in noncooperative dynamic games, en F. van der Ploeg y A.J. de Zeeu, *Dynamic Policy Games in Economics*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- BEGG, D., WYPLOSZ, C., (1987): Why the EMS? Dynamic Games and the Equilibrium Policy Regime, en R.C. Bryant y R.

- Portes, *Global Macroeconomics*, Ed. Macmillan, London.
- BELLMAN, R., (1957): *Dynamic Programming*, Princeton University Press, Princeton N.J.
- BERGSTROM, A.R., (1984): Continuous time stochastic models and issues of aggregation over time, en Z. Griliches y M.D. Intriligator, *Handbook of Economics*, vol.2, cap. 20, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- BERGSTROM, A.R., (1988): The history of continuous time econometric models, *Econometric Theory*, núm. 4.
- BINMORE, K., RUBINSTEIN, A., WOLINSKY, A., (1985): The Nash bargaining solution in economic modelling, *LSEPS Discussion Paper*, núm 112.
- BRANDSMA, A.S., HUGHES HALLETT, A.J., (1984a): Economic Conflict and the Solution of the Dynamic Games, *European Economic Review*, vol. 26.
- BRANDSMA, A.S., HUGHES HALLETT, A.J., (1984b): Non-Causalities and Time Inconsistency in Dynamic Non-Cooperative Games, *Economic Letters*, vol. 14.
- BRANSON, W., (1986): The Limits of Monetary Coordination as Exchange Rate Policy, *Brookings Papers on Economic Activity*, num. 1.
- BRIZ DE LABRA, R., CARVAJO VASCO, D., (1988): *Política Monetaria Europea: Componentes y evolución*. Ed. Trivium S.A., Madrid.
- BUITER, W.H., MARSTON, R.C., (1985): *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press.
- BUITER, W.H., (1980): The macroeconomics of Dr. Pangloss. A critical survey of the new classical macroeconomics,

- The Economic Journal*, núm. 90.
- BUITER, W.H., (1981): The superiority of contingent rules over fixed rules in models with rational expectations, *The Economic Journal*, núm. 91.
- BUITER, W.H., (1983): Optimal and time-consistent policies in continuous-time rational expectations models, *NBER Technical Working Paper*, núm. 29, Cambridge, Mass.
- BUITER, W.H., (1984): Saddlepoint problems in continuous time rational expectations models: a general method and some macroeconomic examples, *Econometrica*, núm.52.
- CALLE SAIZ, R., (1991): *La coordinación internacional de las políticas monetaria y fiscal: una controversia actual*, Ed. AC, Madrid.
- CALVO, G.A., (1978): On the time consistency of optimal policy in a monetary economy, *Econometrica*, núm.46.
- CANZONERI, M.B., GRAY, J.A., (1985): Monetary Policy Games and the Consequences of Noncooperative Behavior, en *International Economic Review*, núm. 26.
- CANZONERI, M.B., MINFORD, P., (1986): When International Policy Coordination Matters: An Empirical Analysis, *Discussion Paper Series, Centre for Economic Policy Research*, London.
- CANZONERI, M.B., (1982): Exchange Intervention Policy in A Multiple Country World, *Journal of International Economics*, núm. 13.
- CANZONERI, M.B., (1985): Monetary Policy Games and the Role of Private Information, *American Economic Review*, núm.75.

- CARLSON, D.A., HAURIE, A., (1987): *Infinite Horizon Optimal Control*, Ed. Springer-Verlag, Berlin.
- CARRARO, C., (1988): The implicit objective function of Italian macroeconomic policy, *Economic Modelling*, núm.3.
- CARRARO, C., (1989): The tastes of European Central Bankers, en M. De Cecco y A. Giovannini, *Monetary Regimes and Monetary Institutions: Issues and Perspectives in Europe*, Cambridge University Press.
- CARRARO, C., LAUSSEL, D., SALMON, M., Y SOUBEYRAN, A., (1991): *International Economic Policy Coordination*, Ed. Blackwell, U.S.A.
- CHOW, G.C., (1975): *Analysis and Control of Dynamic Systems*, Ed. John Wiley & Sons, New York.
- CHOW, G.C., (1977): Usefulness of imperfect models for the formulation of stabilization policies, *Annals of Economic and Social Measurement*, núm. 6.
- CHOW, G.C., (1987): Developments of control theory in macroeconomics, en C. Carraro y D. Sartore, *Developments of Control Theory for Economic Analysis*, Ed. Kluwer Academic, Dordrecht.
- COHEN, B.J., (1981): The European Monetary System: An Outsider's View, *Essays in International Finance*, núm. 142, International Finance Section, Princeton University.
- COHEN, D., MICHEL, P., (1984): Towards a theory of optimal precommitment I: an analysis of the time consistent equilibria, *CEPREMAP Discussion Paper*, núm. 8412.
- COHEN, D., MICHEL, P., (1988): How should control theory be used to calculate a time-consistent government

