MODELO LSW VERSUS MODELO NRH-GAP, APLICACION DE UNA NUEVA METODOLOGIA DE SELECCION DE MODELOS*

Antonio AZNAR
M.^a Teresa APARICIO
Fco. Javier TRIVEZ
Universidad de Zaragoza

En este trabajo se aplica una nueva metodología de selección de modelos econométricos a datos trimestrales de la economía española. En concreto, se trata de evaluar empíricamente dos versiones de los modelos clásico y keynesiano, los modelos que denominaremos, respectivamente LSW (Lucas-Sargent-Wallace) y NRH-GAP (Hipótesis de la tasa Natural-Ajuste Gradual de Precios). Se pone énfasis en los siguientes tres puntos: en primer lugar, obtener formulaciones susceptibles de contraste empírico de estos dos modelos alternativos desarrollados dentro de la Macroeconomía; en segundo lugar, se hace referencia a los estadísticos que configuran el nuevo enfoque, analizando las etapas del mismo; y, en tercer lugar, coherentemente con el nuevo enfoque adoptado, se diseña una forma alternativa de presentar los resultados obtenidos. El trabajo termina con las conclusiones obtenidas en la aplicación concreta contenida en el mismo.

1. Introducción

Tradicionalmente la Teoría Macroeconómica se ha venido desarrollando en torno a dos grandes líneas de pensamiento que han centrado su atención en una serie de puntos cuyo tratamiento ha distinguido a los impulsores de una y otra línea. Ver por ejemplo Branson (1978), Sargent (1979) y Dornbusch y Fischer (1986).

En fechas más recientes —los años setenta— dentro de cada una de estas corrientes se han generado una serie de formulaciones susceptibles de contraste empírico que parecían reunir lo esencial de ambas líneas.

Siguiendo a Hoover (1988), a la primera línea la llamaremos «Nueva Macroeconomía Clásica», y siguiendo a Gordon (1990), a la segunda la llamaremos «Nueva Economía Keynesiana». En ambos textos puede encontrarse lo esencial de las dos corrientes. Dentro de la primera, en este trabajo vamos a prestar atención al llamado «Modelo LSW» (Lucas-Sargent-Wallace) y dentro de la segunda al «Modelo NRH-GAP» (Hipótesis de la tasa Natural-Ajuste Gradual de Precios).

* Los autores agradecen a Jesús Mur y Fernando Sanz su colaboración en el tratamiento de los datos.

La estructura del trabajo es la siguiente. En la sección segunda se presentan las especificaciones de los dos modelos. En la sección tercera se detalla el proceso de contraste empírico que va a utilizarse. La aplicación de esta metodología a datos trimestrales de la economía española que abarcan el período 1964-1984 se lleva a cabo en la sección cuarta. Por último, las principales conclusiones del trabajo se presentan en la sección quinta.

2. Modelos teóricos LSW y NRH-GAP y su especificación empírica

Como ya hemos indicado, las diferencias entre las dos corrientes se concretan en el tratamiento dado a una serie de cuestiones relevantes en el campo de la macroeconomía. Así se hablará de la forma que adopta la curva de oferta, de la dicotomía entre los sectores real y monetario, de la falta de efectividad de la política monetaria, etc. Pero obviando el aspecto metodológico de si la teoría keynesiana es *ad-hoc* y la clásica está bien fundamentada, pues unos y otros se afanan en la actualidad en derivar los fundamentos microeconómicos de sus propuestas, parece aceptarse con generalidad que la principal discrepancia gira en torno al supuesto de la mayor o menor flexibilidad de los precios en los diferentes mercados y las consecuencias que se derivan de ese supuesto.

En torno a este punto se han producido aportaciones relevantes tanto en una corriente como en la otra. Dentro de la primera, se inicia una línea con los trabajos de Friedman (1968) y Phelps (1970) que luego se consolida en los trabajos de Lucas (1972 y 1973), Sargent y Wallace (1976) y Sargent (1979). Dentro de la segunda línea, una serie importante de aportaciones son las de Gordon (1981, 1982, 1983 y 1990) y Hall y Taylor (1986).

Dado el objetivo del presente trabajo, no vamos a llevar a cabo un estudio pormenorizado de cada una de estas aportaciones. Nos limitaremos a extraer de ellas todo aquello que permita obtener especificaciones alternativas susceptibles de contraste empírico. Para ello, tomaremos como punto de referencia los desarrollos contenidos en Gordon (1982), en el que se obtiene un modelo general con dos relaciones que explican el producto real y los precios del que, tras considerar ciertos tipos de restricciones, son casos particulares los modelos LSW y NRH-GAP.

Comencemos definiendo las siguientes variables:

Y_t : nivel de renta en términos monetarios.

QR_t : nivel de renta en términos reales.

P_t : precios.

QR_t^N : nivel natural de la renta real.

donde el subíndice t indica el período temporal considerado.

Denominemos ahora:

$$Q_t = \log QR_t \quad Q_t^N = \log QR_t^N$$

$$Q_t^* = \log QR_t - \log QR_t^N = Q_t - Q_t^N$$

y asimismo:

$$\dot{y}_t = \dot{q}_t + \dot{p}_t$$

en donde:

$$\begin{aligned} \dot{y}_t &= \log (Y_t/Y_{t-1}) \\ \dot{q}_t &= \log (QR_t/QR_{t-1}) \\ \dot{p}_t &= \log (P_t/P_{t-1}) \end{aligned}$$

pudiéndose definir:

$$\dot{y}_t^* = \dot{y}_t - \dot{q}_t^N$$

siendo:

$$\dot{q}_t^N = \log (QR_t^N/QR_{t-1}^N)$$

Como puede observarse, $\dot{y}_t^*$ es la diferencia entre el logaritmo del incremento en la renta monetaria y el logaritmo del incremento en el nivel natural de la renta real. Dentro de esta variación distinguiremos una parte esperada, que llamaremos $E\dot{y}_t^*$ y otra no esperada, o sorpresa, que llamaremos $U\dot{y}_t^*$, la cual como consecuencia de que el nivel natural no está sujeto a las sorpresas cumplirá que: $U\dot{y}_t^* = U\dot{y}_t$.

Utilizando estas variables, las dos relaciones del modelo general pueden escribirse como sigue:

$$Q_t^* = \pi_{11} E\dot{y}_t^* + \pi_{12} U\dot{y}_t^* + \pi_{13} Q_{t-1}^* + \sum_{i=1}^q \pi_{14i} \dot{p}_{t-i} + u_t \tag{1}$$

$$\dot{p}_t = \pi_{21} E\dot{y}_t^* + \pi_{22} U\dot{y}_t^* + \pi_{23} Q_{t-1}^* + \sum_{i=1}^q \pi_{24i} \dot{p}_{t-i} + v_t \tag{2}$$

en donde los π_j son parámetros constantes y u_t y v_t son perturbaciones aleatorias sin ningún componente sistemático relevante.

Las restricciones que, a partir de la formulación general, nos permiten llegar a los modelos LSW y NRH-GAP vienen recogidas en los Cuadros 1 y 2.

CUADRO 1
Relación *output*

Variable	Modelo LSW	Modelo NRH-GAP
$E\dot{y}_t^*$	$\pi_{11} = 0$	$\pi_{11} > 0, \pi_{12} > 0$
$U\dot{y}_t^*$	$\pi_{12} > 0$	$\pi_{12} = \pi_{11}$
Q_{t-1}^*	$0 < \pi_{13} < 1$	$0 < \pi_{13} < 1$
$\dot{p}_{t-i}$	$\pi_{14i} = 0$	$\sum_{i=1}^q \pi_{14i} = -\pi_{11}$

CUADRO 2
Relación precios

Variable	Modelo LSW	Modelo NRH-GAP
$E\dot{y}_i^*$	$\pi_{21} = 1$	$\pi_{21} < 1, \pi_{22} < 1$
$U\dot{y}_i$	$\pi_{22} < 1$	$\pi_{22} = \pi_{21}$
Q_{j-1}^*	$-1 < \pi_{23} < 0$	$-1 < \pi_{23} < 0$
$\dot{p}_{t-i}$	$\pi_{24i} = 0$	$\sum_{i=1}^q \pi_{24i} = 1 - \pi_{21}$

Con estas restricciones, se garantiza que en el modelo LSW solamente la parte inesperada influya sobre el *output* y que la variación en la parte esperada se traduzca automáticamente en una variación en los precios. Para el modelo NRH-GAP, tanto la parte esperada como la no esperada influyen, aunque sólo a corto plazo, neutralizándose los efectos a largo plazo.

