

## MODELOS REALES DEL CICLO: UN PANORAMA

Francisco GOERLICH GISBERT\*

*Federación Valenciana de Cajas de Ahorros*

«One of the functions of theoretical economics is to provide fully articulated, artificial economic systems that can serve as laboratories in which policies that would be prohibitively expensive to experiment with in actual economies can be tested out at much lower cost»  
(Lucas 1980).

*La macroeconomía ha sufrido profundos cambios en los últimos años. Este artículo presenta los últimos avances dentro de la modelización de equilibrio competitivo de las fluctuaciones económicas, se revisa pues la literatura de los ciclos reales y marginalmente la cuestión de las raíces unitarias; ambos temas han acaparado mucha atención en la literatura macroeconómica y econométrica en los últimos años.*

### 1. Introducción

La macroeconomía ha sufrido profundos cambios en los últimos años; como señala Mankiw (1988) «hace quince o veinte años era mucho más fácil ser estudiante de macroeconomía». El progreso técnico, tanto desde un punto de vista teórico como por el desarrollo de toda una nueva gama de técnicas matemáticas y econométricas, ha permitido abordar recientemente problemas que antes eran difícilmente tratables desde un punto de vista analítico. Sin embargo, a pesar de este importante progreso no existe todavía un consenso en el entendimiento del problema que ha centrado la atención de los macroeconomistas durante las dos últimas décadas: las fluctuaciones económicas.

El presente artículo no pretende ser una revisión completa de los desarrollos más recientes en macroeconomía (Fisher, 1988 o Mankiw, 1988), sino tan solo presentar los últimos avances dentro de la modelización de equilibrio competitivo de las fluctuaciones económicas, que tomó su impulso decisivo en la década de los 70 de la mano de Lucas (1972, 1975, 1977) y Barro (1981). El paradigma neoclásico de los 80 es, sin embargo, sustancialmente diferente

\* Los comentarios de un evaluador anónimo contribuyeron a mejorar la presentación de este trabajo. Cualquier error que pudiera contener es de mi única responsabilidad. Se agradece el apoyo financiero de la Fundación Ramón Areces.

del de los 70 aunque históricamente están íntimamente relacionados y por ello como punto de conexión ofrezco una visión personal de lo que ha perdurado tras la denominada revolución de las expectativas racionales.

Si fuera necesario elegir un modelo representativo de la década pasada, este sería sin lugar a dudas el de oferta agregada de Lucas (1973), el modelo contiene las tres características esenciales en torno a las cuales se centrará gran parte de la investigación económica durante estos años. En primer lugar, se trata de un modelo de equilibrio competitivo, en el que los precios se mueven instantáneamente para equilibrar los mercados. En segundo lugar, descansa sobre los supuestos de expectativas racionales e información imperfecta, y en tercer lugar, ofrece una explicación monetaria de las fluctuaciones económicas. El principal resultado del artículo de Lucas (1973) fue la denominada «proposición de neutralidad» (Sargent y Wallace; 1975, 1976), según la cual sólo la política monetaria no anticipada por los agentes económicos producía efectos reales. Esta será la principal implicación empírica hacia la que los investigadores dirigirán su atención. Si bien esta hipótesis recibió cierto apoyo por parte de Barro (1978), otros trabajos posteriores mostraron su debilidad (Barro y Hercowitz, 1980, Boschen y Grossman (1982), Gordon (1982), Mishkin (1983) y Bean (1984). A finales de los 70 una conclusión parecía clara: la hipótesis de las «malas percepciones» con origen monetario propugnada por Lucas (1973) no explicaba suficientemente la variabilidad observada en el *output*. Será precisamente la falta de apoyo empírico a esta hipótesis, junto con la objeción de que la escasez de información acerca de variables nominales corrientes sea el origen de las fluctuaciones en un mundo donde la información se procesa con gran rapidez, lo que generará un cambio de énfasis en la década de los 80, tanto en lo referente al origen de dichas fluctuaciones, postulándose ahora un origen real, como en el mecanismo de transmisión<sup>1</sup>.

Si bien el enfoque de información imperfecta y fluctuaciones de origen monetario ha sido prácticamente abandonado en la actualidad, los años 70 han dejado profundas contribuciones en la macroeconomía actual. A mi juicio existen al menos cinco aspectos importantes que han resistido, por el momento, el paso del tiempo:

1. La hipótesis de expectativas racionales (Muth, 1961). Sin duda la hipótesis dominante a la hora de postular mecanismos de formación de expectativas. Aunque la evidencia microeconómica no siempre la apoya (Kahneman y Tversky, 1979), no parece que exista una alternativa razonable a corto plazo.
2. Los problemas de equivalencia observacional (Sargent, 1976) y la dificultad de interpretar en términos teóricos modelos econométricos estructurales.
3. La crítica de Lucas (1976) sobre la utilización de modelos econométricos para la evaluación de políticas alternativas.

<sup>1</sup> A las dos causas señaladas sería posible añadir una tercera, la creciente dificultad técnica en la manipulación de modelos con información imperfecta.

4. Creciente popularidad en la modelización de equilibrio, no necesariamente competitivo. O dicho en otras palabras, el intento de eliminación de supuestos *ad hoc*, tales como rigideces de precios y/o salarios.
5. Creciente modelización macroeconómica con fundamentos microeconómicos. Existe en la actualidad una tendencia a construir macro-modelos desde los primeros principios, esto es, a partir de individuos que maximizan utilidad y empresas que maximizan beneficios.

Si bien estos aspectos han perdurado, el origen monetario de las fluctuaciones económicas ha dado paso en la década de los 80 a una explicación de las mismas desde un punto de vista fundamentalmente real (shocks en la productividad), apareciendo en la literatura los denominados modelos de ciclos reales, en los que normalmente los precios relativos son correctamente percibidos por los agentes económicos.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se explica brevemente la hipótesis de sustitución intertemporal de trabajo (ISH) de Lucas y Rapping (1969), ya que juega un papel fundamental en la explicación del comportamiento del mercado de trabajo desde una óptica de equilibrio. La sección 3 comenta la aportación de Nelson y Plosser (1982) y la 4 ofrece un modelo real del ciclo. Las secciones 5 y 6 comentan la literatura reciente a partir de este modelo básico y finalmente la sección 7 ofrece unas breves reflexiones.

## 2. La hipótesis de sustitución intertemporal en trabajo

La ISH avanzada por Lucas y Rapping (1969) ocupa un lugar clave en los modelos reales del ciclo, ya que es el único medio de explicar, dentro de un marco de equilibrio competitivo, grandes fluctuaciones en el empleo<sup>2</sup> con variaciones muy pequeñas en los salarios.

