

## **ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE EL PIB ESPAÑOL, EL PNB DE ESTADOS UNIDOS Y EL PNB DEL CONJUNTO DE PAÍSES INDUSTRIALIZADOS**

Rafael FLORES DE FRUTOS

*Universidad Complutense*

*En este artículo se estudian las relaciones entre el Producto Interior Bruto español (PIBE), el Producto Nacional Bruto de Estados Unidos (PNBU) y el Producto Nacional Bruto de un conjunto de Países Industrializados (PNBI). Se utilizan técnicas de análisis de series temporales en la elaboración de los modelos de previsión que se presentan. Los resultados del trabajo sugieren que la introducción de información internacional (PNBU, PNBI) en los modelos de variables nacionales (PIBE), permite mejorar las previsiones obtenidas con estos últimos.*

### **1. Introducción**

Con datos anuales correspondientes al período 1953-1983, se investigan las relaciones entre el Producto Interior Bruto Español (PIBE), el Producto Nacional Bruto de Estados Unidos (PNBU) y el Producto Nacional Bruto de un conjunto de Países Industrializados (PNBI)<sup>1</sup>.

Dada la dependencia de la economía española respecto de la economía mundial, se trata de averiguar hasta qué punto es posible aprovechar esta información para mejorar las previsiones de *PIBE*.

La metodología empleada en la elaboración de los modelos que se presentan, es la metodología de análisis de series temporales desarrollada en Box y Jenkins (1970), Box y Tiao (1975), Alavi y Jenkins (1981) y Tiao y Box (1981).

En la línea de este artículo, aunque empleando técnicas de «pooling» y modelos con parámetros variantes en el tiempo, técnicas distintas a las empleadas aquí, cabe citar el trabajo de García Ferrer, *et al.* (1987). Estos autores elaboran modelos de previsión para el Producto Interior Bruto de diez países diferentes, y muestran que es posible mejorar la previsión de cualquiera de estos productos, incorporando la información internacional disponible sobre el resto.

<sup>1</sup> Los resultados que se presentan en este artículo forman parte de los obtenidos en la tesis doctoral que con el título «Análisis Econométrico sobre la Incidencia de la Economía de Estados Unidos y Economía Mundial sobre la Economía Española» he realizado bajo la dirección del profesor Arthur B. Treadway. Agradezco a L. Corchón, M. Gracia y A. Novales sus valiosos comentarios y sugerencias.

Siguiendo a Treadway *et al.* (1986), nuestro trabajo parte de un modelo conceptual general básico, expresado matemáticamente como un modelo estocástico multivariante. En este modelo general cualquiera de los productos considerados puede recibir influencias de los otros dos. No obstante, las correlaciones contemporáneas que pudieran existir, se interpretan como efectos instantáneos de unos productos sobre otros, concretamente: del *PNBU* y el *PNBI* sobre el *PIBE* (sin realimentación), y del *PNBU* sobre el *PNBI*. Se supone que la economía española es lo suficientemente pequeña en comparación con las otras dos como para no influir *instantáneamente* en ellas de modo significativo. También se supone que el producto agregado de EE.UU. no recibe efectos significativos *instantáneos* de la economía mundial, dada la importancia de la demanda y oferta internas de este país. La contrastación empírica de estas dos hipótesis requeriría datos más desagregados en el tiempo.

A través de un análisis estocástico trivariante de las tres series temporales mencionadas, se contrasta la ausencia de efectos de realimentación del *PIBE* sobre el *PNBU* y el *PNBI*. En este análisis se detecta también una fuerte correlación contemporánea entre el *PNBU* y el *PNBI*, que se interpreta como un efecto instantáneo del *PNBU* sobre el *PNBI*.

La incorporación de estos resultados empíricos al modelo teórico reducen el análisis estocástico trivariante a uno de transferencia, donde el output es el *PIBE* y los inputs son el *PNBU* y el *PNBI* depurado de los efectos del *PNBU*.

Este artículo consta de cinco secciones. La Sección 2 trata las características de los datos y fuentes estadísticas utilizadas. La Sección 3 expone los análisis univariantes (US) y de intervención (UTI) llevados a cabo sobre dichos datos. La Sección 4 está dedicada a la identificación, estimación y diagnóstico del modelo de transferencia (UT) de *PIBE* versus *PNBU* y *PNBI*. Este modelo servirá para mejorar las previsiones univariantes de *PIBE*. La Sección 5 presenta un ejercicio de previsión postmuestreal llevado a cabo sobre los modelos UTI y UT de *PIBE*. Por último Sección 6 resume los resultados más importantes y las líneas de investigación abiertas.

## 2. Datos estadísticos

Los datos utilizados en esta investigación se refieren a las economías de España, Estados Unidos y un conjunto de países industriales, término que incluye a: Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, Nueva Zelanda, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Suecia, Suiza, Reino Unido y España.

La fuente estadística utilizada es la publicación del Fondo Monetario Internacional «Estadísticas Financieras Internacionales», anuarios de 1981 y 1983-1985. Las series temporales analizadas son las siguientes:

1. Producto Interior Bruto de España ( $PIBE_t$ ), a precios constantes de 1975 (m.m. de pesetas).

2. Producto Nacional Bruto de Estados Unidos ( $PNU_t$ ), a precios constantes de 1980 (m.m. de dólares).
3. Producto Nacional Bruto del conjunto de Países Industrializados ( $PNI_t$ ), año base 1980.

Todas ellas constan de 30 observaciones anuales de 1954-1983. Los análisis univariantes y de intervención de las series  $PNU_t$  y  $PNI_t$  se realizan con 31 observaciones al disponerse del dato para el año 1953. La fuente utilizada para la recopilación de los datos no recoge el  $PNU$  español, ni el  $PNI$  estadounidense ni el  $PNI$  del conjunto de Países Industrializados. El deseo de utilizar datos homogéneos procedentes todos de una sola fuente hace que utilicemos para España, Estados Unidos y el conjunto de Países Industrializados las series antes mencionadas<sup>2</sup>.