Si el siguiente paso que queremos dar es el de contrastar empíricamente las especificaciones escritas en [1] y [2], surgen una serie de cuestiones que merece la pena comentar.

En primer lugar, una cuestión importante es que no existe una sola vía para llevar a cabo ese contraste. La literatura nos brinda ejemplos de procedimientos alternativos basados en principios y estadísticos bien diferenciados. Algunos de estos ejemplos pueden verse en Barro (1977 y 1978), Sims (1980 y 1982), Kydland y Prescott (1982), Mishkin (1982-a, 1982-b y 1983), Nelson y Plosser (1982) y McGee y Stasiak (1985). Un estudio comparado de algunos de estos puede verse en McCallum (1986) y Aznar (1987).

Una segunda cuestión importante es la de que en las relaciones escritas en [1] y [2] aparecen términos que no tienen una definición empírica directa. Tal es el caso del *nivel natural* del output y de las *sorpresas* en la variable nominal.

La última cuestión relevante es la de establecer las condiciones que aseguren que las dos relaciones mencionadas estén identificadas.

Respecto al concepto de *nivel natural*, hemos ya comentado que la variable que se explica en el modelo no es el output en cada período sino la desviación, en logaritmos, de ese output respecto al llamado nivel natural. La forma en que se defina, por tanto, este nivel natural influirá sobre la definición de la variable Q_j^* y, como consecuencia, puede afectar a los resultados que se obtengan.

Una primera cuestión es que resulta difícil encontrar una definición operativa, aceptada con generalidad, del término nivel natural de la renta.

Gordon (1983) define este concepto como: «Es el nivel de PNB real que se producirá cuando las expectativas son correctas; o sea cuando el nivel de precios esperado iguala el nivel de precios registrado» (pág. 189).

Otros autores prestan atención a otro término equivalente, el de la tasa natural de paro. Así Hall y Taylor (1986) escriben:

«Cuando el mercado de trabajo se encuentra en equilibrio en condiciones de pleno empleo, no todo el que desea trabajar tiene trabajo. El paro es una característica de la economía, incluso en condiciones de pleno empleo... existe un cierto nivel de paro llamado tasa natural de paro, incluso sin que haya un exceso de oferta de trabajo» (pág. 369). A continuación mencionan una serie de factores que pueden explicar esta situación: paro friccional, heterogeneidad de los mercados y existencia de grupos marginados.

Barro (1986), a la hora de definir el concepto de tasa natural de paro, centra su atención en el paro friccional. Cuando alguien pierde un empleo, normalmente no acepta lo primero que se le ofrece sino que inicia un proceso de búsqueda de trabajo que lleva consigo un período de tiempo dado, en el cual el agente también intenta llegar a un equilibrio entre las oportunidades que deja pasar, el coste de obtener la información y las expectativas de obtener un mejor empleo.

A la hora de adoptar un procedimiento para medir el nivel natural, seguramente que la solución más ampliamente aceptada ha sido la propuesta hecha por Lucas (1973) que consiste en utilizar una tendencia lineal del tiempo. Como puede verse en el Cuadro 1 de Aznar (1987), éste es el procedimiento utilizado por Barro y Rush (1980), Mishkin (1982-a, 1982-b y 1983) y Hoffman y Schlagenhauf (1982). Otras soluciones alternativas pueden verse en Barro (1977), Gordon (1982) y Dolado (1984).

Centrándonos, ahora, en la definición y medida de la *sorpresa* en las variables nominales los problemas que encontramos no son menores. Por definición, la sorpresa es la diferencia entre el valor realmente observado de la variable y la expectativa que los agentes se habían formado acerca de ese valor. Todo depende, pues de la forma en que se definan las expectativas. Y en esto, parece claro que la mayoría de los autores se inclinan por adoptar el concepto de expectativas racionales. A la hora de formular expectativas acerca del valor futuro de una variable, los agentes hacen uso de toda la información relevante para explicar ese comportamiento futuro evitando cometer errores de predicción sistemáticos. El procedimiento utilizado para medir la sorpresa ha sido el utilizar como expectativa la regresión de la variable a predecir sobre todas aquellas variables que, se cree, tienen algo que informar sobre el comportamiento de la misma. Ver Mishkin (1982-a).

Aparte de las críticas concretas que se han hecho a algunas de las aplicaciones de este procedimiento general, por ejemplo ver Small (1979), hay dos cuestiones sobre las que merece la pena detenerse a la hora de evaluar el procedimiento descrito.

En primer lugar, hemos dicho que las expectativas sobre el valor de una variable para el período t se forman utilizando toda la información relevante hasta el final del período $t-1$. Esto significa que, a la hora de definir la sorpresa para t , habrá de utilizarse la información disponible hasta el final del período

$t-1$, pero no los valores correspondientes a los periodos que siguen a t . Utilizando el procedimiento descrito, para definir la sorpresa de un período se tienen en cuenta los datos para los periodos anteriores a t y para los que le siguen, lo cual, a la vista de lo comentado, puede ser poco aceptable. Ver Gordon (1982).

En segundo lugar, la relación estimada que va a utilizarse para formular las expectativas se supone que ha sido elegida porque satisface algunos criterios de tipo econométrico que garantizan lo que podría llamarse «una buena especificación». Uno de los aspectos que configuran una buena especificación es el de que los residuos, «lo que queda», no es relevante. Si se han utilizado contrastes para estar seguros de que «lo que queda» no es relevante, entonces del valor que tomen los residuos no puede derivarse ningún tipo de información útil, pues se trata de la observación de una variable aleatoria que puede tomar valores positivos o negativos de forma no sistemática. En el momento en el que interpretemos que el valor del residuo está dando cuenta de alguna causa o factor relevante, entonces simplemente estamos diciendo que el modelo está mal especificado y lo que habría que hacer es replantear todo el proceso de evaluación del modelo elegido.

El último tema al que hemos hecho referencia, la *identificación* de ambos modelos, ha sido ya formulado en diferentes trabajos y su solución no plantea mayores problemas. Ver, por ejemplo, Sargent (1976), McCallum (1979), Gordon (1982) y Mishkin (1983).

3. Nueva metodología de contraste empírico

Desde el punto de vista metodológico hay que tomar decisiones sobre dos cuestiones que condicionan decisivamente todo el ejercicio. La primera se refiere al propio planteamiento en el que se desarrolla el procedimiento de contraste y la segunda hace referencia a las etapas del procedimiento propiamente dicho.

Respecto al primer punto en este trabajo adoptaremos una estrategia de validación que denominaremos «Estrategia de la relevancia empírica de las conclusiones», la cual se concreta en preferir un modelo frente a otro cuando la relevancia empírica de las conclusiones del primero sea superior a la del segundo. Esta estrategia de validación ha sido postulada por eminentes economistas. Así, Crouch (1972) en el primer capítulo de su libro escribe:

«El propósito de la teoría económica es desarrollar hipótesis que capten lo esencial de la realidad. Una teoría económica es juzgada buena o mala según que tenga o no buena capacidad predictiva para explicar el tipo de fenómenos para los que ha sido propuesta... El test importante sobre la utilidad de una teoría es si funciona o no a la hora de explicar el tipo de fenómenos para los que ha sido propuesta».

Gordon (1981), por su parte afirma:

«El contraste de cualquier teoría es su habilidad para explicar y predecir hechos».