- policy?, *Review of Economic Studies*, núm. 55.
- COHEN, D., (1989): Problems of the European Central Bank, en M. De Cecco y A. Giovannini, *A European Central Bank?*, Cambridge University Press.
- COHEN, D., MELITZ J. Y OUDIZ G. (1988): Le système monétaire européen et l'asymétrie franc-marc, *Revue économique*, vol. 39, núm. 3.
- COLLINS, S., (1988): Inflation and the EMS, *NBER Working Paper*, núm. 2599.
- COLLINS, S., (1989): Inflation and the EMS, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller, *The European Monetary System*, Cambridge University Press.
- CONTRERAS, J., (1989): Coordinación internacional de las políticas económicas: *Fundación Fondo para la investigación Económica y Social*, documento de trabajo núm.48.
- COOPER, R.N., (1968): *The Economics of Interdependence: Economic Policy in the Atlantic Community*, Columbia University Press, New York.
- COOPER, R.N., (1969): Macroeconomic policy adjustment in interdependent economies, *Quarterly Journal of Economics*, núm. 83.
- COOPER, R.N., (1985): Economic Interdependence and Coordination of Economic Policies, en *Handbook of International Economics*, vol. 2, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- COURNOT, A.A., (1838): *Recherches sur les Principes Mathématiques de la Théorie des Richesses*, Ed. Hachette, Paris. (Edición inglesa, 1960, *Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth*, Ed. Kelley, New York).

- CRUZ, J.B., (1975): Survey of Nash and Stackelberg equilibrium strategies in dynamic games, *Annals of Economic and Social Measurement*, núm. 4.
- CURRIE, D., LEVINE, P., (1985a): Macroeconomic policy design in an interdependent world, en W.H. Buitter y R.C. Marston, *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press.
- CURRIE, D., LEVINE, P., (1985b): Simply macropolicy rules for the open economy, *Economic Journal (Supplement)*, núm. 95.
- CURRIE, D., LEVINE, P., (1987): Credibility and time inconsistency in a stochastic world, *Journal of Economics*, núm. 47.
- CURRIE, D., LEVINE, P., y Vidalis, N., (1987): en *Global Macroeconomic Policy Conflict and Cooperation*, Ed. Macmillan, London.
- DE GRAUWE, P., (1975a): The Interaction of Monetary Policy in a Group of European Countries, *Journal of International Economics*, núm. 5.
- DE GRAUWE, P., (1975b): International Capital Flows and Portfolio Equilibrium: Comment, *Journal of Political Economy*, núm. 83.
- DE GRAUWE, P., (1987): International Trade and Economic Growth in the European Monetary System, *European Economic Review*, núm. 31.
- DEISSENBERG, C., (1983): Interactive solution of multiple objective, dynamic, macroeconomic stabilization problems: a comparative study, en J. Gruber, *Econometric Decision Models*, Ed. Springer-Verlag, Berlin.

- DOCKNER, E., FEICHTINGER, G., JORGENSEN, S., (1985): Tractable classes of nonzerosum open-loop Nash differential games: theory and examples, *Journal of optimization Theory and Applications*, núm. 45.
- DOCKNER, E., NECK, R., (1986): Cooperative and no cooperative solutions for a linear quadratic differential games model of stabilization policies, en A. Benssou-san y J.L. Lions, *Analysis and Optimization of Systems*, Springer-Verlag, Berlin y New York.
- DORNBUSCH, R., (1982a): Stabilization Policies in Developing Countries: What Have We Learned?, *World Development*, núm. 10.
- DORNBUSCH, R., (1982b): Exchange Risk and Macroeconomic of Exchange Rate Determination, en R. Hawkins, R. Levich y C. Wihlborg, eds., *The Internationalization of Financial Markets and National Economic Policy*, Ed. JAI Press, Greenwich, Connecticut.
- DORNBUSCH, R., (1986): Inflation, Exchange Rates, and Stabilization, *Essays in International Finance*, núm.165, International Finance Section, Princeton University.
- DORNBUSCH, R., (1988a): Money and Finance in European Integration, en *Money and Finance in European Integration*, Ed. EFTA, Geneva.
- DORNBUSCH, R., (1988b): The EMS, the Dollar and the Yen, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller, *The European*