### 3. Análisis univariantes y de intervención

En esta sección se presentan los modelos estocásticos univariantes y de intervención (en el caso del  $PNI$ ) para las series temporales de producto mencionadas. Estos modelos son imprescindibles para el análisis posterior de relaciones, ayudan a detectar posibles anomalías en los datos y constituyen la primera referencia con la que comparar modelos más elaborados<sup>3</sup>.

#### 3.1. Producto Interior Bruto de España ( $PNI$ )

El análisis univariante de esta serie temporal puso de manifiesto la presencia de anomalías claras en los años 1959-1962, fechas en las que tuvo lugar el Plan de Estabilización de la economía española. Los resultados de este análisis junto con la seguridad de que tales anomalías reflejan los efectos del Plan de Estabilización llevan al modelo de intervención que se presenta en el cuadro 1. En dicho cuadro aparecen los resultados más importantes de las etapas de estimación y diagnóstico del modelo  $PNI$ <sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Las observaciones correspondientes a los años 1984, 1985 y 1986 no se han utilizado en la elaboración de los modelos presentados con el fin de evaluar la capacidad predictiva de los mismos.

<sup>3</sup> Todos los modelos que se presentan en este trabajo han sido estimados utilizando el criterio de mínima suma de cuadrados de los residuos con retrovisión. En todos ellos la situación de la estimación está bien definida, esto es, no se encuentran correlaciones importantes entre parámetros estimados y el algoritmo de estimación converge en menos de 15 iteraciones.

<sup>4</sup> El diseño del cuadro 1 es común a otros cuadros que aparecen en el trabajo y es el siguiente: en la cabecera aparece el nombre que se le da al modelo y el número de observaciones ( $N$ ), a continuación se especifica el modelo, la definición de la variable de intervención, el factor de amortiguamiento, período, desviación típica residual, media residual, bandas de significación para las funciones de autocorrelación ( $acf$ ) y autocorrelación parcial ( $pacf$ ), estadístico de Box-Pierce y por último los residuos anómalos. Las cifras que aparecen entre paréntesis son las desviaciones típicas de los parámetros estimados; en el caso del estadístico  $Q$  son los grados de libertad.

CUADRO 1

<i>Modelo: PIBEI</i>	$N = 30$ (1954-1983)
$\ln PIBE_t = (-0,08 - 0,11B - 0,05B^2 - 0,02B^3)\xi_t^{I,59} + N_t$	
$(0,01) \quad (0,02) \quad (0,02) \quad (0,01)$	
$(1 + 0,29B + 0,50B^2)\nabla^2 N_t = a_t, \xi_t^{I,59} \begin{cases} = 1 \text{ si } t = 1959 \\ = 0 \text{ si } t \neq 1959 \end{cases}$	
$(0,16) \quad (0,16)$	
Factor de amortiguamiento = 0,71	
Período = 3,5 años	
$\sigma_a \times 100 = 1,6$	
$\bar{a} = -(0,002)$	
$(0,003)$	
$\pm 2/\sqrt{29} = \pm 0,38$	
<i>acf</i> : No se aprecian estructuras, $Q(3) = 2,9$	
<i>pacf</i> : No se aprecian estructuras	
Residuos anómalos: 1975 ( $-3,2\sigma$ )	

Los residuos de este modelo (Gráfico 1), su *acf* (Gráfico 2) y su *pacf* (Gráfico 3) indican que se trata de un modelo que representa adecuadamente el comportamiento de la serie<sup>5</sup>. Destaca la presencia de una anomalía en el año 1975. En

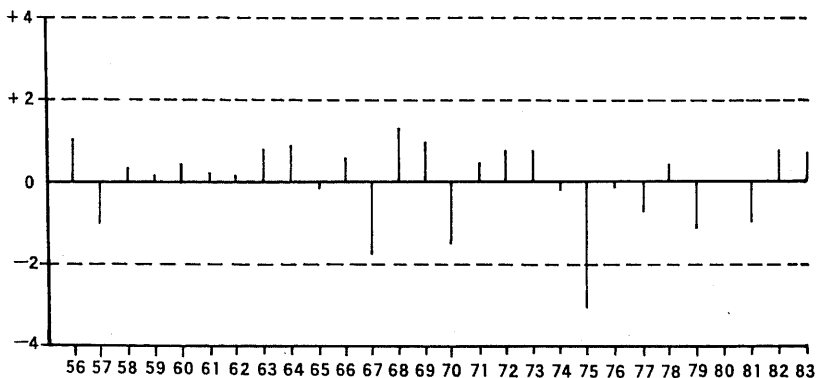


GRÁFICO 1. Residuos modelo UTI: PIBEI

<sup>5</sup> Los gráficos de residuos que aparecen en este trabajo se encuentran estandarizados.