Por último, y también en esta línea, cabe citar a Barro (1986), quien escribe:

«Ahora describimos el enfoque teórico básico que utilizaremos para elaborar un modelo macroeconómico útil. Al plantear este modelo dedicamos bastante tiempo a cuestiones de teoría económica como la sensibilidad del modelo, la consistencia interna, etc. Pero se debe tener siempre en cuenta que el test más importante del modelo será su habilidad para explicar la evolución de las variables macroeconómicas en el mundo real».

Respecto al segundo punto, se va a seguir un procedimiento en tres etapas cuyos detalles pueden verse en Aznar (1984 y 1989) y en Aznar, Aparicio y Trivez (1989). Lo que sigue es sólo una descripción breve de las tres etapas del procedimiento.

3.1. Primera etapa: determinación del conjunto de modelos esféricos

Un modelo esférico es un modelo cuya perturbación aleatoria es un ruido blanco. Los procedimientos óptimos a utilizar para contrastar la hipótesis nula de ruido blanco dependen de si el modelo es estático o dinámico. Como todos los modelos analizados en este trabajo son dinámicos, se utilizarán los contrastes de los multiplicadores de Lagrange (LM) y una modificación del anterior que llamaremos LMF. La derivación, la forma que toman estos estadísticos y sus propiedades pueden verse en Godfrey (1978-a y 1978-b), Breusch y Pagan (1980) y Kiviet (1986).

3.2. Segunda etapa: Análisis del contenido informativo de los modelos esféricos

En esta etapa lo que se pretende es determinar el grado de información que cada modelo esférico proporciona sobre el valor futuro de la variable dependiente que pretende predecir.

Para determinar el grado de información se utilizará el estadístico AVE derivado en Aparicio (1985) y Aznar (1989), siguiendo una aproximación desarrollada por Akaike (1969, 1970, 1971, 1973, 1974 y 1977) y Amemiya (1980).

El estadístico AVE se define como el estimador MCO de la varianza del predictor, pudiéndose escribir:

$$AVE(j) = \widehat{\text{Var}}(\hat{y}_{T+1}(j)) = \hat{\sigma}_j^2 x'_{jT+1} (X'_j X_j)^{-1} x_{jT+1} \quad [3]$$

en donde $\hat{y}_{T+1}(j)$ es el predictor de y_{T+1} utilizando el modelo j -ésimo con la información hasta T .

En base a la definición del estadístico AVE resulta evidente que, dados dos modelos, uno es más informativo que otro, si el primero tiene un valor de dicho estadístico menor que el del segundo. Ahora bien, ¿cuándo podremos decir que un modelo concreto es informativo? Para responder a esta pregunta

supongamos que tenemos como objetivo el predecir una variable y en el período postmuestreal $T + 1$, y que podemos predecir el valor de dicha variable para ese período en j modelos distintos —pudiendo denominar por $y_{T+1}(j)$ la variable aleatoria y referida al período $T+1$ del modelo j -ésimo, y por $\hat{y}_{T+1}(j)$, el correspondiente predictor— entonces, fijado un nivel de significación de garantía constante ε_0 , se determinará un valor $d(j)$ tal que:

$$\text{Prob} \left\{ \left| \hat{y}_{T+1}(j) - E_j y_{T+1} \right| > d(j) \right\} = \varepsilon_0 \quad [4]$$

siendo

$$d(j) = t_{\varepsilon_0/2} (\text{AVE}(j))^{1/2} \quad [5]$$

concluyendo que el modelo j -ésimo es informativo cuando $d(j) < d_0$, siendo d_0 la «distancia» fijada *a priori* que debe interpretarse como el valor absoluto del error de predicción para la variable objeto de estudio que estamos dispuestos a tolerar.

Relacionado directamente con las expresiones [4] y [5] se encuentra el error de predicción garantizado (EPG) por cada modelo, el cual depende del nivel de garantía $(1 - \varepsilon_0)$ fijado en [4] y se expresa como un porcentaje del valor que adopta la variable dependiente en el período para el que se efectúa la predicción. En concreto, el error de predicción garantizado por el modelo j -ésimo se define como:

$$\text{EPG}(j) = \frac{t_{\varepsilon_0/2} (\text{AVE}(j))^{1/2}}{y_{T+1}} \cdot 100 \quad [6]$$

Los valores que se obtienen a partir de [6] indican que el modelo j -ésimo comete un error inferior al $\text{EPG}(j) \%$ el $100(1 - \varepsilon_0) \%$ de las veces, lo cual constituye una indicación del nivel informativo del modelo j -ésimo, dado que podrá establecerse que un modelo tendrá mayor nivel informativo cuanto menor sea el valor del EPG que se obtenga para un nivel de garantía $(1 - \varepsilon_0)$ prefijado.

3.3. Tercera etapa: determinación de los modelos informativos corroborados

Como se ha señalado con anterioridad, el contenido informativo de un modelo no es suficiente para señalar la adecuación al mismo, sino que adicionalmente, debe comprobarse que el dato o los datos muestrales no utilizados en la obtención de los predictores corroboran, en mayor o menor medida, la información proporcionada por dicho modelo. En concreto, una vez conocido el valor postmuestreal de la variable endógena, para determinar si el modelo está corroborado se trata de comparar el error de predicción cometido por el modelo para una observación postmuestreal concreta con la distancia $d(j)$ determinada a partir del nivel de significación de garantía ε_0 o, análogamente, del nivel de garantía $(1 - \varepsilon_0)$. En consecuencia, cuando el error de predicción sea inferior a $d(j)$, o bien cuando el porcentaje del error de predic-

ción realmente cometido sea inferior al EPG, concluiremos que el modelo está corroborado.

Las dos dimensiones señaladas: contenido informativo y grado de aproximación de la predicción realizada al valor postmuestrial observado o, en otras palabras, la precisión y la exactitud son resumidos a través del estadístico ACOR, enunciado por Aznar (1989) como:

$$ACOR(j) = \frac{(\hat{y}_{T+1}(j) - y_{T+1})^2}{\widehat{Var}(\hat{y}_{T+1}(j))} + \log \widehat{Var}(\hat{y}_{T+1}(j)) \quad [7]$$

4. Aplicación de la nueva metodología

De acuerdo con la nueva metodología de selección de modelos propuesta, la elección entre los modelos LSW y NRH-GAP, descritos en la sección segunda, debe realizarse teniendo en cuenta las tres etapas fundamentales que configuran dicha metodología.

Con el fin de hacer explícita nuestra especificación de los modelos mencionados, debemos recordar que a los mismos se llega a partir de las relaciones genéricas [1] y [2], teniendo en cuenta las restricciones que deben satisfacerse, las cuales vienen recogidas en los Cuadros 1 y 2. Adicionalmente, consideraremos la posibilidad de incluir varios valores retardados de la variable Q^* y no sólo el correspondiente al período $t-1$; en concreto, dado que la muestra utilizada está compuesta por datos trimestrales (ver Apéndice), el número máximo de retardos que consideraremos es de ocho.

Teniendo en cuenta estas observaciones, la formulación para cada uno de los modelos se concreta como sigue:

4.1. Modelo LSW

$$Q_t^* = \pi_{12} U \dot{y}_t + \pi_{131} Q_{t-1}^* + \dots + \pi_{138} Q_{t-8}^* + u_{1t} \quad [8]$$

$$\dot{p}_t - E \dot{y}_t^* = \pi_{22} U \dot{y}_t + \pi_{231} Q_{t-1}^* + \dots + \pi_{238} Q_{t-8}^* + v_{1t} \quad [9]$$

4.2. Modelo NRH-GAP

$$Q_t^* = \pi_{131} Q_{t-1}^* + \dots + \pi_{138} Q_{t-8}^* + \pi_{141} (\dot{p}_{t-1} - \dot{y}_t^*) + \dots + \pi_{148} (\dot{p}_{t-8} - \dot{y}_t^*) + u_{2t} \quad [10]$$

$$\dot{p}_t - \dot{y}_t^* = \pi_{231} Q_{t-1}^* + \dots + \pi_{238} Q_{t-8}^* + \pi_{241} (\dot{p}_{t-1} - \dot{y}_t^*) + \dots + \pi_{248} (\dot{p}_{t-8} - \dot{y}_t^*) + v_{2t} \quad [11]$$

Estas relaciones presentan ciertas variables que no son directamente cuantificables y que, por tanto, será necesario definir previamente. En concreto, nos

estamos refiriendo a Q^* y a la parte anticipada ($E\dot{y}_t^*$) y no anticipada o sorpresa ($U\dot{y}_t$) de la variable monetaria.