Lucas y Rapping (1969), partiendo de un enfoque de Ciclo-Vital en el que los individuos son libres de elegir el número de horas que trabajan, argumentan que la oferta de trabajo es extremadamente elástica respecto a cambios transitorios en el salario, pero altamente inelástica respecto a cambios permanentes. La idea puede ser fácilmente comprendida con el siguiente ejemplo tomado de Fisher (1988). Considérese un individuo que consume y trabaja en dos períodos y posee la siguiente función de utilidad:

$$U(c_1, c_2, n_1, n_2) = \ln c_1 - \alpha(1 + \beta)^{-1} n_1^{1+\beta} + (1 + \delta)^{-1} [\ln c_2 - \alpha(1 + \beta)^{-1} n_2^{1+\beta}]$$

donde  $c_i$  es consumo,  $n_i$  es trabajo y  $\beta \geq 0$ . El parámetro  $\beta$  mide la curvatura de la función de utilidad con respecto al trabajo; mayor  $\beta$  indica menor sustitu-

<sup>2</sup> Empleo debe tomarse aquí como sinónimo de horas. Tanto la ISH como los modelos reales del ciclo son estudiados normalmente en términos de agente representativo, y por tanto son adecuados para el estudio del margen intensivo y no del extensivo. En este sentido el desempleo está ausente en este tipo de modelos, que lo que ofrecen es más bien una explicación de la volatilidad de las horas trabajadas. Para una teoría del desempleo es necesario acudir a los modelos de búsqueda (Lucas y Prescott, 1974).

ción intertemporal, para  $\beta = 0$  la función de utilidad es lineal en  $n_t$  y la elasticidad de sustitución intertemporal es infinita.

El individuo maximiza la anterior función de utilidad sujeta a la restricción presupuestaria intertemporal:

$$c_1 + c_2/(1+r) = w_1 n_1 + w_2 n_2/(1+r)$$

donde  $w_t$  es el salario real y  $r$  es el tipo de interés, considerado constante por simplicidad.

Resolviendo las condiciones de primer orden, la relación entre la oferta de trabajo del individuo en los dos periodos viene dada por

$$n_1/n_2 = [w_1(1+r)/w_2(1+\delta)]^{1/\beta}$$

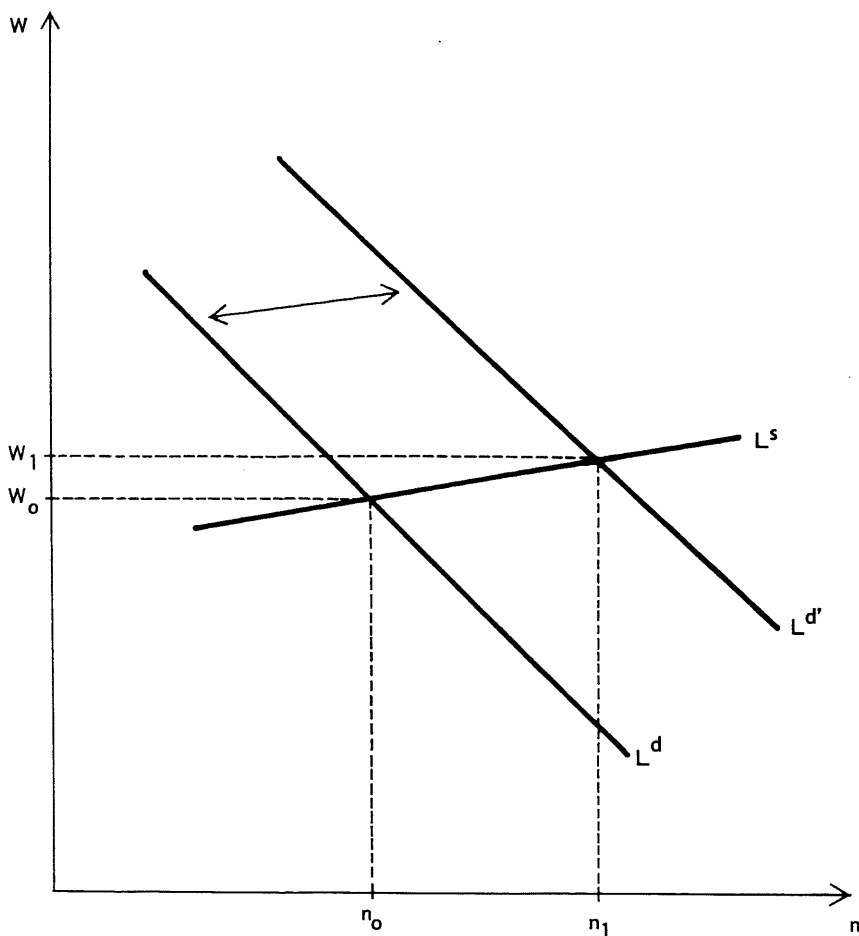


Gráfico 1

Mercado de trabajo perfectamente competitivo dominado por shocks en la productividad

por tanto la oferta relativa de trabajo depende del salario relativo con una elasticidad  $1/\beta$ . Si los salarios en el primer periodo son más altos que en el segundo lo mismo sucederá con la oferta de trabajo, lo que muestra que los individuos responden positivamente a cambios transitorios en el salario; sin embargo, si  $w_1$  y  $w_2$  cambian en la misma proporción, la relación  $n_1/n_2$  permanece inalterada, por lo que no existe respuesta de los individuos frente a cambios permanentes.

Este mecanismo permite a los economistas neoclásicos explicar grandes fluctuaciones en las horas trabajadas con ligeras variaciones en los salarios reales a lo largo del ciclo, asumiendo valores de  $1/\beta$  suficientemente grandes. Para darse cuenta de la importancia de la ISH en los modelos reales del ciclo piense el lector en un modelo de mercado de trabajo perfectamente competitivo, donde la oferta es determinada según consideraciones de sustitución intertemporal y el sistema está dominado por continuos shocks en la productividad. Obsérvese además que para que el mecanismo funcione necesitamos salarios reales procíclicos (ver Gráfico 1).

La evidencia empírica sobre ISH es mixta, y por el momento nada concluyente<sup>3</sup>.

### 3. La aportación de Nelson y Plosser (1982)

En un importante artículo Nelson y Plosser (1982) ofrecen evidencia empírica que sugiere que el componente de demanda agregada en las fluctuaciones económicas puede haber sido tradicionalmente sobrestimado y que la variabilidad en el output puede deberse en gran parte a la variabilidad en la tendencia, que no tiene por que ser necesariamente suave<sup>4</sup>. Nelson y Plosser (1982) se proponen distinguir entre series estacionarias en tendencia (TS):

$$z_t = \alpha + \beta t + c_t$$

<sup>3</sup> Sin ánimo de ser exhaustivo el lector interesado puede consultar los siguientes trabajos. Desde un punto de vista microeconómico: MaCurdy (1981, 1983), Browning *et al.* (1985), Ham (1986), Altonji (1986), Hotz *et al.* (1988), Heckman y MaCurdy (1988) y Bover (1989); y desde un punto de vista de series temporales: Lucas y Rapping (1969), Hall (1980), Altonji y Ashenfelter (1980), Altonji (1982), Mankiw *et al.* (1985), Alogoskoufis (1987a, 1987b) y Goerlich (1989). Toda la evidencia empírica citada hace referencia a Estados Unidos o Gran Bretaña, para España la evidencia empírica al respecto es, hasta donde yo conozco, inexistente, aunque trabajo en curso por parte del autor muestra, como sería de esperar, que la hipótesis es ampliamente rechazada.

<sup>4</sup> Aunque no es estrictamente correcto normalmente se identifican shocks de demanda agregada con shocks transitorios (cíclicos) y shocks de oferta con shocks permanentes (tendenciales). Sabemos, sin embargo, que existen shocks de demanda que tienen carácter permanente, vía efecto Mundell-Tobin (Tobin, 1965) en el caso de la política monetaria o vía efecto «crowding-out» en el caso de la política fiscal. Al mismo tiempo es posible que algunos shocks de oferta tengan carácter transitorio. (Shapiro y Watson, 1988 y Blanchard y Quah, 1989).

donde  $z_t$  es la serie de interés y  $c_t$  es un proceso ARMA estacionario e invertible; y series cuyas primeras diferencias pueden representarse por un proceso ARMA estacionario e invertible (DS):

$$(1 - L)z_t = \beta + d_t$$

donde  $L$  es el operador de retardos,  $L^j = z_{t-j}$ , y  $d_t$  es, de nuevo, un proceso ARMA estacionario e invertible.