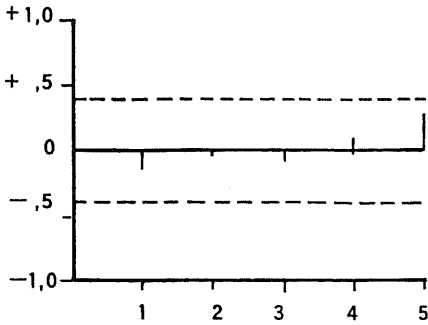


GRÁFICO 2  
acf Residuos Mod. UTI: PIBE1

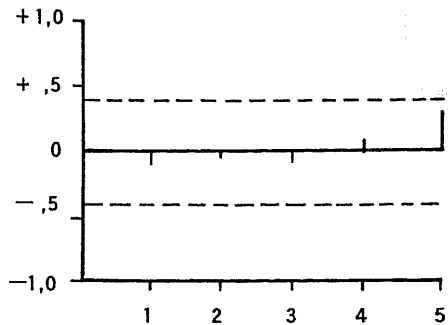


GRÁFICO 3  
pacf Residuos Mod. UTI: PIBE1

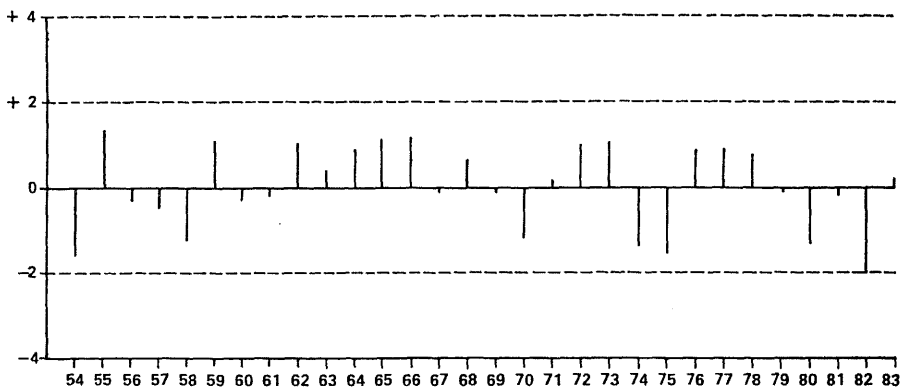
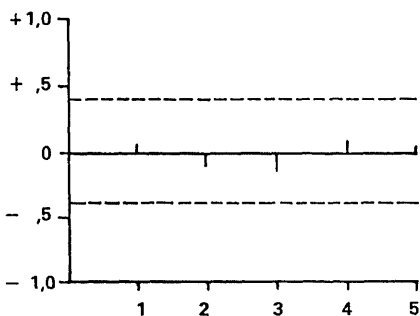
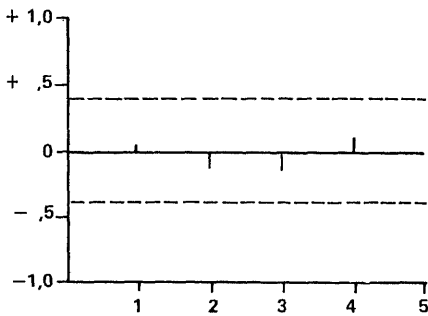
principio pensamos que esta anomalía refleja los efectos sobre el *PIBE* de la crisis internacional de 1974. Dicha anomalía no se interviene esperando que desaparezca en los análisis de relación posteriores. Finalmente también cabe destacar la presencia del ciclo de 3,5 años que genera el proceso  $AR(2)$ , y que puede identificarse con el supuesto ciclo de la economía española.

### 3.2. Producto Nacional Bruto de Estados Unidos (*PNBU*)

El Cuadro 2 presenta los resultados del análisis realizado para esta serie. Tanto el gráfico de la serie diferenciada (Gráfico 4) como su *acf* y *pacf* (Gráficos 5 y 6) indican que ésta se comporta como ruido blanco, lo que implica que el Produc-

CUADRO 2

<i>Modelo: PNBU1</i>	$N = 30$ (1953-1983)
$\nabla \ln PNBU_t = 0,030 + a_t$	
(0,005)	
$\sigma_a \times 100 = 2,5$	
$\bar{a} = -0,1 \times 10^{-4}$	
(0,5 $\times 10^{-2}$ )	
$\pm 2/\sqrt{29} = \pm 0,38$	
<i>acf</i> : No se aprecian estructuras, $Q(7) = 2,1$	
<i>pacf</i> : No se aprecian estructuras	
Residuos anómalos: 1982 ( $-2,1\sigma$ )	

GRÁFICO 4.  $\nabla \ln PNBU$ GRÁFICO 5.  $acf \nabla \ln PNBU$ GRÁFICO 6.  $pacf \nabla \ln PNBU$ 

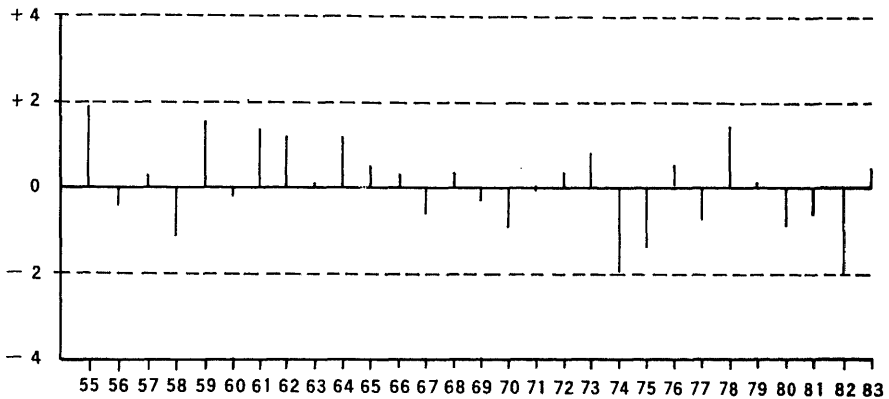
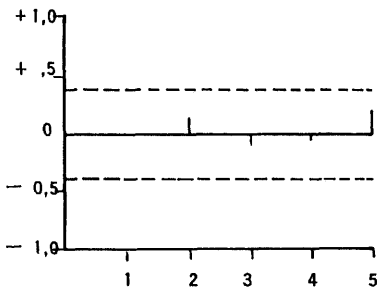
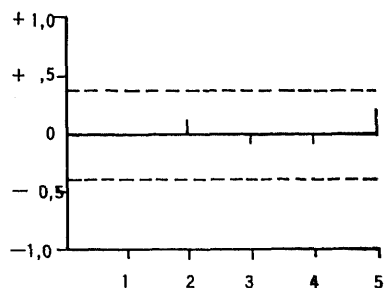
to Nacional Bruto estadounidense crece de modo aproximadamente constante a un ritmo del 3 por 100 anual; esto es, se comporta como un paseo aleatorio con tendencia determinista. La estimación de modelos más elaborados,  $ARI(2,1)$ ,  $ARI(2,2)$  y  $ARIMA(2,2,1)$  no dieron resultados satisfactorios.