- Monetary System*, Cambridge University Press. London.
- DRIFFILL, J., (1982): Optimal Money and Exchange rate Policies, *Greek Economic Review*, vol. 4.
- DRIFFILL, J., (1988): The Stability and Sustainability of the EMS with Perfect Capital Markets, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller, *The European Monetary System*, Cambridge University Press.
- EICHENGREEN, B., (1985): International Policy Coordination in Historical Perspective: A view from the Interwar Years, en *International Economic Policy Coordination*, Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- FAXEN, K.O., (1957): *Monetary and Fiscal Policy under Uncertainty*, Ed. Almqvist & Wicksell, Stockholm.
- FELDSTEIN, M.S., (1986): The World Economy, *The Economist*, Junio.
- FERSHTMAN, C., KAMIEN, M.I., (1985): Conjectural equilibrium and strategy spaces in differential games, en G. Feichtinger, *Optimal Control Theory and Economic Analysis*, núm. 2, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- FISCHER, M.E., FULLER, A.T., (1958): On the stabilization of matrices and the convergence of linear iterative processes, *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, núm. 54.
- FISCHER, S., (1980): Dynamic Inconsistency, Cooperation, and the Behavior of the Benevolent Dissembling Government, *Journal of Economics Dynamics and Control*, núm. 2.
- FISCHER, S., (1983): Seignorage and Fixed Exchange Rates,

- en P. Aspe, R. Dornbusch y M. Obstfeld, *Developing Countries in the World Financial Market*, University of Chicago Press, Chicago.
- FISCHER, S., (1987): International Macroeconomic Policy Coordination, *Working Paper Series, National Bureau of Economic Research*, Cambridge, Mass.
- FISCHER, S., (1988): Real Balances, the Exchange Rate and indexation: Real Variables in Disinflation, *Quarterly Journal of Economics*, núm. 103.
- FRENKEL, J.A., GOLDSTEIN, M., MASSON, P.R., (1988): International coordination of Economic Policies: Scope, Methods and Effect, en *Economic Policy Coordination*, International Monetary Fund.
- FRENKEL, J.A., RAZIN, A., (1985): Fiscal Expenditures and International Economic Interdependence, en *International Economic Policy Coordination*, University Press, Cambridge.
- FRENKEL, J.A., ROCKETT, K.E., (1986): International Macroeconomic Policy Coordination when Policymakers Disagree on the Model, *Working Paper Series, National Bureau of Economic Research*, Cambridge, Mass.
- FRENKEL, J.A., ROCKETT, K.E., (1988): International Macroeconomic Policy Coordination when Policymakers do not Agree on the True Model, en *The American Economic Review*.
- FRENKEL, J.A., (1987): Obstacles to international macroeconomic policy coordination, *International Monetary Fund WP*, núm. 87.

- FRIEDMAN, A., (1971): *Differential Games*, Ed. Wiley Interscience, New York.
- FRIEDMAN, B.M., (1972): Optimal economic stabilization policy: an extended framework, *Journal of Political Economy*, núm. 80.
- FRIEDMAN, B.M., (1975): *Economic Stabilization Policy: Methods in Optimization*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- FRIEDMAN, J.W., (1971): A non-cooperative equilibrium for super-games, *Review of Economic Studies*, núm. 38.
- FRIEDMAN, J.W., (1977): *Oligopoly and the Theory of Games*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- FRIEDMAN, J.W., (1983): *Oligopoly Theory*, Cambridge University Press, New York.
- FRIEDMAN, J.W., (1986): *Game Theory with Applications in Economics*, Oxford University Press.
- FRISCH, R., (1933): Monopole, Polypole. La notion de force dans l'economie, *National-ekonomisk Tidskrift*. Reprinted in *International Economic Papers*, 1 (1951).
- FRISCH, R., (1956): Macroeconomics and linear programming, en *Twentyfive Economic Essays in Honour of Eric Lindahl*, Ed. Ekonomisk Tidskrift, Stockholm.
- FRISCH, R., (1957): Numerical determination of a quadratic preference function for use in macroeconomic programming, *Memorandum from the Institute of Economics at the University of Oslo*, núm. 14.
- FRYDMAN, R., PHELPS, E.S., (1983): *Individual Forecasting and Aggregate Outcomes*, Cambridge University Press.
- GAGNON, J., (1989): Exchange Rate Variability and the Level

of International Trade, Board of Governors of the Federal Reserve System, *International Finance, Discussion Paper*, núm. 369.

GANDOLFO, G., PETIT, M.L., (1987): Dynamic optimization in continuous time and optimal policy design in the Italian economy, *Annales d'Economie et de Statistique*, núm. 6-7.

GANDOLFO, G., (1980): *Dynamics: methods and Models*, Ed. North-Holland, Amsterdam.

GANDOLFO, G., (1986): *International Economics*, Ed. Springer-Verlag, Berlin and New York.

GHOSH, A.R., MASSON, P.R., (1987): International Policy Coordination in a World with Model Uncertainty, *IMF Working Paper*, International Monetary Fund.

GHOSH, A.R., (1986): International Policy Coordination in an Uncertain World, en *Economics Letters*, núm. 21

GHOSH, S., GILBERT, C.L., HUGHES HALLETT, A.J., (1987): *Stabilizing Commodity Markets*, Oxford University Press.