El modelo TS está asociado a la descomposición tendencia/ciclo tradicional en el estudio de las fluctuaciones y posee la indeseable propiedad de que la incertidumbre a largo plazo está acotada, puesto que el proceso  $c_t$  es estacionario y posee varianza finita, mientras que el modelo DS está asociado a una formulación estocástica de la tasa natural.

Mediante el estudio de las propiedades de ambos modelos<sup>5</sup> Nelson y Plosser (1982) reformulan el problema de discriminación entre un proceso y otro en términos de testar por raíces unidad. Para ello utilizan los tests de Dickey y Fuller (1979) que en su versión aumentada implican estimar regresiones de la forma

$$y_t = \gamma_0 + \gamma_1 y_{t-1} + \gamma_2 t + \delta(L) \cdot (y_{t-1} - y_{t-2}) + u_t$$

donde  $\delta(L)$  es un polinomio (finito) en el operador de retardos; y considerar como hipótesis nula  $H_0: \gamma_1 = 1, \gamma_2 = 0$ <sup>6</sup>. Dickey y Fuller (1979) construyeron por simulación la distribución del estimador de mínimos cuadrados ordinarios de  $\gamma_1$  bajo  $H_0$ ,<sup>7</sup> así como la de su ratio- $t$ ; estos resultados son utilizados por Nelson y Plosser (1982). Sus conclusiones son que de un total de 14 series macroeconómicas anuales de la economía americana para 13 no es posible rechazar  $H_0$ , siendo la excepción la tasa de desempleo.

La conclusión de esta primera parte de su artículo es que las series económicas son mejor caracterizadas como procesos no estacionarios con tendencias estocásticas<sup>8</sup>, que como la suma de una tendencia lineal determinista y un proceso estacionario.

<sup>5</sup> Básicamente el hecho de que un proceso DS presenta una raíz unidad en su polinomio autorregresivo cuando se formula en niveles, mientras que uno TS presenta una raíz unidad en su polinomio de medias móviles cuando se formula en diferencias.

<sup>6</sup> La alternativa es  $H_1: \gamma_1 < 1, \gamma_2 \neq 0$ ; que implica un proceso autorregresivo estacionario alrededor de una tendencia lineal determinista.

<sup>7</sup> Cuando  $\gamma_1 = 1$  y  $\gamma_2 = 0$  la distribución asintótica del estimador mínimo cuadrático de  $\gamma_1$  es no-estándar y debe ser construida por simulación; cuando  $\gamma_2 \neq 0$  dicha distribución es, sin embargo, normal. Nelson y Plosser (1982) no consideran modelos en los que  $\gamma_1 = 1$  y  $\gamma_2 \neq 0$  como parte del espacio admisible de modelos. Las tablas adecuadas se encuentran en Fuller (1976, Cap. 8).

<sup>8</sup> El concepto de tendencia estocástica es en la práctica equivalente a la presencia de una raíz unidad. Beveridge y Nelson (1981) demuestran que todo proceso ARIMA ( $p, 1, q$ ) puede ser descompuesto de forma única como la suma de un paseo aleatorio (la tendencia) y un componente estacionario (el ciclo) con innovaciones perfectamente correlacionadas. Ver también Stock y Watson (1988).

Una vez admitida la existencia de raíces unidad en los principales agregados macroeconómicos Nelson y Plosser (1982) se centran en la serie de *output* y postulando un modelo de componentes no observadas investigan, en base a la información muestral, si los datos son informativos acerca de la importancia relativa de ambos componentes.

En concreto Nelson y Plosser (1982) sugieren un modelo del tipo

$$y_t = \mu_t + g_t \\ = (1 - L)^{-1} \vartheta(L)v_t + \varphi(L)u_t$$

donde  $(1 - L)\mu_t = \vartheta(L)v_t$

$$g_t = \varphi(L)u_t$$

dicho modelo asigna el componente no estacionario a  $\mu_t$  a través del término  $(1 - L)$ .

La información muestral sugiere especializar el modelo anterior en  $\vartheta(L) = 1 + \vartheta L$  y  $\varphi(L) = 1$ ; lo que produce el siguiente proceso

$$(1 - L)y_t = v_t + \vartheta v_{t-1} + u_t - u_{t-1}$$

con autocovarianza para  $(1 - L)y_t$  en el retardo 1 igual a

$$\gamma(1) = \vartheta\sigma_v^2 - (1 - \vartheta)\sigma_w - \sigma_u^2$$

y cero autocovarianzas para retardos de orden superior.

El correlograma de las primeras diferencias del *output* indica un coeficiente de autocorrelación significativamente positivo en el retardo 1 y cero en retardos posteriores<sup>9</sup>. La contribución de Nelson y Plosser (1982) consiste en demostrar que para el modelo anterior  $\gamma(1) > 0$  implica  $\sigma_v^2 > \sigma_u^2$ , esto es, la variabilidad del *output* está dominada por la variabilidad en el componente tendencial (no estacionario) y no por la del componente cíclico (estacionario). Un intento de determinación de cotas en la relación  $\sigma_v/\sigma_u$  sugiere un límite inferior de 1 y superior de 5 ó 6.

Nelson y Plosser (1982) interpretan sus resultados como que la mayor parte de las fluctuaciones provienen del lado de la oferta, shocks en la productividad, que tienen un carácter permanente, y en este sentido se pronuncian a favor de una interpretación real de las fluctuaciones económicas.

Este tipo de evidencia empírica ha generado un importante volumen de literatura que fue inicialmente criticado en base a la poca potencia estadística de los tests utilizados<sup>10</sup> (MaCallum, 1986). La evidencia más reciente es mixta (Harvey, 1985; Perron y Phillips, 1986; Stock y Watson, 1986; Watson, 1986;

<sup>9</sup> Para una interpretación diferente del mismo correlograma ver Harvey (1985).

<sup>10</sup> En muestras del tamaño habitual en economía, entre 100 y 200 observaciones, es prácticamente imposible distinguir entre raíces unidad y raíces de 0.98 ó 0.95.

Campbell y Mankiw, 1987a, 1987b, 1989; Clark, 1987, 1989; Cochrane, 1988 y Perron, 1988) y no parece ser de momento concluyente, así, por ejemplo, varios autores han señalado que los resultados dependen significativamente del período muestral bajo análisis (De Long y Summers, 1988; Haldrup y Hylleberg, 1989 y Perron, 1989). El tema fundamental lo constituye, sin embargo, las posibles implicaciones económicas que una raíz unidad en el *output* pudiera tener, algunos trabajos argumentan que la hipótesis de raíz unidad carece de sentido económico por lo que interpretaciones económicas de esta evidencia estadística son totalmente infundadas (Quah, 1987; West, 1987; Sims, 1988 y Christiano y Eichenbaum, 1989)<sup>11</sup>.

#### 4. Un modelo real del ciclo

A principios de los 80 y tras el progresivo abandono de la teoría de las fluctuaciones de origen monetario, diversos autores dirigieron su atención hacia los shocks reales.