### 3.3. *Producto Nacional Bruto de los Países Industriales (PNBI)*

La serie *PNBI* sigue un proceso  $ARIMA(2,2,1)$  representado en el Cuadro 3. Al igual que en el caso del *PIBE*, en el *PNBI* también aparece un ciclo, en este caso con un periodo de cuatro años aproximadamente. Los gráficos de residuos, *acf* y *pacf* (Gráficos 7, 8 y 9) indican que este modelo parece adecuado.

CUADRO 3

<i>Modelo: PNBI</i>	$N = 30$ (1953-1983)
$(1 - 0,60B + 0,55B^2)\nabla^2 \ln PNBI_t = (1 - 0,62B)a_t$	
(0,19) (0,15)	(0,19)
Factor de amortiguamiento = 0,74	
Período = 4,1 años	
$\sigma_a \times 100 = 1,8$	
$\bar{a} = -0,001$	
(0,003)	
$\pm 2/\sqrt{29} = \pm 0,38$	
<i>acf</i> : No se aprecian estructuras, $Q(3) = 2,0$	
<i>pacf</i> : No se aprecian estructuras	
Residuos anómalos: 1974 ( $-2,1\sigma$ )	

GRÁFICO 7. Residuos Mod. US: *PNBI*GRÁFICO 8  
*acf* Residuos Mod. US: *PNBI*GRÁFICO 9  
*pacf* Residuos Mod. US: *PNBI*

#### 4. Análisis de transferencia

El modelo de transferencia del *PIBE* versus el *PNBU* y *PNBI* supone implícitamente la existencia de una relación unidireccional de las variables *inputs* hacia la variable *output*. Esto es, que los niveles de *PNBU* y *PNBI*, en un período de tiempo  $t$ , pueden influir en el nivel de *PIBE* para los períodos  $t$ ,  $t+1$ ,  $t+2$ , etc., pero no al contrario. Se supone que la economía española es muy pequeña en relación con cualquiera de las otras en cuestión. Esta ausencia de realimentación fue contrastada a través del examen de las funciones de correlación cruzada de las series preblanqueadas con sus respectivos modelos univariantes (Gráficos 10 y 11). Estos modelos se estimaron eficientemente de forma conjunta dentro de un modelo ARMA trivariante diagonal, siendo los residuos de este modelo los que se utilizaron en el cálculo de las funciones de correlación cruzada mencionadas.

En primer lugar, y antes de cualquier análisis de relación, se procede a corregir la serie del Producto Interior Bruto español de los efectos del primer Plan de Estabilización, ya que estos, como se vio en la sección anterior, provocan fuertes anomalías en los años 1959, 1960, 1961 y 1962, y pueden dar lugar a confusión al interpretar las funciones de correlación cruzada estimadas. Por el momento, se supone que estos hechos son ajenos a las influencias del exterior, aunque al final del análisis se estimará un modelo conjunto para evaluar esta hipótesis.

En segundo lugar, se elabora un modelo estocástico bivalente para  $\ln$  *PNBU* y  $\ln$  *PNBI*. El modelo resultante es un modelo ARMA diagonal formado por los modelos univariantes de cada una de las series. Las funciones de correlación cruzada correspondientes, indican la total ausencia de efectos retardados en cualquiera de los dos sentidos (Gráficos 12 y 13). Lo más destacado y relevante de este análisis es la fuerte correlación contemporánea entre las dos series de residuos (0,91). Esta correlación indica un alto grado de colinealidad entre ellas, debido, al gran peso específico que tiene la producción de Estados Unidos en el *PNBI*, y a los presumibles efectos de la economía estadounidense sobre la del resto de países industriales. Si suponemos que las variaciones en el *PNBU* tienen su origen fundamentalmente en perturbaciones internas, siendo despreciables las externas en términos comparativos, se pueden ignorar los posibles efectos de realimentación del resto de países industriales sobre esta variable.

Resumiendo, el modelo bivalente confirma en parte lo que en un principio indican de forma intuitiva, el alto grado de agregación temporal de las variables y la gran importancia del *PNBU* en el *PNBI*. Si bien el alto grado de correlación contemporánea mantiene la duda acerca de la dirección de la relación, existe cierto consenso en desestimar las perturbaciones exteriores de cualquier clase como causa del comportamiento de la actividad económica agregada de Estados Unidos, dada la importancia que para la economía de ese país tienen su demanda y oferta internas.

La incorporación de este último supuesto reduce el modelo bivalente a uno de transferencia con un solo *input* y un solo *output*. Véase Cuadro 4 y Gráficos 14, 15 y 16.