GIAVAZZI, F., GIOVANNINI, A., (1987): Models of the EMS: Is Europe a Greater Deutsche-Mark Area?, en R. Bryant y R. Portes, *Global Macroeconomics: Policy Conflicts and Cooperation*, Ed. MacMillan, London.

GIAVAZZI, F., GIOVANNINI, A., (1989): Monetary Policy Interaction under Managed Exchange Rates, *Economica*.

GIAVAZZI, F., MICOSI, S., MILLER, M., (1988): *The European Monetary System*, Cambridge University Press, Cambridge.

GIAVAZZI, F., PAGANO, M., (1988): The Advantage of Tying One's Hand: EMS Discipline and Central Bank Credi-

- bility, *European Economic Review*, núm. 32.
- GIOVANNINI, A., (1986): Rules of the Game during the International Gold Standard: England and Germany, *Journal of International Money and Finance*, núm. 5
- GIOVANNINI, A., (1988): The Macroeconomics of Exchange-Rate and Price-Level Interactions: Empirical Evidence for West Germany, *NBER Working Paper*, núm. 2544.
- GROBER, G., (1988): Empirical Evidence of Effects of policy Coordination among Major Industrial Countries since Rambouillet Summit of 1975, en *Economic Policy Coordination*, International Monetary Fund.
- GROS, D., THYGESEN, N., (1988): The EMS: Achievements, Current Issues and Directions for the Future, *CEPS Paper*, núm. 35.
- GROS, D., (1987): Capital Controls in the EMS: A Model with Incomplete Market Separation, *CEPS Working Paper*, núm.32.
- GROS, D., (1989): On the Volatility of Exchange Rates, A Test of Monetary and Portfolio Models of Exchange Rate Determination, *Weltwirtschaftliches Archiv*, Junio.
- HAHN, C., (1986): International Economic Cooperation: A business View, en *Interdependence and Cooperation in Tomorrow's World*, OCDE, París.
- HAMADA, K., SAKURAI, M., (1978): International Transmission of Stagflation under Fixed and Flexible Exchange Rates, *Journal of Political Economy*, núm. 86.
- HAMADA, K., (1976): A Strategic Analysis of Monetary Interdependence, en *Journal of Political Economy*.
- HAMADA, K., (1986): Strategic Aspect of International

Fiscal Interdependence, *Economic Studies Quarterly*,
núm. 37.

- HANSEN, L.P., SARGENT, T.J., (1980): Formulating and estimating dynamic linear rational expectations model, *Journal of Economic Dynamics and Control*, núm.2
- HAURIE, A., TOWINSKI, B., (1984): Acceptable equilibria in dynamic bargaining games, *Large Scale Systems*, núm.6
- HAURIE, A., TOWINSKI, B., (1985): Definition and properties of cooperative equilibria in a two-player game of infinite duration, *Journal of Optimization Theory and Applications*, núm. 46.
- HAURIE, A., TOWINSKI, B., (1990): Cooperative equilibria in discounted stochastic sequential games, *Journal of Optimization Theory and Applications*, núm. 64.
- HOLLY, S., HUGHES HALLETT, A.J., (1989): *Optimal Control, Expectations and Uncertainty*, Cambridge University Press.
- HOLLY, S., (1983): Dynamic Inconsistency and Dynamic Games in Intertemporal Optimization Models: A Resolution of the Kydland and Prescott Conundrum, *Discussion Paper*, núm. 108, Centre for Economic Forecasting, London Business School.
- HOLTHAM, G., HUGHES HALLETT, A.J. (1987): International policy coordination and model uncertainty, en R. Bryant y R. Portes, *Global Macroeconomics: Policy Conflict and Cooperation*, Ed. MacMillan, London.
- HORNE J., MASSON P.R., (1988): Scope and Limits of International Economic Cooperation and Policy Coordination, e *Staff Papers*, International Monetary Fund, vol. 35.

- HUGGES HALLETT, A.J., PETIT, M. L., (1988a): Trade-off reversals in macroeconomic policy, *Journal of Economic Dynamics and Control*, núm. 12.
- HUGGES HALLETT, A.J., PETIT, M. L., (1988b): Decentralized policies and efficient trade-offs: the costs of uncoordinated fiscal and monetary policies, *CEPR discussion paper*, núm. 251.
- HUGGES HALLETT, A.J., PETIT, M. L., (1988c): The reversed trade-off problem in optimal economic policy selection, en G. Feichtinger, *Optimal Control Theory and Economic analysis*, núm. 3, Ed. NorthHolland, Amsterdam.
- HUGGES HALLETT, A.J., REES, H., (1983): *Quantitative Economic Policies and Interactive Planning*, Cambridge University Press.
- HUGHES HALLETT, A.J., (1979): Computing revealed preferences and limits to the validity of quadratic objective functions for policy optimization, *Economics Letters*, núm. 2.
- HUGHES HALLETT, A.J., (1984): Noncooperative strategies for dynamic policy games and the problem of time inconsistency, *Oxford Economic Papers*, núm. 36.
- HUGHES HALLETT, A.J., (1986): Autonomy and the choice of policy in asymmetrically dependent economies, *Oxford Economic Papers*, núm. 38.
- HUGHES HALLETT, A.J., (1989): Econometrics and the theory of economic policy: the Tinbergen-Theil contributions 40 years on, *Oxford Economic Papers*, núm. 41.