La presente sección ofrece un modelo real del ciclo suficientemente sencillo para ser resuelto analíticamente, y que ilustra los mecanismos básicos de funcionamiento de estos modelos, caracterizados por la existencia de shocks en la productividad como fuerza motora del sistema, así como por la respuesta óptima por parte de los individuos ante las alteraciones en los precios relativos. Su origen se remonta al modelo neoclásico de crecimiento de Solow (1956) y Swan (1956), posteriormente mejorado de forma significativa por Cass (1965), Koopmans (1965), Brock y Mirman (1971) y Donalson y Mehra (1983).

La forma más sencilla de motivar este tipo de modelos es a partir de una economía Robinson Crusoe en la que los individuos actúan como consumidores y productores al mismo tiempo. Nuestro individuo representativo vive infinitamente y en cada período maximiza la utilidad esperada

$$E_t \left[ \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U(c_{t+j}, l_{t+j}) \right] \quad [1]$$

donde  $\beta$  factor de descuento,  $0 < \beta < 1$ ,

$c_t$  consumo,

$l_t$  ocio,

$U(\bullet)$  función de utilidad con propiedades neoclásicas y buen comportamiento<sup>12</sup>,

<sup>11</sup> El artículo original de Nelson y Plosser (1982) junto con los de Fuller (1976) y Dickey y Fuller (1979) han generado un gran interés teórico por los procesos no estacionarios con raíces unidad. La literatura es excesivamente extensa como para ser citada aquí y el lector interesado es referido a surveys como los de Stock y Watson (1988) o el número monográfico del *Journal of Economics Dynamics and Control* de Agosto de 1988 y las referencias allí citadas.

<sup>12</sup>  $U(\bullet)$  se supone creciente en ambos argumentos, continuamente diferenciable al menos dos veces y  $U_i > 0$ ,  $U_{ii} < 0$ ,  $U_i(0,0) = \infty$  y  $U_i(\infty, \infty) = 0$ ;  $i = 1, 2$ .



$E_t = E(\bullet | \Omega_t)$  esperanza condicionada en un conjunto amplio de información,  $\Omega_t$ , que incluye todos los valores pasados de las variables relevantes hasta, e incluyendo, el periodo  $t$ , así como el entorno en el que opera nuestro individuo.

Elección de las unidades apropiadas de medida implica  $n_t + l_t \bar{=}$  1 donde  $n_t$  es el trabajo.

El individuo tiene acceso a una tecnología

$$y_t \leq z_t \cdot f(n_t, k_t) \tag{2}$$

donde  $y_t$  *output*,

$k_t$  stock de capital,

$z_t$  proceso estocástico de Markov<sup>13</sup> estacionario que refleja el estado de la tecnología, con esperanza incondicional igual a 1 y realización positiva con probabilidad 1,

$f(\bullet)$  función de producción homogénea de grado 1, con propiedades neoclásicas y buen comportamiento.

El *output* puede ser consumido o invertido ( $i_t$ ), por lo que en cada periodo se verifica

$$c_t + i_t \leq y_t \tag{3}$$

Durante cada período una fracción  $\delta$  ( $0 \leq \delta \leq 1$ ) del capital se deprecia, por lo que

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t \tag{4}$$

Dada la existencia de un único agente (no externalidades), concavidad en las preferencias y convexidad del conjunto de posibilidades de producción (ausencia de saturación local) es posible utilizar los teoremas de Debreu (1954) y Lucas y Precott (1971) para mostrar que el equilibrio es único y corresponde al único equilibrio competitivo, dicho equilibrio es además Pareto óptimo, y corresponde a la solución de un problema de planificador social, ello permite analizar movimientos en cantidades sin necesidad de examinar el comportamiento de los precios, por lo que el supuesto planificador social maximiza [1] sujeto a [2], [3] y [4] dado un stock inicial de capital y el proceso estocástico  $z_t$ .

El estado de la economía en el periodo  $t$  es descrito por  $k_t$  y  $z_t$ ; y las variables de control son  $n_t$ ,  $c_t$  e  $i_t$ <sup>14</sup>. Problemas de este tipo son fácilmente resueltos

<sup>13</sup> Un proceso estocástico se dice que es de Markov si el futuro, dado el presente, es independiente del pasado.

<sup>14</sup> Por convención los stocks son medidos al principio del período y los flujos al final.

mediante técnicas de programación dinámica<sup>15</sup>, lo que requiere encontrar la única función continua  $V: S \rightarrow R$  (donde  $S$  es el espacio de estado) que satisface la ecuación de Bellman

$$V(k_t, z_t) = \max [U(c_t, 1 - n_t) + \beta E[V(k_{t+1}, z_{t+1}) | k_t, z_t]] \quad [5]$$

donde la maximización es sobre las variables de control y está sujeta a las restricciones [2], [3] y [4]. La función de valor  $V(k, z)$  representa la máxima utilidad que podemos obtener a partir del conjunto de planes posibles.

Soluciones a este problema toman la forma

$$c_t = C(k_t, z_t) \quad [6]$$

$$n_t = N(k_t, z_t) \quad [7]$$

$$i_t = I(k_t, z_t) \quad [8]$$

donde  $C(\bullet)$ ,  $N(\bullet)$  e  $I(\bullet)$  son funciones continuas. Y esto se cumple no sólo para shocks idéntica e independientemente distribuidos, sino siempre que el proceso para  $z_t$  sea Markov, ya que en este caso  $z_t$  incorpora toda la información necesaria sobre la distribución de probabilidad de  $z_{t+1}$ .

Soluciones cerradas exigen especificación de la forma funcional de  $U(\bullet)$  y  $f(\bullet)$ , así como la introducción de algunos supuestos simplificadores. En concreto supondremos:

$$U(c_t, 1 - n_t) = (1 - \theta) \ln c_t + \theta \ln(1 - n_t) \quad 0 < \theta < 1 \quad [9]$$

$$f(n_t, k_t) = n_t^\alpha k_t^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad [10]$$

Para poder resolver analíticamente el problema es necesario además depreciación completa.  $\delta = 1$ ; y por simplicidad consideraremos el caso de shocks independientes e idénticamente distribuidos<sup>16</sup>.

Sustitución de las restricciones en la función objetivo llevan a la necesidad de resolver la siguiente ecuación de Bellman

$$V(k_t, z_t) = \max_{k_{t+1}, n_t} \left[ (1 - \theta) \ln [z_t n_t^\alpha k_t^{1-\alpha} - k_{t+1}] + \theta \ln(1 - n_t) + \beta E[V(k_{t+1}, z_{t+1}) | k_t, z_t] \right] \quad [11]$$

El lector puede comprobar que las leyes del movimiento de las variables de control son<sup>17</sup>

$$\ln c_t = \phi_0 + (1 - \alpha) \ln k_t + \ln z_t \quad [12]$$

<sup>15</sup> Sargent (1987) contiene una excelente introducción a la programación dinámica con aplicaciones económicas.

<sup>16</sup> El modelo es, por tanto, una visión unisectorial del de Long y Plosser (1983).

$$\ln k_{t+1} = \phi_1 + (1 - \alpha)\ln k_t + \ln z_t \quad [13]$$

$$n_t = n = \theta\alpha / \{ (1 - \theta)[1 - \beta(1 - \alpha)] + \theta\alpha \} \quad [14]$$

La ley del movimiento del *output* se obtiene fácilmente a partir de la función de producción

$$\ln y_t = \phi_2 + (1 - \alpha)\ln k_t + \ln z_t \quad [15]$$

donde las  $\phi$ 's son constantes que dependen de los parámetros del modelo.