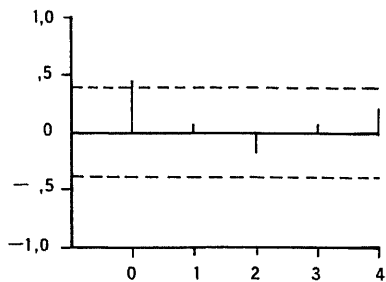


GRÁFICO 10

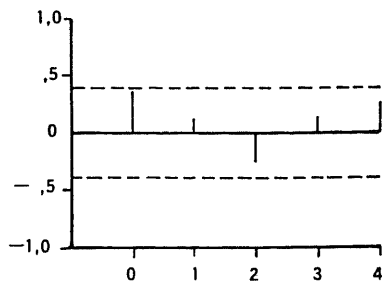
ccf Res. ln *PNBI* vs Res. ln *PIBE*

GRÁFICO 11

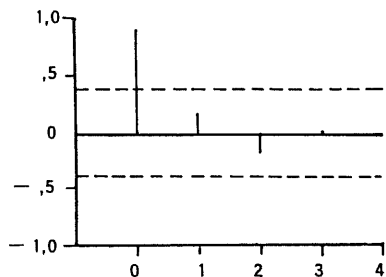
ccf Res. ln *PNBU* vs Res. ln *PIBE*

GRÁFICO 12

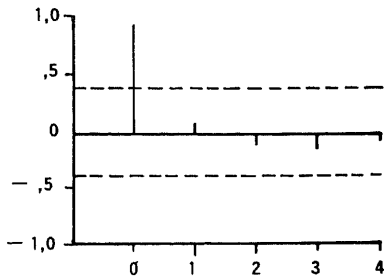
ccf Res. ln *PNBI* vs Res. ln *PNBU*

GRÁFICO 13

ccf Res. ln *PNBU* vs Res. ln *PNBI*

CUADRO 4

Modelo: *PNBI2* $N = 30$  (1954-1983)

$$\ln PNBI_t = (-0,57) + 0,09B \ln PNBU_t + RPNBI_t$$

(0,05) (0,05)

$$\text{ganancia} = 0,67$$

(0,68)

$$(1 + 0,25B + 0,61B^2)\nabla^2 RPNBI_t = a_t$$

(0,15) (0,14)

Factor de amortiguamiento = 0,74

Período = 4,1 años

$$\sigma_a \times 100 = 0,7$$

$$\bar{a} = -0,001$$

(0,002)

$$\pm 2/\sqrt{29} = \pm 0,38$$

ccf: No se aprecian estructuras,  $Q_{ccf}(2) = 0,2$ acf: No se aprecian estructuras,  $Q_{acf}(2) = 1,4$ 

pacf: No se aprecian estructuras

Residuos anómalos: 1974 (-2,1 $\sigma$ )

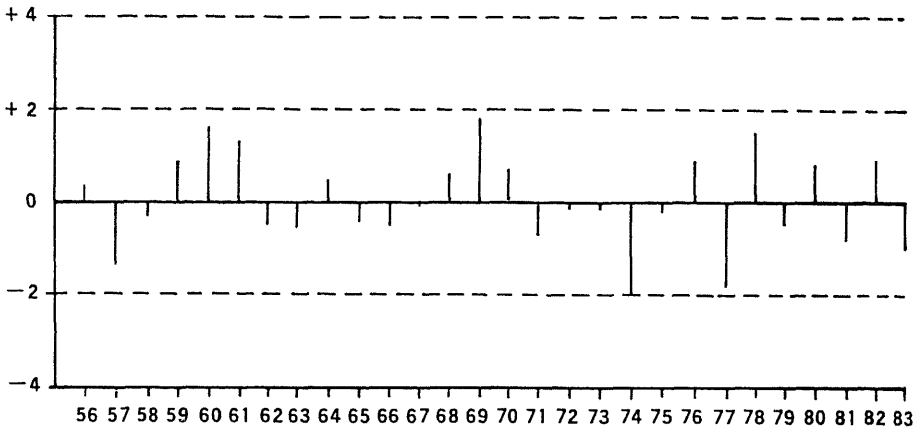


GRÁFICO 14  
Residuos MODELO UT: *PNB12*

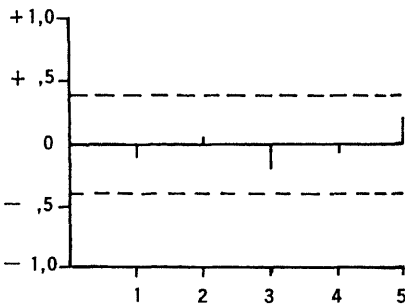


GRÁFICO 15  
*acf* Residuos Mod. UT: *PNB12*

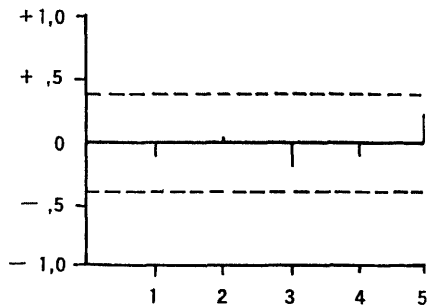
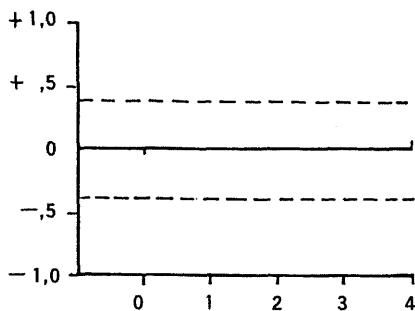


GRÁFICO 16  
*pacf* Residuos Mod. UT: *PNB12*

El término  $\omega_1 B$  de la función de transferencia aparece como resultado del proceso de diagnóstico llevado a cabo sobre un modelo anterior en el que la función de transferencia consta tan solo del término  $\omega_0$ , y no por identificación directa a partir de la función de correlación cruzada correspondiente. Como se aprecia el efecto es pequeño, pero formalmente significativo al 95 por 100 de probabilidad.