- INSTITUTO DE ESTUDIOS ECONOMICOS., (1988): La coordinación de las políticas económicas nacionales, *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, núm. 3.
- INTRILIGATOR, M.D., (1971): *Mathematical Optimization and Economic Theory*, Englewood Cliffs N.J.: Prentice-Hall.
- ISHII, N., MCKIBBIN, N., Y SACHS, J., (1985): The Economic Policy Mix, Policy Cooperation and Protectionism: Some Aspects of Macroeconomic Interdependence among the United States, Japan and the other OECD Countries, en *Journal of Policy Modeling*, vol. 7, núm.4
- JOHANSEN, L., (1974): Establishing preference functions for macroeconomic decision models, *European Economic Review*, núm. 5.
- JOHANSEN, L., (1978): *Lectures on macroeconomic planning*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- JOHANSEN, L., (1982): A Note on the Possibility of an International Equilibrium with Low Levels of Activity, *Journal of International Economics*, vol. 13.
- JOHANSEN, L., (1983): On the status of the Nash type of noncooperative equilibrium in economic theory, *Scandinavian Journal of Economics*, núm. 84.
- JOHNSON, H.G., (1953): Optimum Tariffs and Retaliation, *Review of Economic Studies*, vol. 21.
- JONES, M., (1983): International Liquidity: A Welfare Analysis, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 98.
- KALAI, E., SMORODINSKY, M., (1975): Other solutions to Nash bargaining problem, *Econometrica*, núm. 43.
- KALAI, E., (1977): Proportional solutions to bargaining si-

- tuations: interpersonal utility comparisons, *Econometrica*, núm. 45.
- KAMIEN, M.I., SCHWARTZ, N.L., (1981): *Dynamic Optimization*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- KYDLAND, F., PRESCOTT, E.C., (1977): Rules rather than discretion: the inconsistency of optimal plans, *Journal of Political Economy*, núm. 85.
- KYDLAND, F., PRESCOTT, E.C., (1980): A competitive theory of fluctuations and the feasibility and desirability of stabilization policy, en S. Fischer, *Rational Expectations and Economic Policy*, University of Chicago Press.
- KYDLAND, F., PRESCOTT, E.C., (1982): Time to built and aggregate fluctuations, *Econometrica*, núm. 50.
- KYDLAND, F., (1975): Noncooperative and dominant player solutions in discrete dynamic games, *International Economic Review*, núm. 16.
- KYDLAND, F., (1976): Decentralized stabilization policies: optimization and assignment problems, *Annals of Economic and Social Measurement*, núm. 5.
- LASKAR, D., (1986): International Cooperation and Exchange Rate Stabilization, *Journal of International Economics*, núm. 21.
- LEVINE, P., CURRIE, D., (1985): Optimal feedback rules in an open economy macromodel with rational expectations, *European economic Review*, núm. 27.
- LEVINE, P., CURRIE, D., (1987a) : Does international macroeconomic policy coordination pay and is it sustainable?: a two country analysis, *Oxford Economic Papers*, núm. 39.

- LEVINE, P., CURRIE, D., (1987b): The design of feedback rules in linear stochastic rational expectations models, *Journal of Economic Dynamics and Control*, núm.11.
- LEYVA, M.L., (1989): El comportamiento reciente del Sistema Monetario Europeo, *Boletín Económico*, Banco de España, Julio-Agosto.
- LUCAS, R.E., SARGENT, T.J., (1981): Introduction, en *Rational Expectations and Econometric Practice*, R.E Lucas y T.J. Sargent, eds., Ed. Allen and Unwin, London.
- LUCAS, R.E., STOKEY, N., (1983): Optimal fiscal and monetary policy in an economy without capital, *Journal of Monetary Economics*, núm. 12.
- LUCE, R.D., RAIFFA, H., (1957): *Games and Decisions*, Ed. John Wiley & Sons, New York.
- LUDLOW, P., (1982): *The Making of the European Monetary System*, London.
- MARSTON, R.C., (1980): Cross Country Evidence of Sterilization, Reserve Currencies, and Foreign Exchange Intervention, *Journal of International Economics*, núm.10.
- MARTINEZ, J.C., SINN, S., (1988): The Game-Theoretic Approach to International Policy Coordination: Assessing the Role of Targets, *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 22.
- MASTROPASQUA, C., MICOSSI, S., RINALDI, R., (1988): Intervention, Sterilization, and Monetary Policy in EMS Countries, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller,