La obtención de Q^* exige, como primer paso, la concreción de lo que se entiende por nivel natural de renta. Como ya se comentó en la sección segunda, no existe una definición clara de este concepto lo que conlleva la existencia de diversos procedimientos para su obtención a partir de la información muestral. En este trabajo se ha optado por seguir la propuesta de Lucas (1973), según la cual el nivel natural de renta se estima a través de un modelo de tendencia lineal para la variable renta en términos reales. Es decir, a partir del modelo:

$$Q_t = \alpha + \beta t + u_t \quad [12]$$

el nivel natural de renta se define como:

$$Q_t^N = \hat{\alpha} + \hat{\beta}t$$

En base a nuestra información muestral, la estimación de [12] proporciona los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} Q_t^N &= 6,1025 + 0,01034t & [13] \\ &(3,6134) \quad (29,97) \\ R^2 &= 0,916 \quad \hat{\sigma} = 0,0767 \end{aligned}$$

dónde los números entre paréntesis son los valores del estadístico t , resultantes del contraste de la hipótesis nula individual de no significatividad de los coeficientes. Ya que la variable a explicar en los modelos planteados se define como la diferencia entre Q_t y Q_t^N , la serie Q_t^* no es sino la serie de residuos obtenidos a partir de la regresión [12].

En cuanto a la determinación de las partes anticipada y no anticipada de la variable monetaria nos encontramos con que no disponemos de información trimestralizada para la renta en términos monetarios. Era necesario encontrar, por lo tanto, una variable «proxy» sobre la cual hubiera datos trimestrales para la economía española.

La selección de esta variable la hemos hecho teniendo en cuenta que:

$$\dot{y}_t^* = \dot{y}_t - \dot{q}_t^N$$

siendo:

$$\begin{aligned} \dot{y}_t &= \log(Y_t/Y_{t-1}) \\ \dot{q}_t &= \log(QR_t^N/QR_{t-1}^N) \\ Y_t &= M_t V_t \end{aligned}$$

en donde M_t es la oferta monetaria y V_t es la velocidad de circulación del dinero.

Así pues, $\dot{y}_i^*$ es igual a:

$$\begin{aligned} \dot{y}_i^* &= \dot{y}_i - \dot{q}_i^N = \\ &= \log \frac{M_t V_t}{M_{t-1} V_{t-1}} - \log \frac{QR_t^N}{QR_{t-1}^N} \\ &= \log \frac{M_t}{M_{t-1}} + \log \frac{V_t}{V_{t-1}} - \log \frac{QR_t^N}{QR_{t-1}^N} \end{aligned} \quad [14]$$

Existe información trimestralizada para los términos primero y último que aparecen en el miembro derecho de [14], pero no para el segundo, por lo que no podemos determinar el tipo de influencia ejercida por la variable V_t . Por esta razón, y teniendo en cuenta que algunas experiencias apuntan a que dicha variable juega un papel relevante a la hora de explicar el producto real —ver Gordon (1982)—, en este trabajo se ha optado por aproximar $\dot{y}_i^*$ mediante $\dot{m}_t = \log \frac{M_t}{M_{t-1}}$. Para separar las partes anticipada y no anticipada o sorpresa de esta variable hemos especificado el siguiente modelo econométrico:

$$\hat{m}_t = \alpha + \sum_{i=1}^4 \beta_i \dot{m}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_i \dot{p}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_i \dot{q}_{t-i} + w_t \quad [15]$$

La descripción y fuente estadística de cada una de las variables que aparecen en [15] se desarrolla en el Apéndice. La estimación de [15] da como resultado:

$$\begin{aligned} \hat{m}_t &= 0.0016 + 0.013 \dot{m}_{t-1} + 0.322 \dot{m}_{t-2} + 0.0577 \dot{m}_{t-3} - 0.029 \dot{m}_{t-4} \\ &\quad - 0.023 \dot{p}_{t-1} + 0.342 \dot{p}_{t-2} + 0.29 \dot{p}_{t-3} - 0.23 \dot{p}_{t-4} + 0.693 \dot{q}_{t-1} \\ &\quad + 0.094 \dot{q}_{t-2} + 0.336 \dot{q}_{t-3} + 0.453 \dot{q}_{t-4} \end{aligned} \quad [16]$$

LM1 = 0.26	LMF1 = 0.21
LM2 = 1.10	LMF2 = 0.44
LM4 = 1.14	LMF4 = 0.21
LM8 = 5.06	LMF8 = 0.43

Hay que notar que el criterio fundamental a la hora de considerar a [15] como la relación para la determinación de las sorpresas se ha basado en tratar de asegurar que a partir de los residuos no puede derivarse ningún tipo de información relevante. Este criterio se concreta en asegurar que los resultados de los contrastes LM y LMF nos llevan a la aceptación de la hipótesis nula de no autocorrelación, tal y como se desprende a partir de los resultados expuestos.

De acuerdo con estos resultados, se establece:

$$\begin{aligned} E\dot{y}_i^* &= E\dot{m}_t = \hat{m}_t \\ U\dot{y}_i^* &= U\dot{m}_t = \dot{m}_t - \hat{m}_t \end{aligned}$$

Una vez que hemos dado contenido a todas las variables que aparecen en la especificación adoptada, se trata de completar las diferentes etapas que configuran la nueva metodología de selección de modelos. Otras aplicaciones de esta metodología pueden verse en Aznar, Carrascón y Mur (1986) y en Aznar y Trivez (1990).

Las especificaciones generales para los modelos LSW y NRH-GAP, expresiones [8] a [11], determinan el marco en base al cual se calculan todas las regresiones posibles. Para cada una de ellas, además de los resultados típicos de la regresión se calculan los estadísticos LM y LMF, a partir de los cuales podemos determinar la «esfericidad» de los modelos, el estadístico AVE, el estadístico ACOR, el EPG y el error de predicción realmente cometido, resultados que posibilitarán establecer tanto el nivel informativo de los modelos, como su grado de corroboración. Además, el tamaño muestral utilizado en la etapa de estimación omite las cinco últimas observaciones, esto es, abarca hasta el tercer trimestre de 1983; repitiéndose el proceso, aumentando cada vez una observación, hasta dejar omitida solamente una.

Para explicar con más detalle la aplicación de la nueva metodología, comencemos centrándonos en el modelo LSW. Como se ha comentado, las expresiones [8] y [9] constituyen las relaciones genéricas para el *output* y los precios, a partir de las cuales cabe plantear todas las posibles regresiones. Este conjunto de modelos posibles se establece sometido a dos restricciones:

- En primer lugar, las restricciones sobre los parámetros del modelo LSW implican la existencia de un núcleo o conjunto de variables que necesariamente deben contener todas las especificaciones. Este núcleo está constituido por $U\dot{m}_t$ y Q_{t-1}^* tanto para la relación del *output* como para la de los precios.
- En segundo lugar, la consideración de los valores retardados de las variables es tal que debe respetar el orden. Esto significa que si en una especificación aparece una variable retardada $t-i$ periodos, necesariamente tiene que aparecer para los retardos anteriores al $t-i$.

Restringiéndose al conjunto de modelos esféricos, el resumen de los resultados para el modelo LSW cuando se omite la última observación (esto es, considerando el período muestral 1964(I)-1984(III)), viene recogido en el Cuadro 3 para la relación del *output*, y en el Cuadro 4 para la relación de precios. En estos cuadros los modelos aparecen ordenados de menor a mayor valor del estadístico ACOR.

El contenido de estos cuadros se estructura del modo siguiente: la primera columna recoge las variables independientes que intervienen en la especificación considerada, teniendo en cuenta que la notación $Q^*(i)$ expresa que en dicho modelo se incluyen todos los valores retardados de Q^* hasta el periodo i . Los estadísticos ACOR y AVE aparecen, respectivamente, en las columnas 2 y 3.