Los procesos [12] y [15] pueden ser escritos, utilizando [13], como autorregresivos de orden 1,  $AR(1)$ , dinámicamente estables, puesto que  $|1 - \alpha| < 1$ <sup>18</sup>.

$$\ln c_t = \phi_1^* + (1 - \alpha)\ln c_{t-1} + \ln z_t \quad [16]$$

$$\ln y_t = \phi_2^* + (1 - \alpha)\ln y_{t-1} + \ln z_t \quad [17]$$

Este sencillo modelo posee dos características interesantes. Primero, es capaz de generar persistencia incluso en presencia de shocks independiente e idénticamente distribuidos. La persistencia proviene del hecho de que dado un shock el incremento en el *output* asociado al mismo es distribuido entre consumo e inversión, esta última engrosa el stock de capital y vía función de producción repercute en el *output* del período siguiente; este ciclo es repetido hasta que el sistema vuelve de nuevo al estado estacionario. En equilibrio, los consumidores prefieren transformar cualquier incremento inesperado de *output* en incrementos de consumo presentes y futuros, en este sentido la persistencia es debida a las preferencias de los individuos y es enteramente óptima.

Segundo, el modelo predice productividad (igual al producto medio dada tecnología Cobb-Douglas) procíclica, dado que el empleo es constante; obsérvese también que bajo competencia perfecta el salario real es igual a la productividad marginal por lo que éste mostrará comportamiento igualmente procíclico.

Sin embargo, hay dos aspectos del modelo que son altamente insatisfactorios. En primer lugar, el hecho de que el empleo sea constante a lo largo del ciclo; en realidad uno de los hechos fundamentales que intentan explicar los modelos macroeconómicos es precisamente la volatilidad en el empleo dada una

<sup>17</sup> Para ello supóngase una función de valor del tipo

$$V(k, z) = E + F\ln k + G\ln z$$

resuélvanse las condiciones de primer orden de la parte derecha de [11] y obténgase el valor de los coeficientes de la función de valor supuesta mediante el método de los coeficientes indeterminados, ello proporciona las ecuaciones [13] y [14], [12] se obtiene fácilmente a partir de las ecuaciones del modelo.

<sup>18</sup> Si  $\ln z_t$  siguiera un proceso  $AR(1)$ , los correspondientes procesos para  $\ln c_t$ ,  $\ln k_{t+1}$  y  $\ln y_t$  (ecuaciones [12], [13] y [15]) serían  $AR(2)$ , mientras que  $n_t$ , [16], seguiría siendo constante.

escasa variabilidad en los salarios. En segundo lugar, el modelo predice que las fluctuaciones en el consumo, la inversión (igual a  $k_{t+1}$  bajo depreciación completa) y el *output* son de la misma intensidad, cuando lo que observamos en la realidad es que la inversión fluctúa más que el *output* y el consumo menos<sup>19</sup>. Estos dos aspectos negativos pueden ser eliminados asumiendo depreciación incompleta, pero esta pequeña modificación es suficiente para eliminar la posibilidad de solucionar el modelo de forma analítica, por lo que hay que recurrir a la simulación. Este tipo de consideraciones son examinadas en la sección siguiente.

## 5. Aspectos cuantitativos: mejorando el modelo

Gran parte de la investigación en este área ha tomado la forma de introducir modificaciones en el modelo básico de la sección anterior con la intención de mejorar sus características en términos de capacidad para generar series macroeconómicas artificiales con la misma estructura de covariación, volatilidad y persistencia que las series que observamos en la realidad<sup>20</sup>. Dos artículos han sido particularmente importantes a este respecto, Kydland y Prescott (1982) y Hansen (1985).

Kydland y Prescott (1982) fueron los primeros en demostrar como un modelo de crecimiento neoclásico modificado adecuadamente proporcionaba una buena descripción de la economía, en términos de adecuación entre las implicaciones del modelo y la realidad. Las modificaciones de su modelo respecto al modelo básico son:

1. Incorpora una función de utilidad Cobb-Douglas/CES no separable en ocio<sup>21</sup>, cuyo objetivo es generar un mayor volumen de sustitución intertemporal.
2. Consideración de los inventarios de productos acabados como factor de producción.
3. Introducción de una tecnología que necesita tiempo para producir nuevo capital productivo; los proyectos de inversión comenzados en  $t$  no son finalizados hasta cuatro periodos más tarde.
4. Elaboración de una compleja estructura de información. El shock tecnológico que afecta la función de producción tiene dos componentes, uno transitorio y otro permanente<sup>22</sup>; dichos componentes no pueden ser separados directamente por los consumidores y/o productores quienes observan solamente un indicador ruidoso de la suma de ambos, viéndose

<sup>19</sup> Sobre los denominados «hechos» del ciclo véase Lucas (1977).

<sup>20</sup> La idea no es nueva, Adelman y Adelman (1959), y ha sido reivindicada repetidamente por Lucas (1977, 1980, 1987).

<sup>21</sup> Técnicamente la no separabilidad consiste en suponer que los «servicios de ocio» en cada período son representados por un polinomio de retardos distribuidos en ocio.

<sup>22</sup> El componente permanente es, en realidad, altamente persistente pero no *permanente* en un sentido estricto, ya que es modelizado como un  $AR(1)$  con coeficiente 0.95; se asume un valor inferior a la unidad por razones técnicas. Esta puntualización no es trivial como se verá posteriormente.

obligados a realizar un proceso de extracción de señal. En la práctica sólo el componente permanente resulta ser importante.

Dadas estas características más el supuesto de depreciación incompleta en cada periodo el modelo no admite solución explícita por lo que Kydland y Prescott (1982) se ven obligados a confiar en una aproximación cuadrático lineal<sup>23</sup> para poder validar su modelo. La estrategia de Kydland y Prescott (1982) consiste en seleccionar evidencia empírica, fundamentalmente de estudios microeconómicos, que les permita asignar valores numéricos a los «parámetros profundos» de su economía, esencialmente los valores que entran en la función de utilidad y producción; una vez todos los parámetros poseen un valor numérico el modelo es simulado y las series que genera comparadas con las actuales. Los Cuadros 1 y 2 ofrecen el comportamiento cíclico de la economía americana real y de la economía de Kydland y Prescott (1982).

Uno de los problemas de este método de proceder es que no todos los parámetros pueden ser determinados en esta forma, en concreto uno de los parámetros más importantes es la varianza del shock tecnológico y no existe estimación directa de la misma, la solución a este problema consistió en *elegir*

CUADRO 1  
Comportamiento cíclico de la economía americana  
desviaciones sobre la tendencia. 1954:1-1982:4

Variable X	Desv. Stand.	Correlación cruzada con <i>output</i>		
		X(t - 1)	X(t)	X(t + 1)
PNB	1.08 %	.82	1.00	.82
Consumo privado				
Servicios	.6	.66	.72	.61
Bienes no duraderos	1.2	.71	.76	.59
Inversión fija	5.3	.78	.89	.78
Inv. no residencial	5.2	.54	.79	.86
Stock de capital				
Inventarios no agric.	1.7	.15	.48	.68
Estructuras no resid.	.4	-.20	-.03	.16
Equipo no residencial	1.0	.03	.23	.41
Factor trabajo				
Horas no agrícolas	1.7	.57	.85	.89
Productividad (PNB/Horas)	1.0	.51	.34	-.04

Fuente: Prescott (1986).

<sup>23</sup> Esto es, una aproximación con función objetivo cuadrática y restricciones lineales; lo que en términos de programación dinámica se llama un problema lineal de regulador óptimo. Ello permite aplicar el principio de equivalencia cierta o separación.