- European Monetary System*, Cambridge University Press.
- MAX CORDEN, W., (1985): On Transmission and Coordination under Flexible Exchange Rates, en *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press.
- MAYCAS TARASCON, J., (1987): Reforzamiento del Sistema Monetario Europeo, *Boletín Económico*, Banco de España, noviembre.
- MAYCAS TARASCON, J., (1988): La coordinación internacional de las políticas económicas, *Boletín Económico*, Banco de España, febrero.
- MELITZ, J., (1988): Monetary Discipline, Germany, and the European Monetary System, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller, *European Monetary System*, Cambridge University Press.
- MIDDLETON, P., (1986): Economic Interdependence and the Role of Government, en *Interdependence and Cooperation in Tomorrow's World*, OCDE, París.
- MILLER, M., SALMON, M., (1985a): Dynamic games and the time inconsistency of optimal policy in open economies, *Economic Journal*, Supplement.
- MILLER, M., SALMON, M., (1985b): Policy coordination and dynamic games, en W.H. Buiter y R.C. Marston, *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press.
- MILLER, M., WELLER, M., (1989): Exchange Rates Bands and Realignment in a Stationary Stochastic Setting, *CEPR Discussion Paper*, núm. 299.
- MINFORD, P., (1985): The Effects of American Policies: A New Classical Interpretation, en *International*

Economic Policy Coordination, Cambridge University Press.

- MUNDELL, R.A., (1960): The monetary dynamics of international adjustment under fixed and flexible exchange rates, *Quarterly Journal of Economics*, núm. 74.
- MUNDELL, R.A., (1962): The appropriate use of monetary and fiscal policy for internal and external stability, *IMF Staff Papers*, núm. 9.
- MUNDELL, R.A., (1968): *International Economics*, Ed. McMillan, New York.
- MURATA, Y., (1982): *Optimal control Methods for Linear Discrete Time Economic Systems*, Ed. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- MYOKEN, H., (1975): Non-zero-sum Differential Games for the Balance of Payments Adjustments in an Open Economy, *International Journal of Systems Science*, Vol. 6.
- NASH, J.F., (1950): The bargaining problem, *Econometrica*, núm. 18.
- NASH, J.F., (1951): Non-cooperative games, *Annals of Mathematics*, núm. 54.
- NASH, J.F., (1953): Two-person cooperative games, *Econometrica*, núm. 21.
- NECK, R., (1985): A differential game model of macroeconomic policies, en G. Feichtinger, *Optimal Control and Economic Analysis 2*, núm. 607, Ed. North-Holland, Amsterdam.

- NEESE, J.W., PINDYCK, R.S., (1984): Behavioural assumptions in decentralized stabilization policies, en Hughes Hallett, *Applied Decision Analysis and Economic Behaviour*, Ed. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- NYBLÉN, G., (1951): *The problem of Summation in Economic Science*, Ed. C.W.K. Gleerup, Lund.
- OBSTFELD, M., (1980): Sterilization and Offsetting Capital Movement: Evidence from West Germany, 1960-1970, *NBER Working Paper*, núm. 494.
- OBSTFELD, M., (1982): Can We Sterilize? Theory and Evidence, *American Economic Review*, núm. 72.
- OBSTFELD, M., (1983): Exchange Rates, Inflation, and the Sterilization Problem, *European Economic Review*, núm.21.
- OUZIZ, G., SACHS, J., (1984): Macroeconomic Policy Coordination among the Industrial Economies, en *The Brookings Paper on Economic Activity*, núm. 1.
- OUZIZ, G., SACHS, J., (1985): International Policy Coordination in dynamic Macroeconomic Models, en *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press.
- PADOA SCHIOPPA, T., (1985a): Policy Cooperation and the EMS Experience, en *International Economic Policy Coordination*, Cambridge University Press.
- PADOA SCHIOPPA, T., (1985b): *Money Policy and Europe*, Office for Official Publications of the European Community.