En la columna 4 se presenta el error de predicción garantizada (EPG) por cada modelo. Como señalamos en la sección anterior, fijado un nivel de garantía $(1-\varepsilon_0)$, los valores del EPG indican que el modelo en cuestión comete un

CUADRO 3
 Modelo LSW
 Variable dependiente: *output* (Q^*)

Observaciones omitidas: 1 Nivel de garantía: 80 % (95 %)																			
Variables Independientes	ACOR	AVE	EPG	% Error de predicción	Conclusión sobre corroboración	LMF-1 (LM-1)	LMF-2 (LM-2)	LMF-4 (LM-4)	LMF-8 (LM-8)										
$U_m, Q^* (7)$	-5.2663	$2 \cdot 10^{-6}$	1.42 (2.14)	3.09	No (No)	0.12 (0.14)	0.67 (1.53)	3.21* (12.86)*	2.46* (19.04)*										
$U_m, Q^* (2)$	-1.3638	$1.4 \cdot 10^{-6}$	1.21 (1.82)	3.19	No (No)	$3 \cdot 10^{-4}$ ($4 \cdot 10^{-4}$)	1.55 (3.23)	1.58 (6.46)	2.80* (19.79)*										
$U_m, Q^* (4)$	0.4907	$1.5 \cdot 10^{-6}$	1.24 (1.87)	3.53	No (No)	0.19 (0.21)	1.13 (2.45)	0.89 (3.88)	2.68* (19.59)*										

CUADRO 4
Modelo LSW
Variable dependiente: precios ($\hat{p}$)

Variables Independientes	ACOR	AVE	EPG	% Error de predicción	Conclusión sobre corroboración	LMF-1 (LM-1)	LMF-2 (LM-2)	LMF-4 (LM-4)	LMF-8 (LM-8)
<i>Um</i> , Q^* (2), <i>Em</i>	-11.5029	$8.2 \cdot 10^{-6}$	24.65 (37.17)	8.72	Si (Si)	0.03 (0.03)	0.55 (1.17)	0.67 (2.89)	0.70 (6.14)
<i>Um</i> , Q^* (6), <i>Em</i>	-11.4698	$9.9 \cdot 10^{-6}$	27.09 (40.84)	4.58	Si (Si)	0.45 (0.51)	0.76 (1.70)	0.93 (4.16)	2.24* (17.46)*
<i>Um</i> , Q^* (3), <i>Em</i>	-11.4679	$8.4 \cdot 10^{-6}$	24.95 (37.62)	9.02	Si (Si)	0.03 (0.03)	0.58 (1.26)	0.69 (3.01)	0.74 (6.54)
<i>Um</i> , Q^* (5), <i>Em</i>	-11.3668	$8.5 \cdot 10^{-6}$	25.10 (37.84)	10.81	Si (Si)	0.07 (0.08)	0.84 (1.85)	0.66 (2.97)	1.94 (15.41)
<i>Um</i> , Q^* (7), <i>Em</i>	-11.3352	0.00001	27.22 (41.05)	5.24	Si (Si)	0.20 (0.23)	0.75 (1.72)	0.80 (3.65)	1.98 (16.01)*
<i>Um</i> , Q^* (8), <i>Em</i>	-11.2773	0.00001	27.22 (41.05)	5.65	Si (Si)	0.13 (0.15)	0.78 (1.82)	0.77 (3.59)	2.01 (16.53)*
<i>Um</i> , Q^* (4), <i>Em</i>	-11.1795	$8.9 \cdot 10^{-6}$	25.68 (38.72)	13.24	Si (Si)	0.01 (0.01)	0.54 (1.18)	0.64 (2.84)	0.87 (7.64)

Observaciones omitidas: 1

Nivel de garantía: 80 % (95 %)

error inferior al EPG% el $100(1 - \varepsilon_0)\%$ de las veces. De este modo —y dado que se han tomado dos niveles diferentes de garantía correspondientes al 80 % y al 95 %, lo que implica, respectivamente, fijar en [4] los niveles de significación de garantía $\varepsilon_0 = 0.20$ y $\varepsilon_0 = 0.05$ — atendiendo a la primera especificación que aparece en el Cuadro 3, los valores 2.14 y 1.42 indican que dicho modelo cometerá un error inferior al 2.14 % el 95 % de las veces, y al 1.42 % el 80 % de las veces. Razonando sobre este último nivel de garantía del 80 %, resulta directo observar que si *a priori* se determina que el máximo error que se está dispuesto a asumir es del 2 %, todos los modelos del Cuadro 4 cumplirán este requisito.

La columna 5 presenta el porcentaje de error de predicción cometido por cada modelo, es decir, la diferencia entre el valor predicho y el observado dividida por este último. Si este porcentaje de error de predicción cometido es menor que el garantizado, podremos concluir que el modelo Si corrobora a *posteriori* lo que había garantizado *a priori*; en caso contrario, se concluye que el modelo No corrobora a *posteriori* lo que había garantizado *a priori*. De ahí los términos Si y No que aparecen en la columna 6.

Los cuatro últimas columnas recogen los valores tomados por los estadísticos LM y LMF para determinar el conjunto de modelos esféricos, señalando con un asterisco aquellos valores de los anteriores estadísticos que resultan significativos al nivel de significación del 1 % pero no del 5 %.

De esta misma forma cabe analizar los cuadros correspondientes a los resultados del modelo NRH-GAP, para cuya interpretación hay que tener en cuenta dos matizaciones:

— Atendiendo a las expresiones [10] y [11] se denomina:

$$(\hat{p}_{t-1} - \hat{y}_t^*) = (\hat{p}_{t-1} - \hat{m}_t) = \hat{p}\hat{m}(1)$$

volviendo de nuevo a considerar que con el término $\hat{p}\hat{m}(i)$ se hace referencia a que, en una determinada regresión, aparecen todos los valores retardados de $\hat{p}\hat{m}$ hasta el período i .

— La consideración de las restricciones impuestas sobre los parámetros del modelo NRH-GAP llevan, en este caso, a determinar un núcleo compuesto por $\hat{p}\hat{m}(1)$ y Q_{i-1}^* para ambas relaciones.

Los resultados correspondientes para el modelo NRH-GAP considerando el período muestral 1964(I)-1984(III) quedan recogidos en los Cuadros 5 y 6. Dado que, en este caso, una gran cantidad de las modelizaciones satisfacen la hipótesis de esféricidad, en estos cuadros sólo se presentan aquellas que tienen menor valor del estadístico ACOR. La relación exhaustiva de los modelos esféricos, puede verse en Aznar, Aparicio y Trivez (1989).

Hay que observar que las relaciones de precios de ambos modelos —expresiones [9] y [11]— han sido estimadas incorporando previamente las restricciones sobre los parámetros, lo que conduce a definir una variable dependiente que no coincide con los precios ($\hat{p}$). Ahora bien, esto es equivalente a

CUADRO 5
Modelo NRH-GAP
Variable dependiente: *output* (Q^*)