CUADRO 2  
Comportamiento cíclico de la economía Kydland y Prescott

Variable $X$	Desv. Stand.	Correlación cruzada con <i>output</i>		
		$X(t-1)$	$X(t)$	$X(t+1)$
PNB	1.79 % (.13)	.60 (.07)	1.00 (.-)	.60 (.07)
Consumo	.45 (.05)	.47 (.05)	.85 (.02)	.71 (.04)
Inversión	5.49 (.41)	.52 (.09)	.88 (.03)	.78 (.03)
Stock de inventarios	2.20 (.37)	.14 (.14)	.60 (.08)	.52 (.05)
Stock de capital	.47 (.07)	-.05 (.07)	.02 (.06)	.25 (.07)
Horas	1.23 (.09)	.52 (.09)	.95 (.01)	.55 (.06)
Productividad (PNB/Horas)	.71 (.06)	.62 (.05)	.86 (.02)	.56 (.10)

Nota: Los valores son medias de 20 simulaciones con 116 datos. Los números entre paréntesis son errores estándar muestrales.

Fuente: Prescott (1986). Tomado a su vez de Kydland y Prescott (1988).

dicha varianza de forma que la variabilidad de la serie de *output* generada a partir del modelo coincidiera con la serie real de la economía con lo que las cifras del Cuadro 2 miden variabilidades relativas<sup>24</sup>. Prescott (1986) intentó estimar dicha varianza vía residuo de Solow (1957), pero los problemas de errores de medida son considerables.

A partir de las cifras en ambos cuadros no es difícil observar que a pesar del alto grado de abstracción del modelo éste proporciona una aproximación razonable de la realidad<sup>25</sup>, en concreto el consumo varía menos que el *output*, la inversión más y las variabilidades relativas de ambas magnitudes son aceptables. La estructura de correlaciones contemporánea entre las diversas series y el *output* es en general bien representada por el modelo, sin embargo, las correlaciones cruzadas presentan mayores discrepancias. Las mayores disparidades se observan en lo referente al comportamiento del mercado de trabajo, series de horas y productividad, donde las volatilidades generadas están por debajo de las reales.

Ha sido precisamente el interés en mejorar el comportamiento del modelo con respecto a estas variables lo que ha llevado a introducir ciertos cambios.

<sup>24</sup> Esta solución al problema ha sido criticada por MaCallum (1986).

<sup>25</sup> Siempre dentro de la métrica de Kydland y Prescott (1982).

Kydland (1984) y Kydland y Prescott (1988) realizaron ciertas modificaciones sobre Kydland y Prescott (1982) que consistían en introducir cierto grado de heterogeneidad en el factor trabajo (Kydland, 1984) y una tasa variable de utilización del capital (Kydland y Prescott, 1988). En ambos casos se obtienen ligeras mejoras, pero sin llegar a ser significativas.

Una de las críticas que se han formulado contra este tipo de modelos es precisamente la ausencia del desempleo en los mismos. Hansen (1985) realizó ciertas modificaciones en el modelo básico de la sección 4 con el explícito propósito de interpretar las fluctuaciones en horas como fluctuaciones en número de empleados y ser así consistente con el hecho comúnmente aceptado de que la mayor parte de la variación en las series agregadas de horas se debe a la entrada y salida de individuos del mercado laboral.

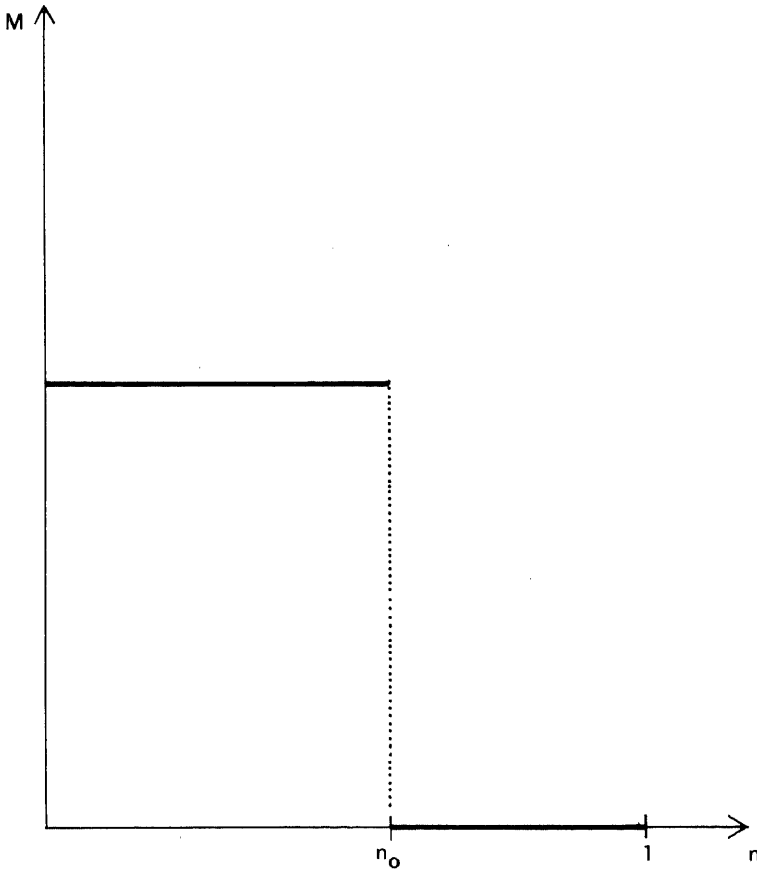


Gráfico 2

Conjunto de posibilidades de consumo del individuo. Hansen (1985)

Hansen (1985) restringe a cada individuo a trabajar una jornada laboral fija,  $n_0$ , o estar desempleado. El resultado de este supuesto es que el conjunto de posibilidades de consumo del individuo (Gráfico 2) es no-convexo, y para garantizar que la solución del problema de planificador social discutido previamente es soportado como equilibrio competitivo necesitamos que dicho conjunto sea convexo.

Hansen (1985) utiliza un resultado debido a Rogerson (1988) para solucionar este problema y que consiste en introducir un sistema de loterías. Cada período los individuos eligen, en vez del número de horas a trabajar, la probabilidad de trabajar,  $\alpha_t$ ; de forma que la nueva mercancía objeto de intercambio es un contrato que obliga al individuo a trabajar  $n_0$  horas con probabilidad  $\alpha_t$ . La lotería determina posteriormente si un individuo trabaja o no<sup>26</sup>. Con estas modificaciones el problema puede ser resuelto mediante las técnicas de programación dinámica mencionadas anteriormente, donde la función de utilidad (esperada) del agente representativo viene dada por

$$\begin{aligned} U(c_t, \alpha_t) &= \alpha_t [\theta \ln c_t + (1 - \theta) \ln(1 - n_0)] + (1 - \alpha_t) [\theta \ln c_t + (1 - \theta) \ln 1] \\ &= \theta \ln c_t + \alpha_t (1 - \theta) \ln(1 - n_0) \end{aligned} \quad [18]$$

Resultados de simulación en Hansen (1985) muestran que esta economía necesita una menor varianza del shock tecnológico para generar fluctuaciones en horas mayores que las que se obtendrían con el modelo básico o el de Kydland y Prescott (1982), la clave de este resultado reside en el hecho de que [18] implica suponer una elasticidad agregada de sustitución intertemporal en ocio infinita, independientemente del valor de dicha elasticidad a nivel individual.