- PADOA SCHIOPPA, T., (1988): The EMS; A Long-Term View, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller, *The European Monetary System*, Cambridge University Press.
- PAPAVASSILOPOULOS, G.P., CRUZ, J.B., (1980): Stackelberg and Nash strategies with memory, *Journal of Optimization Theory and Applications*, núm. 31.
- PETIT, M.L., (1985): Path controllability of dynamic economic systems, *Economic Notes*, núm. 14.
- PETIT, M.L., (1987): A system theoretic approach to the theory of economic policy, en C. Carraro y D. Sartore, *Developments of Control theory for Economic Anaysis*, Ed. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- PETIT, M.L., (1989): Fiscal and monetary policy coordination: a differential game approach, *Journal of applied Econometrics*, núm. 4.
- PETIT, M.L., (1990): *Control Theory and Dinamics Games in Economic Policy Analysis*, Ed. Cambridge University Press.
- PINDYCK, R.S., (1973): Optimal policies for economic stabilization, *Econometrica*, núm. 41.
- PINDYCK, R.S., (1975): *Optimal Planning of Economic Stabilization*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- PINDYCK, R.S., (1976): The cost of conflicting objectives in policy formulation, *Annals of Economic and Social Measurement*, núm. 5.
- PINDYCK, R.S., (1977): Optimal economic stabilization policies under decentralized control and conflicting objectives, *IEEE Transactions on Automatic Control*.

- POHJOLA, M., (1983): Nash and Stackelberg Solutions in a Differential Game Model of Capitalism, *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 6.
- POHJOLA, M., (1986): Applications of dynamic game theory to macroeconomics, en T. Basar, *Dynamic Games and Applications in Economics*, Ed. Springer-Verlag, New York.
- POLAK, J.J., (1981): *Coordination of National Economic Policies*, Ed. The Group of Thirty, New York.
- POLAK, J.J., (1988): Economic Policy Objectives and Policymaking in the Major Industrial Countries, en *Economic Policy Coordination*, International Monetary Fund.
- PONTRYAGIN, L.S., BOLTYANSKII, V., GAMKRELIDZE, R., MISHCHENKO, E., (1962): *The Mathematical Theory of Optimal Processes*, Ed. Interscience, New York.
- PRESCOTT, E.C., (1977): Should control theory be used for economic stabilization?, en K. Brunner y A. Metzler, *Optimal policies, control theory and technology exports*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- PRESTON, A.J., PAGAN, A.R., (1982): *The Theory of Economic Policy*, Cambridge University Press.
- PRESTON, A.J., (1974): A dynamic generalization of Tinbergen's theory of policy, *Review of Economic Studies*, núm. 41.
- RADNER, R., (1980): Collusive behavior in noncooperative epsilon equilibria of oligopolies with long but finite lives, *Journal of Economic Theory*, núm. 22.
- RAIFFA, H., (1953): Arbitration schemes for generalized

- two-person games, en H.W. Kuhn y A.W. Tucker, *Contributions to the theory of games*, II. Annals of Mathematical Studies, núm. 28, Princeton University Press.
- RIVES, N.W., (1975): On the history of the mathematical theory of games, *History of Political Economy*, núm.7.
- ROGOFF, K., (1984): The optimal degree of commitment to an intermediate monetary target, *Board of Governors of the Federal Reserve System*.
- ROGOFF, K., (1985a): Can international monetary policy cooperation be counterproductive?, *Journal of International Economics*, núm. 18.
- ROGOFF, K., (1985b): Can Exchange Rate Predictability be Achieved Without Monetary Convergence?, *European Economic Review*, núm. 28.
- ROGOFF, K., (1985c): The Optimal Degree of Commitment to an Intermediate Monetary Target, *Quarterly Journal of Economics*, núm. 100.
- ROTH, A.E., (1979): *Axiomatic Models of Bargaining*, Ed. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- RUBINSTEIN, A., (1979): Equilibrium in super games with the overtaking criterion, *Journal of Economic Theory*, núm. 21.
- RUBINSTEIN, A., (1982): Perfect equilibrium in a bargaining model, *Econometrica*, núm. 50.
- RUSSO, M., TULLIO, G., (1988): Monetary Policy Coordination within The European Monetary System: is there a Rule?, en F. Giavazzi, S. Micossi y M. Miller, *The European Monetary System*, Cambridge University Press, Cambridge.

- SACHS, J., (1983): International Policy Coordination in a Dynamic Macroeconomic Model, *National Bureau Economic Research, Working Paper*, núm. 1166, Cambridge.
- SARGENT, T.J., WALLACE, N., (1975): Rational expectations, the optimal monetary instrument and the optimal money supply rule, *Journal of Political Economy*, núm. 83.
- SARGENT, T.J., (1979): *Macroeconomic Theory*, Academic Press, New York.
- SARGENT, T.J., (1987): *Dynamic Macroeconomic Theory*, Ed. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- SASSANPOUR, C., SHEEN, J., (1984): An empirical analysis of the effects of monetary disequilibrium in open economies, *Journal of Monetary Economics*, núm. 13.
- SEIERSTAD, A., SYDSAETER, K., (1987): *Optimal Control Theory with Economic Applications*, Ed. North-Holland, Amsterdam.
- SIMAAN, M., CRUZ, J.B., (1973a): On the Stackelberg Strategy in Nonzero-sum Games, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 11.
- SIMAAN, M., CRUZ, J.B., (1973b): Additional Aspects of the Stackelberg Strategy in Nonzero-sum Games, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 11
- STEMP, P.J., TURNOVSKY, S.J., (1984): Optimal Stabilization Policies under Perfect Foresight, en *Applied Decision Anlysis and Economic Behaviour*, Ed. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- STEMP, P.J., TURNOVSKY, S.J., (1987): Optimal Monetary Policy in an Open Economy, *European Economic Review*, Julio.