Variables Independientes	ACOR	AVE	EPG	% Error de predicción	Conclusión sobre corroboración	LMF-1 (LM-1)	LMF-2 (LM-2)	LMF-4 (LM-4)	LMF-8 (LM-8)
$Q^*(6), \hat{p}\hat{m}(8)$	-10.6310	$4.3 \cdot 10^{-6}$	2.09 (3.15)	2.11	No (Si)	1.67 (2.08)	1.10 (2.74)	1.79 (8.53)	2.06 (18.10)*
$Q^*(7), \hat{p}\hat{m}(8)$	-10.2711	$4.4 \cdot 10^{-6}$	2.12 (3.19)	2.33	No (Si)	0.88 (1.12)	0.70 (1.80)	2.35 (10.99)*	2.15* (18.96)*
$Q^*(3), \hat{p}\hat{m}(8)$	-9.9558	$3.3 \cdot 10^{-6}$	1.83 (2.77)	2.31	No (Si)	1.38 (1.63)	2.22 (5.10)	1.36 (6.34)	2.20* (18.20)*
$Q^*(2), \hat{p}\hat{m}(8)$	-9.6633	$3.2 \cdot 10^{-6}$	1.80 (2.72)	2.40	No (Si)	0.02 (0.02)	1.36 (3.16)	1.26 (5.84)	2.50* (19.71)*
$Q^*(5), \hat{p}\hat{m}(8)$	-9.2959	$3.5 \cdot 10^{-6}$	1.88 (2.84)	2.62	No (Si)	1.03 (1.27)	1.10 (2.70)	1.59 (7.55)	1.80 (16.02)*
$Q^*(4), \hat{p}\hat{m}(8)$	-9.0128	$3.5 \cdot 10^{-6}$	1.88 (2.84)	2.74	No (Si)	0.65 (0.79)	1.33 (3.19)	0.71 (3.52)	2.00 (17.18)*
$Q^*(3), \hat{p}\hat{m}(7)$	-8.5937	$2.8 \cdot 10^{-6}$	1.68 (2.54)	2.64	No (No)	0.67 (0.79)	1.91 (4.34)	1.69 (7.62)	2.40* (19.18)*

Observaciones omitidas: 1
Nivel de garantía: 80 % (95 %)

CUADRO 6
Modelo NRH-GAP
Variable dependiente: precios ($\hat{p}$)

Variables Independientes	ACOR	AVE	EPG	% Error de predicción	Conclusión sobre corroboración	LMF-1 (LM-1)	LMF-2 (LM-2)	LMF-4 (LM-4)	LMF-8 (LM-8)
Observaciones omitidas: 1									
Nivel de garantía: 80 % (95 %)									
$Q^*(1), \hat{p}\hat{m}(8), \hat{m} \dots$	-9.4470	0.00001	27.21 (41.02)	27.02	Si (Si)	0.004 (0.005)	1.94 (4.36)	0.99 (4.60)	1.27 (11.40)
$Q^*(2), \hat{p}\hat{m}(8), \hat{m} \dots$	-9.2118	0.00001	27.21 (41.02)	28.81	No (Si)	0.002 (0.003)	0.66 (1.56)	0.36 (1.78)	1.04 (9.73)
$Q^*(3), \hat{p}\hat{m}(8), \hat{m} \dots$	-8.6932	0.00001	27.21 (41.02)	32.65	No (Si)	0.48 (0.57)	1.16 (2.75)	0.63 (3.09)	1.31 (12.01)
$Q^*(1), \hat{p}\hat{m}(5), \hat{m} \dots$	-8.5125	$3.05 \cdot 10^{-3}$	26.26 (39.59)	35.43	No (Si)	4.86* (4.93)*	2.80 (5.70)	1.37 (5.73)	1.56 (12.54)
$Q^*(1), \hat{p}\hat{m}(5), \hat{m} \dots$	-8.4295	0.00001	27.21 (41.02)	36.16	No (Si)	2.58 (2.77)	1.96 (4.20)	1.41 (6.05)	2.21* (17.09)*
$Q^*(7), \hat{p}\hat{m}(8), \hat{m} \dots$	-8.0677	0.00002	38.48 (58.02)	48.81	No (Si)	0.04 (0.06)	1.24 (3.14)	0.68 (3.53)	1.17 (11.63)
$Q^*(8), \hat{p}\hat{m}(8), \hat{m} \dots$	-8.0059	0.00002	38.48 (58.02)	49.21	No (Si)	0.02 (0.02)	1.60 (4.07)	0.81 (4.25)	1.12 (11.43)

aplicar mínimos cuadrados restringidos al modelo original. Esta similitud es la que lleva a que en los cuadros referentes a la relación de precios aparezca como variable dependiente $\hat{p}$, que es, precisamente, la que interesa predecir.

Si bien por razones de espacio sólo se presentan los resultados obtenidos considerando un período muestral que abarca desde el primer trimestre de 1964 hasta el tercer trimestre de 1984, esto es, omitiendo solamente una observación, el mismo análisis se ha efectuado para otros tamaños muestrales, en concreto, omitiendo las dos, tres, cuatro y cinco últimas observaciones. La totalidad de estos cuadros pueden verse en Aznar, Aparicio y Trivez (1989).

A partir de toda esta información puede ya concretarse la propuesta, efectuada en este trabajo, para la selección del modelo más adecuado, en el sentido de ser aquel que mejor satisfaga el objetivo de predicción establecido. Esta propuesta se basa en el cálculo del promedio de ACOR para cada modelo, eligiéndose aquel con un menor ACOR medio.

Los Cuadros 7 a 10 presentan, para cada relación, las mejores especificaciones en el sentido mencionado; incluyendo, asimismo, el error de predicción garantizado medio y el número de corroboraciones, esto es, el número de períodos para los cuales el modelo correspondiente confirma *a posteriori* lo que *a priori* había anunciado. Estos dos últimos aspectos se consideran, únicamente, suponiendo un nivel de garantía del 95 %.

A la vista de estos resultados puede concluirse que es el modelo NRH-GAP el que más satisfactoriamente cumple el objetivo establecido basado en la predicción. Las estimaciones del modelo seleccionado, considerando toda la información muestral disponible, se presentan en el Cuadro 11, donde en cada columna aparecen las estimaciones de los coeficientes correspondientes y debajo, entre paréntesis, sus desviaciones típicas estimadas. Asimismo, se adjuntan los valores de los estadísticos LMF y LM para cada relación.

CUADRO 7
Modelo LSW
Variable dependiente: *output* (Q^*)

Nivel de garantía: 95 %)			
Variables Independientes	ACOR MEDIO	EPG MEDIO	Número de corroboraciones
$U\dot{m}, Q^* (7)$	-9.9612	2.12	3
$U\dot{m}, Q^* (4)$	-8.5794	2.29	3
$U\dot{m}, Q^* (2)$	-8.3399	2.51	3

CUADRO 8
Modelo LSW
Variable dependiente: precios ($\hat{p}$)

Nivel de garantía: 95 %

Variables Independientes	ACOR MEDIO	EPG MEDIO	Número de corroboraciones
$U\dot{m}, Q^*(7), E\dot{m}$	3.3451	27.12	3
$U\dot{m}, Q^*(8), E\dot{m}$	3.5468	30.09	3
$U\dot{m}, Q^*(6), E\dot{m}$	4.4206	27.08	3
$U\dot{m}, Q^*(3), E\dot{m}$	5.7275	26.37	3
$U\dot{m}, Q^*(4), E\dot{m}$	6.3451	26.63	3
$U\dot{m}, Q^*(5), E\dot{m}$	6.5551	26.48	3
$U\dot{m}, Q^*(2), E\dot{m}$	8.8646	25.79	3

CUADRO 9
Modelo NRH-GAP
Variable dependiente: *output* (Q^*)

Nivel de garantía: 95 %

Variables Independientes	ACOR MEDIO	EPG MEDIO	Número de corroboraciones
$Q^*(6), \hat{p}\dot{m}(8)$	-10.3951	3.42	4
$Q^*(7), \hat{p}\dot{m}(8)$	-10.3794	3.45	4
$Q^*(7), \hat{p}\dot{m}(1)$	-10.3154	2.61	3
$Q^*(5), \hat{p}\dot{m}(8)$	-10.1474	3.32	4
$Q^*(4), \hat{p}\dot{m}(8)$	-10.1008	3.24	4
$Q^*(2), \hat{p}\dot{m}(8)$	-9.9695	3.00	4
$Q^*(3), \hat{p}\dot{m}(8)$	-9.9628	3.13	4
$Q^*(5), \hat{p}\dot{m}(6)$	-9.8833	3.12	3
$Q^*(4), \hat{p}\dot{m}(4)$	-9.8784	2.77	3
$Q^*(4), \hat{p}\dot{m}(6)$	-9.8529	3.01	3

CUADRO 10
Modelo NRH-GAP
Variable dependiente: precios ($\dot{p}$)