Dado el número (esperado) de horas per cápita,  $n_t = \alpha_t n_0$ , podemos sustituir  $\alpha_t$  a partir de esta ecuación en [18] y obtener

$$U(c_t, n_t) = \theta \ln c_t + [(1 - \theta) \ln(1 - n_0) / n_0] n_t$$

lineal en  $n_t$ , lo que implica una elasticidad de sustitución intertemporal infinita. La productividad no es, sin embargo, bien explicada por el modelo.

<sup>26</sup> El objeto de intercambio es el contrato por lo que el individuo recibe el mismo salario tanto si trabaja como si no. Todos los individuos son iguales ex-ante, pero son diferentes ex-post, cuando el resultado de la lotería es conocido y unos trabajan a tiempo completo y otros se convierten en desempleados (consumidores de ocio). Obviamente en términos de bienestar los desempleados están en mejor posición. En definitiva las empresas están proporcionando un seguro de desempleo equivalente al 100 % del salario a todos sus trabajadores. Hansen (1985) demuestra que el resultado es el mismo si suponemos la existencia de un mercado privado de seguros de desempleo neutral al riesgo donde los trabajadores pueden asegurarse sin restricciones,  $\alpha$  es información pública y el contrato obliga a las partes.



## 6. Consideraciones adicionales

En esta sección se mencionan, aunque sea brevemente, otros aspectos relacionados con la literatura, así como algunas críticas generales realizadas a la hipótesis del ciclo real.

Un tema que merece especial mención es el del dinero. Los modelos que hemos visto hasta ahora hacen abstracción completa del mismo, sin embargo la positiva covariación entre los agregados monetarios y el *output* es uno de los hechos que caracterizan el ciclo económico. Los proponentes de una visión real del ciclo no niegan la existencia de tal covariación, simplemente argumentan que para entender las fluctuaciones económicas reales no es necesario recurrir a ningún mecanismo de origen monetario.

El tema del dinero en estos modelos fue inicialmente tratado por King y Plosser (1984)<sup>27</sup>. Básicamente la correlación entre variables nominales y reales es explicada a través de lo que se ha dado en llamar «causalidad revertida», esto es, shocks reales afectan al *output*, el cual a su vez, vía función demanda de dinero, afecta al stock monetario y al crédito. La dirección de causalidad va, pues, de *output* a dinero y no a la inversa como, por ejemplo, en el modelo de Lucas (1973).

Otro tema importante lo constituye la relación entre fluctuaciones y crecimiento económico. Si bien la intención explícita de Prescott (1986) es construir una teoría unificada de ambos fenómenos, todos los modelos mencionados en la sección anterior son estacionarios<sup>28</sup> y no presentan crecimiento, ya sea en términos totales o *per cápita*, desde un punto de vista práctico ello lleva a un proceso de eliminación de la tendencia<sup>29</sup> de las series previo al análisis. Recientemente, sin embargo, numerosos autores han abordado este problema mediante la consideración de crecimiento estocástico (King, Plosser y Rebelo, 1988b<sup>30</sup>; Plosser, 1989), esto es, modelos que presentan una senda de crecimiento estocástica en el estado estacionario como consecuencia de postular un proceso para la tecnología integrado de orden 1<sup>31</sup>. Estos modelos son atractivos, ya que pueden ser considerados como una integración de la teoría neoclásica del crecimiento con la moderna literatura de las tendencias estocásticas (King et. al., 1987). Existen además enfoques alternativos que desde

<sup>27</sup> Ver también Eichenbaum y Singleton (1986), Boschen y Mills (1988) y Cooley y Hansen (1989).

<sup>28</sup> La única fuerza del sistema lo constituye el proceso estocástico representativo de la tecnología; si dicho proceso es estacionario las series artificiales generadas a partir del modelo también lo serán.

<sup>29</sup> En el modelo de Kydland y Prescott (1982) y sus variantes, dicho proceso consiste en la aplicación de un filtro idéntico a todas las series, diseñado especialmente para producir una tendencia suave (Prescott, 1986). El método ha sido criticado por Nelson y Plosser (1982) y Singleton (1988).

<sup>30</sup> Este artículo es una extensión de King, Plosser y Rebelo (1988a).

<sup>31</sup> Existe cierta evidencia empírica de que el residuo de Solow (1957) que se obtiene de una función de producción Cobb-Douglas es bien representado por un paseo aleatorio (Nelson y Plosser, 1982 y Prescott, 1986).

una perspectiva econométrica tratan de hacer frente al problema de las raíces unidas en las series económicas y al mismo tiempo son consistentes con el modelo neoclásico de crecimiento (Altug, 1987; King et. al., 1987; Christiano, 1988 y Christiano y Eichenbaum, 1988). Singleton (1988) ofrece una interesante discusión sobre problemas econométricos en modelos reales del ciclo. Finalmente, mencionar, con referencia a este punto, que han aparecido últimamente en la literatura los llamados modelos de crecimiento endógeno (Romer, 1986; Lucas, 1988 y King, Plosser y Rebelo, 1988b) que postulando una función de producción de capital humano son capaces de sostener crecimiento en el estado estacionario del sistema de forma endógena. A diferencia de los modelos de crecimiento estocástico, en los de crecimiento endógeno shocks transitorios son capaces de generar efectos permanentes en el nivel de actividad económica. Ambos tipos de modelos generan variables cointegradas (Engle y Granger, 1987), lo que aumenta su atractivo desde un punto de vista empírico.

Otras extensiones del modelo básico incluyen la consideración de heterogeneidades (Cho y Rogerson, 1988), el desarrollo de modelos multi-país (Stoockman, 1988) y la introducción de externalidades, lo que lleva al cálculo de equilibrios subóptimos. (King, Plosser y Rebelo, 1988b).

Las críticas a los modelos reales del ciclo hacen referencia tanto a aspectos meramente cuantitativos, como la adecuación de la teoría a la realidad o el hecho de que todo pretenda ser explicado a partir de shocks con un mismo origen, como a aspectos teóricos, fundamentalmente la visión de que la economía es adecuadamente modelizada como un equilibrio walrasiano flotante. A continuación se resumen dichas críticas en cuatro apartados (Summers, 1986 y Mankiw, 1989).

1. La magnitud de los parámetros utilizados en las simulaciones está sujeta a grandes discusiones. Diferentes períodos muestrales generarían diferentes estimaciones y no existe en la literatura ningún criterio de decisión entre valores alternativos de los parámetros. En particular, las altas elasticidades de sustitución intertemporal utilizadas para explicar las fluctuaciones en horas no parecen consistentes con, al menos, una parte importante de estudios. (Altonji, 1982; Mankiw, Rotemberg y Summers, 1985; y Eichenbaum, Hansen y Singleton, 1988).
2. Los shocks en la productividad no pueden ser capaces de explicar la totalidad de las fluctuaciones que observamos en el mundo real. El propio concepto de shocks tecnológicos es ambiguo y debería ponerse más cuidado en especificar la naturaleza de estos shocks.
3. Un modelo aceptable del ciclo debe explicar también el hecho de que los precios son procíclicos. Long y Plosser (1983) muestran como en este tipo de modelos la covariación entre precios y *output* es negativa<sup>32</sup>. La intuición de este hecho es fácilmente comprensible examinando un diagrama de oferta y demanda agregada dominado por shocks de oferta (ver Gráfico 3).

<sup>32</sup> King y Plosser (1984) también mencionan este punto.