Interpretados los residuos de este modelo (*RPNB1*) como la parte de la variable  $\ln PNB1$  no explicada por el  $\ln PNB1$ , pueden ser introducidos en lugar de la variable  $\ln PNB1$  como variable *input* en el modelo de transferencia  $\ln PIBE$  versus  $\ln PNB1$ ,  $\ln PNB1$ . Dichos residuos y el  $\ln PNB1$  son prácticamente ortogonales (véase Gráfico 17). De esta manera se consigue aislar los efectos que sobre el  $\ln PIBE$  tienen un incremento del  $\ln PNB1$  y un incremento autónomo del  $\ln PNB1$ .

GRÁFICO 17 *ccf RPNBI vs. ln PNBU*

Con *inputs* prácticamente ortogonales se identifican, como si se tratase de dos modelos de transferencia con un solo *input* cada uno, las funciones de transferencia del modelo representado en el Cuadro 5, sin embargo, la estimación de ambas se realiza de forma conjunta, incorporando también los términos de

CUADRO 5

Modelo: *PIBE2* $N = 30$  (1954-1983)

$$\ln \text{PIBE}_t = (-0,08 - 0,12B - 0,06B^2 - 0,02B^3) \xi_t^{I,59} +$$

(0,01) (0,01) (0,01) (0,01)

$$+ 0,29B + 0,28B) \ln \text{PNBU}_t + 0,74 \text{RPNBI}_t + \mathcal{N}_t$$

(0,10) (0,10) (0,32)

$$g = 0,57$$

(0,15)

$$\nabla^2 \mathcal{N}_t = (1 - 0,39)a_t, \xi_t^{I,59} \begin{cases} = 1 \text{ si } t = 1959 \\ = 0 \text{ si } t \neq 1959 \end{cases}$$

(0,19)

$$\sigma_a \times 100 = 1,3$$

$$\bar{a} = -(0,002)$$

(0,080)

$$\pm 2/\sqrt{29} = \pm 0,38$$

*ccf1*: No se aprecian estructuras,  $Q_{ccf1}(2) = 1,1$

*ccf2*: No se aprecian estructuras,  $Q_{ccf2}(2) = 3,0$

*acf*: No se aprecian estructuras,  $Q_{acf}(2) = 0,9$

*pacf*: No se aprecian estructuras

Residuos anómalos: No se aprecian.

intervención del modelo *PIBE1*. Cabe poner de manifiesto la escasa variación que sufren las estimaciones de los parámetros correspondientes a la variable ficticia, respecto a las obtenidas en el modelo de intervención del *PIBE* (Cuadro 1). Parece pues aceptable la hipótesis de que los valores extremos del *PIBE* durante los años 1959-1962 no son debidos a factores externos.

El segundo *input* en el modelo de transferencia es el nivel de la variable  $\ln PNB$ ; su función de transferencia indica que un aumento de un punto porcentual en el nivel de *PNB* para un año «*t*» provocaría un incremento de aproximadamente 0,29 puntos porcentuales en el nivel de *PIBE* para ese mismo año «*t*» y un incremento de 0,28 puntos porcentuales en el *PIBE* del año siguiente. Ambas elasticidades son estadísticamente distintas de cero al 95 por 100 de probabilidad, tal como indican sus errores estándar estimados (0,10 en ambos casos).

Existe pues un efecto expansivo del Producto Nacional Bruto estadounidense sobre el Producto Interior Bruto español, que podría estar compuesto, por ejemplo, de un efecto directo sobre nuestras exportaciones a Estados Unidos y otro indirecto, al aumentar nuestras exportaciones al resto de países industrializados, debido al efecto expansivo que también *PNB* parece tener sobre *PNBI*. Esta interpretación no deja de ser una hipótesis, ya que también puede haber dependencia por razones de flujos de capital. No obstante, dicha hipótesis se podría contrastar analizando las series de exportaciones de España y el conjunto de países industrializados.

La tercera variable recoge el efecto que sobre *PIBE* tendría un incremento autónomo en *PNBI*, esto es, un incremento ajeno a la influencia de *PNB*. El efecto de esta variable es positivo e instantáneo, indicando que un aumento de un punto porcentual en la misma, incrementaría 0,74 puntos porcentuales *PIBE*. Este resultado pone de manifiesto al igual que en el caso de Estados Unidos, el carácter motor que para nuestra economía tendría un aumento del *PNB* de esos países. La introducción de retardos en la función de transferencia de esta variable no resulta estadísticamente aceptable.

Al comparar el proceso seguido por el ruido de este modelo con el resultante del análisis de intervención de la serie  $\ln PIBE_t$ , destaca la desaparición del proceso autorregresivo de segundo orden. Este resultado es interesante ya que refleja la desaparición del ciclo económico en el *PIBE* cuando se introducen como variables explicativas de su comportamiento las variables *PNB* y *RPNBI*. Dicho resultado sería compatible también con la idea de que el ciclo observado en la actividad económica real de España tiene su origen en factores externos (y no estadounidenses, ya que el análisis US de *PNB* no muestra evidencia de ciclo alguno).

Comparando los residuos de los modelos *PIBE1* y *PIBE2* (Gráfico 1 y Gráfico 18) llama la atención el residuo del año 1975. Se aprecia una reducción en el mismo al pasar del modelo *PIBE1* al modelo *PIBE2*. Parece claro que *PNB* como *PNBI* juegan un papel importante en la explicación del *PIBE* de ese año. No obstante, es precisamente al depurar esta variable de los efectos del sector