Nivel de garantía: 95 %			
Variables Independientes	ACOR MEDIO	EPG MEDIO	Número de corroboraciones
$Q^*(7), \dot{p}\dot{m}(8), \dot{m}$	-6.8079	38.33	3
$Q^*(8), \dot{p}\dot{m}(8), \dot{m}$	-6.7963	38.33	3
$Q^*(6), \dot{p}\dot{m}(8), \dot{m}$	-6.7744	38.33	3
$Q^*(5), \dot{p}\dot{m}(8), \dot{m}$	-6.6434	38.33	3
$Q^*(4), \dot{p}\dot{m}(8), \dot{m}$	-6.5721	38.33	3
$Q^*(8), \dot{p}\dot{m}(7), \dot{m}$	-6.3361	38.33	2
$Q^*(7), \dot{p}\dot{m}(7), \dot{m}$	-6.3259	38.33	2
$Q^*(7), \dot{p}\dot{m}(6), \dot{m}$	-6.2708	38.33	2
$Q^*(6), \dot{p}\dot{m}(7), \dot{m}$	-6.2386	38.33	2
$Q^*(7), \dot{p}\dot{m}(5), \dot{m}$	-6.2087	38.33	2

CUADRO 11
Estimaciones del modelo seleccionado

Variables Independientes	Variables	Dependientes
	Q^*	$\dot{p}_t - \dot{m}_t$
Constante	-0.00083 (0.00062)	-0.00071 (0.00134)
Q^*_{-1}	1.75101 (0.12888)	-0.46673 (0.27923)
Q^*_{-2}	-1.00305 (0.25471)	0.69216 (0.55309)
Q^*_{-3}	0.47726 (0.77798)	0.10952 (0.60833)
Q^*_{-4}	-0.42903 (0.27666)	-0.30246 (0.60697)
Q^*_{-5}	0.30042 (0.25319)	-0.00111 (0.60236)
Q^*_{-6}	-0.10631 (0.12349)	-0.08617 (0.54867)
Q^*_{-7}		0.07763 (0.26921)
$\dot{p}_{t-1} - \dot{m}_t$	0.03607 (0.05676)	0.12826 (0.12321)
$\dot{p}_{t-2} - \dot{m}_t$	0.02446 (0.05903)	0.24621 (0.12782)
$\dot{p}_{t-3} - \dot{m}_t$	-0.07305 (0.05949)	0.26832 (0.12945)
$\dot{p}_{t-4} - \dot{m}_t$	0.00207 (0.06034)	0.19229 (0.13237)
$\dot{p}_{t-5} - \dot{m}_t$	-0.08188 (0.05988)	0.05981 (0.12959)
$\dot{p}_{t-6} - \dot{m}_t$	-0.01754 (0.05558)	-0.00543 (0.12267)
$\dot{p}_{t-7} - \dot{m}_t$	-0.01894 (0.05298)	-0.20301 (0.11725)
$\dot{p}_{t-8} - \dot{m}_t$	0.03648 (0.05078)	0.20729 (0.11047)
	LMF-1 LMF-2 LMF-4 LMF-8 (LM-1) (LM-2) (LM-4) (LM-8)	LMF-1 LMF-2 LMF-4 LMF-8 (LM-1) (LM-2) (LM-4) (LM-8)
	1.54 1.05 1.79 2.10	0.05 1.34 0.76 1.16
	(1.91) (2.62) (8.52) (18.34)*	(0.06) (3.37) (3.93) (11.56)

*: Significativa al 1 %, pero no al 5 %.

5. Conclusiones

El objetivo de este trabajo ha sido el desarrollar y aplicar un nuevo procedimiento para llevar a cabo el contraste empírico de las teorías con los hechos. Para ello, en la sección segunda se han presentado los modelos LSW y NRH-GAP, los cuales pueden considerarse como las formulaciones más recientes de las dos grandes corrientes del pensamiento macroeconómico: clásica y keynesiana.

Una vez obtenidas las especificaciones susceptibles de contraste empírico de ambas Teorías, en la sección tercera se han estudiado los nuevos conceptos y estadísticos que configuran la propuesta metodológica de selección de modelos que se aplica en el trabajo. Esta propuesta se formula en términos del error de predicción garantizado o nivel informativo de un modelo econométrico, así como del grado de corroboración de ese nivel informativo. Indicadores de esas características de los modelos son los estadísticos AVE y ACOR, los cuales sirven para tomar la decisión acerca de cual de ellos ha superado más satisfactoriamente el contraste empírico.

La aplicación de esta metodología a datos trimestrales de la economía española queda recogida en la sección cuarta. De cara a esta aplicación se adopta un punto de vista funcional, consistente en que consideraremos que un modelo resulta más aceptable frente a otros en el contraste empírico si cumple más satisfactoriamente que esos otros modelos alternativos un objetivo establecido *a priori*. En nuestro caso, el objetivo ha sido predecir el valor de una variable que no ha sido utilizado en la construcción del modelo.

Una primera conclusión importante a la que llega este trabajo es el contenido mismo de los diferentes cuadros-tipo que presenta, con independencia de la utilización posterior que se haga para decidir cual es el modelo más satisfactorio.

En cada uno de dichos cuadros se da cuenta del error de predicción garantizado o nivel informativo de cada uno de los modelos esféricos y de la cuantía del error de predicción realmente cometido, pudiéndose concluir a partir de la comparación de ambos acerca de, por un lado, si la información proporcionada por cada modelo es más o menos aceptable, extremo éste sobre el que la práctica tradicional no dice nada, y, por otro lado, si uno puede confiar en la fiabilidad de esa información. A nuestro parecer, esto es una primera conclusión importante del trabajo.

Por otra parte, una segunda conclusión importante se refiere acerca de cual de los dos modelos alternativos parece más aceptable a la luz de los datos utilizados en esta investigación. A la vista de los valores tomados por el promedio del ACOR parece claro que el modelo NRH-GAP supera más satisfactoriamente el contraste empírico que el modelo LSW, por lo que sería ese modelo el elegido. La conclusión de todas formas parece más clara para los precios que para el *output*, pero, en todo caso, hay coincidencia en ambas.

Apéndice estadístico

La muestra utilizada para llevar a cabo el estudio empírico de los modelos LSW y NRH-GAP está compuesta por datos trimestrales, abarcando el período 1964-1984.

La definición y fuente estadística de cada una de las variables utilizadas se resume en el cuadro siguiente:

Variable	Definición	Fuente
Renta en términos reales (QR).	Producto Interior Bruto en términos reales. Serie desestacionalizada.	SANZ R. (1985): «Timestralización del PIB por ramos de actividad. 1964-1984». Documento de Trabajo n.º 8514 Banco de España, Servicio de Estudios.
Precios (P).	Índice de precios al consumo. Serie desestacionalizada.	Boletines Económicos del Banco de España.
Renta Monetaria (Y).	Oferta Monetaria ($M1$). Serie desestacionalizada.	Boletines Económicos del Banco de España.
Nivel «normal» de renta (Q^N).	Estimación del modelo de tendencia lineal para la variable $\log QR = Q$.	Elaboración propia.
Output (Q^*)	Diferencia entre Q y Q^N .	Elaboración propia.
Parte anticipada de la variable monetaria ($E\dot{m}$).	Estimación del modelo planteado (expresión 4.8) para $\dot{m}$.	Elaboración propia.
Parte no anticipada o sorpresa de la variable monetaria ($U\dot{m}$).	Residuos del modelo planteado para $\dot{m}$.	Elaboración propia.

Referencias

- Akaike, H. (1969): «Fitting Autoregressive Models for Prediction», *Annals of Institute of Statistical Mathematics*, núm. 21, págs. 243-247.
- Akaike, H. (1970): «Statistical Predictor Identification», *Annals of Institute of Statistical Mathematics*, núm. 23, págs. 203-217.
- Akaike, H. (1971): «Autoregressive Model Fitting for Control», *Annals of Institute of Statistical Mathematics*, núm. 23, págs. 163-180.
- Akaike, H. (1973): «Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle». En Petrov, B. N. y F. Csaki (eds.): *2nd International Symposium on Information Theory*, Budapest, Akademiai Kiado, págs. 267-281.
- Akaike, H. (1974): «A New Look at the Statistical Model Identification», *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-19, págs. 716-723.
- Akaike, H. (1977): «On the Entropy Maximization Principle», en *Applications of Statistics*, en Krishnaiah, P. R. (ed.), Amsterdam: North-Holland, págs. 27-41.