- SVENSSON, L.E.O., (1986): *International Fiscal Policy Transmission, Institute for International Economic Studies, University of Stockholm, Seminar Paper, núm. 372.*
- TANZI, V., TER-MINASSIAN, T., (1987): *The European Monetary System and Fiscal Policies, en CNOSSEN, Sijbren (compilador), Tax Coordination in the European Community, New York.*
- TANZI, V., (1988): *Los problemas en la coordinación de las políticas fiscales, en Finanzas y desarrollo.*
- TAYLOR, J.B., (1985): *International Coordination in the Design of Macroeconomic Policy Rules, en European Economic Review, núm. 28.*
- THEIL, H., (1954): *Econometric models and welfare maximization, Weltwirtschaftliches Archiv, núm. 72.*
- THEIL, H., (1956): *On the theory of economic policy, American Economic Review, núm. 46.*
- THEIL, H., (1964): *Optimal Decision Rules for Government and Industry, Ed. North-Holland, Amsterdam.*
- THEIL, H., (1987): *Macroeconomic Policy and Coordination: A View from Germany, Paper presented at the NBER Interdisciplinary Conference on the Political Economy of International Macroeconomic Policy Coordination, Noviembre.*
- TINBERGEN, J., (1952): *On the Theory of Economic Policy, Ed. North-Holland, Amsterdam.*
- TINBERGEN, J., (1966): *Economic Policy: Principles and design, Ed. North-Holland, Amsterdam.*
- TOLWINSKI, B., HAURIE, A., LEITMANN, G., (1986): *Coopera-*

- tive equilibria in differential games, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, núm. 119.
- TOLWINSKI, B., (1981): Closed-loop Stackelberg solution to a multistage linear-quadratic game, *Journal of Optimization Theory and Applications*, núm. 2.
- TURNOVSKY, S., BASAR, T., D'OREY, V., (1988): Dynamic Strategic Monetary Policies and Coordination in Interdependent Economies, en *The American Economic Review*, Junio.
- TURNOVSKY, S., (1988): The Gains from Fiscal Cooperation in the Two-Commodity Real Trade Model, *Journal of International Economics*, núm. 25.
- TURNOVSKY, S.J., BROCK, W.A., (1980): Time consistency and optimal government policies in perfect foresight equilibrium, *Journal of Public Economics*, núm. 13.
- UNGERER, H., EVANS, O., MAYER, T., YOUNG, P., (1986): The European Monetary System: Recent Developments, *Occasional Paper*, núm. 48, Ed. International Monetary Fund. Washington D.C.
- UNGERER, H., EVANS, O., YOUNG, P., (1983): The European Monetary System: The Experience, *Occasional Paper*, núm. 19, Ed. International Monetary Fund. Washington D.C.
- VAN YPERSELE, J., KOEUNE, J.C., (1985): *The European Monetary System: Operation and Outlook*, Ed. Woodhead-Faulkner, Cambridge (UK).
- VIÑALS, J., (1987): La Incorporación de España al Sistema Monetario Europeo y sus Consecuencias para la Política Monetaria, en *La Política Monetaria en España*, FEDEA.
- VIÑALS, J., DOMINGO, L., (1987): La peseta y el SME: un

modelo del tipo de cambio peseta-marco, *Revista Española de Economía*, vol. 4, núm. 1.

- VIÑALS, J., (1988a): El Mercado Interior de 1992 y el Sistema Monetario Europeo: perspectivas de futuro, *Boletín Económico*, Banco de España, abril.
- VIÑALS, J., (1988b): El Sistema Monetario Europeo, España y la política macroeconómica, *Información Comercial Española*, núm. 657.
- VIÑALS, J., (1989): Del Sistema Monetario Europeo a la Union Monetaria Europea, *Información Comercial Española*, núm. 675.
- VON NEUMANN, J., MORGENSTERN, O., (1944): *Theory of Games and Economic Behavior*, Ed. John Wiley & Sons, London.
- WYPLOSZ, CH., (1988): Capital Movement Liberalization: A French Perspective, *European Economy*, núm. 36.
- WYPLOSZ, CH., (1989): Asymmetry in the EMS: International or Systemic, *European Economic Review*, núm. 33.
- ZHENG, Y.P., BASAR, T., CRUZ, J.B., (1984): Incentive Stackelberg strategies for deterministic multi-stage decision processes, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*.