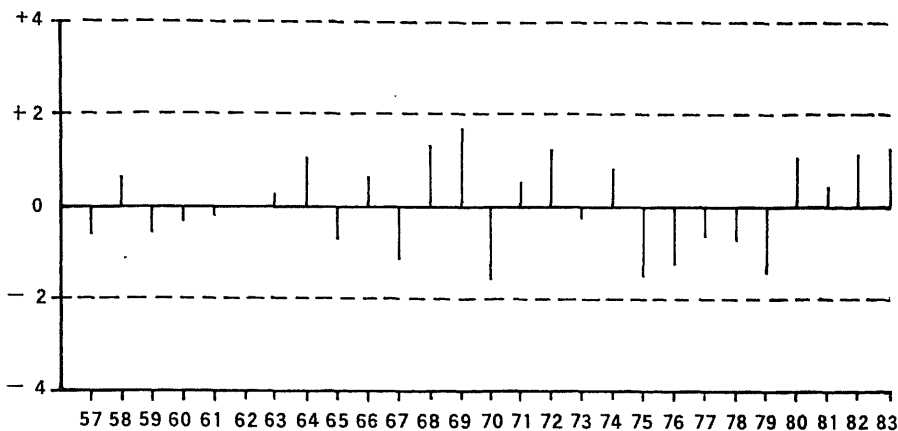


GRÁFICO 18. Residuos Mod. UT: *PIBE2*

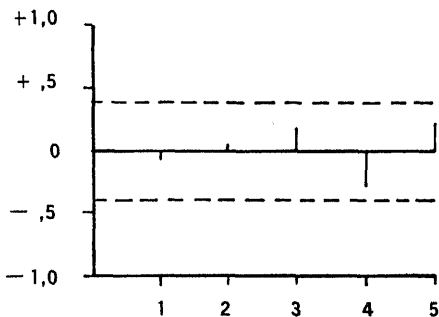


GRÁFICO 19  
*acf* Residuos Mod. UT: *PIBE2*

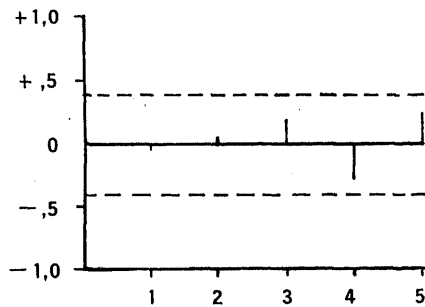


GRÁFICO 20  
*pacf* Residuos Mod. UT: *PIBE2*

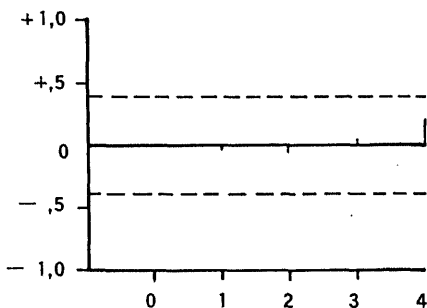


GRÁFICO 21  
*acf* Res. Mod. *PIBE2* vs.  $\ln$  *PNBUI*

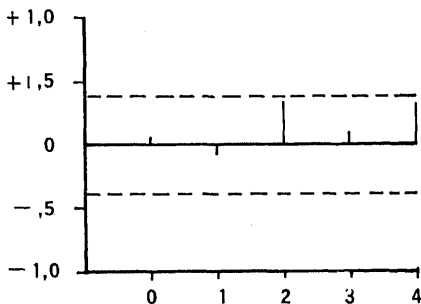


GRÁFICO 22  
*acf* Res. Mod. *PIBE2* vs. *RPNBI*

exterior, cuando surgen valores en racha negativa de 1975 a 1979 que hacen pensar en alguna causa interna (¿expansión monetaria?) como posible origen de los mismos. Se deja esta vía abierta para una posterior investigación.

Utilizando las mismas variables con datos desde 1964, se han realizado los mismos análisis descritos en este capítulo; los resultados, al ser prácticamente idénticos a los presentados con más observaciones, ponen de manifiesto la estabilidad y robustez de las estructuras estimadas aquí. Cabe mencionar que la única diferencia destacable es la permanencia del proceso AR(2) complejo en el ruido del modelo tipo *PIBE2*; este hecho arroja dudas sobre el origen, interno o externo, del ciclo observado en el comportamiento de *PIBE*, ya que éste desaparece al incorporar el resto de las observaciones.

Es interesante el aumento experimentado por el coeficiente de determinación corregido desde el modelo *PIBE1* (0,61) al modelo *PIBE2* (0,75) de aproximadamente un 23 por 100, hecho que pone de manifiesto la importancia de los *inputs* estocásticos introducidos. Se observa también que las elasticidades a largo plazo de *PIBE* versus *PNBU* y *PIBE* versus *RPNBI* no difieren estadísticamente, lo que sugiere que el *PNBU* tiene aproximadamente el mismo efecto relativo sobre el *PIBE* que el *PNB* de los demás países industrializados.

## 5. Análisis de previsión

Con los modelos *PIBE1* (Cuadro 1) y *PIBE2* (Cuadro 5), se han realizado previsiones para los años 1984, 1985 y 1986. Las observaciones de *PIBE* para esos años se han extraído de la Contabilidad Nacional de España para el año 1984, en la que aparece el año 1984 como definitivo y los años 1985 y 1986 como provisional y avance respectivamente. Este ejercicio de previsión se ha llevado a cabo tomando como origen el año 1983 y tiene como objetivo evaluar la capacidad predictiva de los modelos antes mencionados. Parece lógico pensar que si los supuestos, *a priori* introducidos, acerca de las correlaciones contemporáneas fueran excesivamente restrictivos, las previsiones del modelo *PIBE2* podrían ser incluso peores que las obtenidas con el modelo *PIBE1*. En este sentido el ejercicio que se lleva a cabo en esta sección sirve para validar empíricamente dichos supuestos.

Los resultados de este análisis se presentan en los cuadros 6 y 7.