- Amemiya, T. (1980): «Selecting of Regressors», *International Economic Review*, núm. 21, págs. 331-354.
- Aparicio, M. T. (1985): «Selección de modelos econométricos: estudio comparado de un nuevo criterio», Tesis Doctoral. Departamento de Econometría, Universidad de Zaragoza.
- Aznar, A. (1984): «Buscando el modelo econométrico útil», *Estadística Española*, núm. 102, págs. 5-11.
- Aznar, A. (1987): «Economistas flexo, economistas bombilla y el contraste empírico de lo inesperado», en *Ciclo de conferencias homenaje a Keynes*, Rubio de Urquía, R. (ed.), Madrid: Alianza Universidad.
- Aznar, A. (1989): *Econometric Model Selection: A New Approach*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Aznar, A.; Aparicio, M. T. y Trivez, F. J. (1989): «Selección y fiabilidad de modelos econométricos para la política económica», Instituto de Estudios Fiscales. Monografía n.º 70, Madrid.
- Aznar, A.; Carrascón, L. y Mur, J. (1986): «Estudio del contenido informativo y la corroboración en los modelos econométricos; aplicación a los sectores farmacéutico y electrónico», *Estadística Española*, núm. 112, págs. 5-20.
- Aznar, A. y Trivez, F. J. (1990): «Causal Relationships Between Money and Income in the Spanish Economy», en *Monetary Policy: A Theoretical and Econometric Approach*, Barroux, Y. y Artus, P. (eds.), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Barro, R. J. (1977): «Unanticipated Money Growth and Unemployment in the United States», *American Economic Review*, núm. 67, págs. 101-115.
- Barro, R. J. (1978): «Unanticipated Money, Output, and the Price Level in the United States», *Journal of Political Economy*, núm. 86, págs. 549-580.
- Barro, R. J. (1986): *Macroeconomía*, México, Nueva Editorial Interamericana.
- Barro, R. J. y Rush, M. (1980): «Unanticipated Money and Economic Activity», en *Rational Expectations and Economic Policy*, Fischer, S. (ed.), Chicago, The University of Chicago Press.
- Branson, W. H. (1978): *Teoría y política macroeconómica*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Breusch, T. S. y Pagan, A. R. (1980): «The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics», *Review of Economic Studies*, núm. 47, págs. 239-253.
- Crouch, R. L. (1972): *Macroeconomics*, New York, Harcourt Brace Jovanovich.
- Dolado, J. J. (1984): «Neutralidad monetaria y expectativas racionales: alguna evidencia en el caso de España», *Revista Española de Economía*, 2.ª época, núm. 1, págs. 77-98.
- Dornbusch, R. y Fischer, S. (1986): *Macroeconomía*, Madrid, McGraw-Hill.
- Friedman, M. (1968): «The Role of Monetary Policy», *American Economic Review*, núm. 58, págs. 1-17.
- Godfrey, L. G. (1978a): «Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables», *Econometrica*, núm. 46, págs. 1293-1301.
- Godfrey, L. G. (1987b): «Testing for Higher Order Serial Correlation in Regression Equations when the Regressors Include Lagged Dependent Variables», *Econometrica*, núm. 46, págs. 1303-1310.
- Gordon, R. J. (1981): «Output Fluctuations and Gradual Price Adjustment», *Journal of Economic Literature*, núm. 19, págs. 493-530.
- Gordon, R. J. (1982): «Price Inertia and Policy Ineffectiveness in the United States, 1890-1980», *Journal of Political Economy*, núm. 90, págs. 1087-1117.
- Gordon, R. J. (1983): *Macroeconomía*, México, Grupo Editorial Iberoamérica.
- Gordon, R. J. (1990): «What is New-Keynesian Economics?», *Journal of Economic Literature*, núm. 28, págs. 1115-1171.

- Hall, R. E. y Taylor, J. B. (1986): *Macroeconomía*, Barcelona, Antoni Bosch.
- Hoffman, D. L. y Schlagenhauf, D. E. (1982): «An Econometric Investigation of the Monetary Neutrality and Rationality Propositions from an International Perspective», *Review of Economics and Statistics*, núm. 64, págs. 562-571.
- Hoover, K. D. (1988): *The New Classical Macroeconomics*, Oxford, Basil Blackwell.
- Kiviet, J. F. (1986): «On the Rigour of Some Misspecification Test for Modelling Dynamic Relationships», *Review of Economic Studies*, núm. 53, págs. 241-261.
- Kydland, F. E. y Prescott, E. C. (1982): «Time to Build and Aggregate Fluctuations», *Econometrica*, núm. 50, págs. 1345-1370.
- Lucas, R. E. (1972): «Expectations and the Neutrality of Money», *Journal of Economic Theory*, núm. 4, págs. 103-124.
- Lucas, R. E. (1973): «Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs», *American Economic Review*, núm. 63, págs. 326-334.
- McCallum, B. T. (1979): «The Current State of the Policy Ineffectiveness Debate», *American Economic Review*, núm. 69, págs. 240-245.
- McCallum, B. T. (1986): «On 'Real' and 'Sticky-Price' theories of the Business Cycle», *Journal of Money, Credit and Banking*, núm. 18, págs. 397-414.
- McGee, R. T. y Stasiak, R. T. (1985): «Does Anticipated Monetary Policy Matter?», *Journal of Money, Credit and Banking*, núm. 17, págs. 16-27.
- Mishkin, F. S. (1982a): «Does Anticipated Monetary Policy Matter? An Econometric Investigation», *Journal of Political Economy*, núm. 90, págs. 22-51.
- Mishkin, F. S. (1982b): «Does Anticipated Aggregate Demand Policy Matter? Further Econometric Results», *American Economic Review*, núm. 72, págs. 788-802.
- Mishkin, F. S. (1983): *A Rational Expectations Approach to Macroeconomics. Testing Policy Ineffectiveness and Efficient Markets Models*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Nelson, C. R. y Plosser, C. I. (1982): «Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series», *Journal of Monetary Economics*, núm. 10, págs. 139-162.
- Phelps, E. S. (1970): «Introduction: The New Microeconomics in Employment and Inflation Theory», en *Microeconomic Foundations of Employment and Inflation Theory*, Phelps, E. S. et al (Eds.), New York, Norton, págs. 1-23.
- Sargent, T. J. (1976): «The Observational Equivalence of Natural and Unnatural Rate-Theories of Macroeconomics», *Journal of Political Economy*, núm. 84, págs. 631-640.
- Sargent, T. J. (1979): *Macroeconomic Theory*, New York, Academic Press.
- Sargent, T. J. y Wallace (1976): «Rational Expectations and the Theory of Economic Policy», *Journal of Monetary Economics*, núm. 2, págs. 169-183.
- Sims, C. A. (1980): «Comparison of Interwar and Postwar Business Cycles: Monetarism Reconsidered», *American Economic Review*, núm. 70, págs. 250-259.
- Sims, C. A. (1982): «Policy Analysis with Econometric Models», *Brookings Paper on Economic Activity*, núm. 1, págs. 107-164.
- Small, D. H. (1979): «Unanticipated Money Growth and Unemployment in the United States: Comment», *American Economic Review*, núm. 69, págs. 996-1003.

Abstract

This paper deals with the empirical testing, paying attention to a new econometric model selection procedure, of two alternative macroeconomic models using quarterly data from the Spanish economy. The two models are, respectively, the LSW (Lucas-Sargent-Wallace) and the NRH-GAP (Natural Rate Hypothesis Gradual Adjustment of Prices). We emphasize three points: first, the economic theory underlying the two models tested, second, the development of the principles and statistics used in the new testing procedure and third, the presentation of the results that have been obtained.