CUADRO 6  
Previsiones del Producto Interior Bruto Español  
Modelo *PIBE1*

Año	Valor observado	Límite inferior 95 %	Predicción	Límite superior 95 %	Error estándar Vble. transf logaritmo
1984	7.005,6	6.722,4	6.945,0	7.175,0	0,017
1985	7.167,0	6.572,6	7.008,1	7.472,4	0,033
1986	7.403,3	6.480,0	7.101,6	7.782,7	0,047

CUADRO 7  
Previsiones del Producto Interior Bruto Español  
Modelo *PIBE2*

Año	Valor observado	Límite inferior 95 %	Predicción	Límite superior 95 %	Error estándar Vble. transf logarítmico
1984	7.005,6	6.824,5	7.038,4	7.258,9	0,016
1985	7.167,0	6.802,6	7.212,3	7.646,6	0,030
1986	7.403,3	6.794,6	7.399,6	8.058,6	0,044

La inspección de los cuadros 6 y 7 muestra como el modelo *PIBE2* supera sistemáticamente en precisión al modelo *PIBE1*. Para el año 1984, previsión un período hacia adelante, el modelo *PIBE1* comete un error del 0,87 por 100 mientras que el modelo *PIBE2* lo comete de un 0,47 por 100. Para el año 1985, dos períodos hacia adelante, el modelo *PIBE1* comete un error del 2,22 por 100 mientras que el modelo *PIBE2* lo comete del 0,62 por 100. Por último para el año 1986, tres períodos hacia adelante, los errores son del 4,08 por 100 para *PIBE1* y 0,05 por 100 para *PIBE2*. En unidades de error estándar un período hacia adelante (e.s.), los errores cometidos por el modelo *PIBE2* son de -0,29, -0,39 y 0,03 e.s. respectivamente, mientras que los cometidos por el modelo *PIBE1* son de 0,51, 1,30 y 2,45 e.s. respectivamente. A la vista de estos resultados, no parece que la introducción *a priori* de las hipótesis acerca de la direccionalidad de las correlaciones contemporáneas, sea excesivamente restrictiva.

## 6. Resultados

Este trabajo muestra dos resultados importantes:

1. La existencia de efectos claros del *PNBU* y del *PNBI* sobre el *PIBE*, que se traducen en una mejora evidente de las previsiones para este último.
2. La desaparición del ciclo observado en el modelo univariante del *PIBE*, una vez se introducen el *PNBU* y el *PNBI* como *inputs* en el modelo de transferencia.

En el modelo teórico de las relaciones entre el *PIBE*, *PNBU* y *PNBI*, se han introducido dos hipótesis sin contrastación previa. La primera es la hipótesis de ausencia de realimentación contemporánea del Producto Interior Bruto español en la relación *PIBE* versus *PNBU* y *PNBI*, necesaria para la elaboración del modelo UT, *PIBE2*. El poco peso específico de la economía española en las economías de Estados Unidos y del conjunto de países industrializados justifica su introducción. La segunda hipótesis es la de ausencia de realimentación contemporánea del *PNBI* en la relación *PNBI* versus *PNBU*. Esta hipótesis no es esencial para el modelo teórico aunque si conveniente, ya que con ella se evita el problema de colinealidad entre el *PNBU* y el *PNBI*, *inputs* fundamentales del modelo de previsión *PIBE2*. El gran peso específico de la oferta y

demanda internas en EE.UU., hace pensar que el comportamiento del Producto Nacional Bruto de Estados Unidos viene determinado fundamentalmente por factores internos, siendo los factores externos despreciables en comparación. Estas dos hipótesis son discutibles, no obstante, su incorporación lleva consigo una mejora substancial de las previsiones del *PIBE*, uno, dos y tres períodos hacia adelante.

Otro hecho destacable es la desaparición del proceso AR(2) en el modelo *PIBE2*, presente en el modelo *PIBE1*. La desaparición del cuasi ciclo descrito por este AR(2) es compatible con la idea de que el ciclo observado en el comportamiento de la actividad económica real de España tiene su origen en factores externos. Esta sería una hipótesis sugerente para una posterior investigación.

El conjunto de información que incorpora el modelo *PIBE2* está formado por los valores presentes y pasados de los productos de EE.UU. y del conjunto de Países Industrializados, así como por la historia pasada del *PIB* español. Sería pues interesante, incorporar a ese conjunto de información, variables de la economía española tales como la expansión monetaria, el Tipo de Interés y Saldos Reales Monetarios. Su incorporación tendría como fin elaborar un modelo econométrico sencillo para la economía española. Este modelo serviría para calibrar con mayor precisión la importancia del *PNBU* y del *PNBI* en la explicación del comportamiento del *PIBE*.

## Referencias

- Alavi, A. S., y Jenkins, G. M. (1981): «Some aspects of modelling and forecasting multivariate time series», *Journal of Times Series Analysis*, núm. 2, pág. 1-47.
- Box, G. E. P., y Jenkins, G. M. (1970): *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden-Day San Francisco, ed. revis. 1976.
- Box, G. E. P. y Tiao, G. C. (1975): «Intervention analysis with applications to economics and environmental problems», *Journal of the American Statistical Association*, núm. 70, pág. 70-79.
- García-Ferrer, A.; Highfield, R. A.; Palm, F., y Zellner, A. (1987): «Macroeconomic forecasting using pooled international data», *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 5, núm. 1, pág. 53-67.
- Tiao, G. C., y Box, G. E. P. (1981): «Modelling multiple time series with applications», *Journal of the American Statistical Association*, núm. 75, pág. 802-816.
- Treadway A. B.; Carbajo, R., y García-Pardo, J. (1986): *Los Efectos de la Expansión Monetaria sobre la Economía Real Española*, Fundación Ramón Areces, Madrid.

## Abstract

In this paper we investigate the relationships between spanish GDP, USA GNP, and the GNP of a group of Industrial Countries. We use Time Series techniques to build forecast models, and offer empirical support for including international information along with national information to produce improved national forecasts.