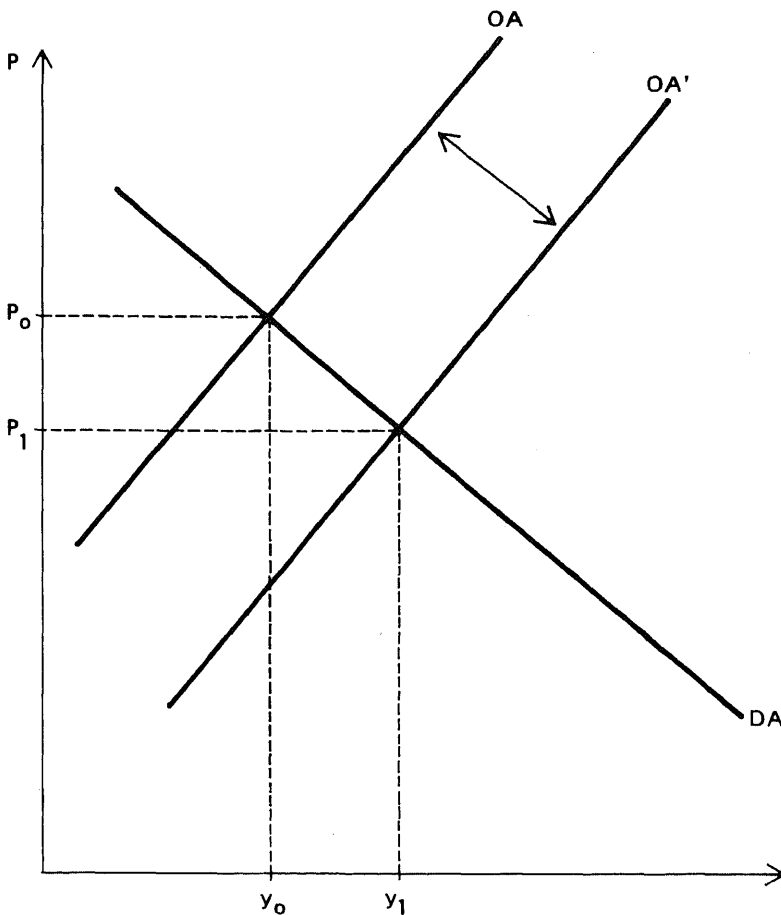


Gráfico 3

Diagrama de oferta y demanda agregada dominado por shocks de oferta

4. En opinión de un grupo importante de autores (el paradigma no walrasiano) una característica esencial en la explicación de las fluctuaciones económicas radica en la existencia de fallos en el mecanismo de intercambio, y esto es algo que nunca puede ser captado por una economía Robinson Crusoe. Lo que se necesita es una teoría que explique por qué el intercambio unas veces funciona y otras no. Ha sido esta crítica la que ha generado un importante número de modelos, que aun manteniendo ciertas características de los modelos neoclásicos abandonan definitivamente uno de sus supuestos clave, el de competencia perfecta. (Blanchard y Kiyotaki, 1987). Esta nueva corriente constituye la denominada Nueva Economía Keynesiana (Rotemberg, 1987).

- Barro, R. J. (1981): «The equilibrium approach to business cycles» en *Money, expectations and business cycles: Essays in macroeconomics*, Barro, R. J. (1981) (Ed.) Academic Press, New York.
- Barro, R. J. y Hercowitz, Z. (1980): «Money stock revisions and unanticipated money growth», *Journal of Monetary Economics*, vol. 6 (April), págs. 257-267.
- Bean, Ch. R. (1984): «A little bit more evidence on the natural rate hypothesis from the U. K.», *European Economic Review*, vol. 25, págs. 279-292.
- Beveridge, S. y Nelson, Ch. R. (1981): «A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with particular attention to measurement of the 'Business Cycle'», *Journal of Monetary Economics*, vol. 7, págs. 151-174.
- Blanchard, O. J. y Kiyotaki, N. (1987): «Monopolistic competition and the effects of aggregate demand», *American Economic Review*, vol. 77, 4 (Sept.), págs. 647-666.
- Blanchard, O. J. y Quah, D. (1989): «The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances», *American Economic Review*, vol. 79, 4 (September), págs. 655-673.
- Boschen, J. y Grossman, H. (1982): «Test of equilibrium macroeconomics with contemporaneous monetary data», *Journal of Monetary Economics*, vol. 10 (Nov.), págs. 309-333.
- Boschen, J. y Mills, L. (1988): «Tests of the relation between money and output in the real business cycle model», *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, 3 (Nov.), págs. 355-374.
- Bover, O. (1989): «Estimating intertemporal labour supply elasticities using structural models», *The Economic Journal*, vol. 99, 398, págs. 1026-1039.
- Browning, M. J.; Deaton, A. S. e Irish, M. (1985): «A profitable approach to labor supply and commodity demands over the Life-Cycle», *Econometrica*, vol. 53 (May), págs. 503-543.
- Brock, W. A. y Mirman, L. J. (1972): «Optimal economic growth and uncertainty: The discounted case», *Journal of Economic Theory*, vol. 4, 3, págs. 479-513.
- Campbell, J. Y. y Mankiw, N. G. (1987a): «Are output fluctuations transitory?», *Quarterly Journal of Economics* (Nov.), págs. 857-880.
- Campbell, J. Y. y Mankiw, N. G. (1987b): «Permanent and transitory components in macroeconomic fluctuations», *American Economic Review Papers and Proceedings*, vol. 77, págs. 111-117.
- Campbell, J. Y. y Mankiw, N. G. (1989): «International evidence on the persistence of economic fluctuations», *Journal of Monetary Economics*, vol. 23, 2 (March), págs. 319-333.
- Cass, D. (1965): «Optimum Growth in an aggregative model of capital accumulation», *The Review of Economic Studies*, vol. 32, págs. 233-240.
- Clark, P. K. (1987): «The ciclical component of U. S. economic activity», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 102, 4 (Nov.), págs. 797-814.
- Clark, P. K. (1989): «Trend reversion in real output and unemployment», *Journal of Econometrics*, vol. 40, 1 (January), págs. 15-32.
- Cochrane, J. (1988): «How big is the random walk in GNP?», *Journal of Political Economy*, vol. 96, 5 (Oct.), págs. 893-920.
- Cooley, T. F. y Hansen, G. D. (1989): «The inflation tax in a real business cycle model», *American Economic Review*, vol. 79, 4 (Sept.), págs. 733-748.
- Christiano, L. J. (1988): «Why does inventory investment fluctuate so much?», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, 2/3 (March/May), págs. 247-280.
- Christiano, L. J. y Eichenbaum, M. (1988): «Is theory really ahead of measurement? Current real business cycle theories and aggregate labor market fluctuations», NBER Working Paper 2700 (Sept.)
- Christiano, L. J. y Eichenbaum, M. (1989): «Unit roots in real GNP: Do we know, and do we care?», Mimeo, Federal Reserve Bank of Minneapolis.

- Cho, F. y Rogerson, R. (1988): «Family labor supply and aggregate fluctuations», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, 2/3 (March/May), págs. 233-245.
- De Long, J. B. y Summers, L. H. (1988): «On the existence and interpretation of a 'unit root' in U. S. GNP», NBER Working Paper 2716 (Sept.).
- Debreu, G. (1954): «Valuation equilibrium and Pareto optimum», *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 70, págs. 558-592.
- Dickey, D. A. y Fuller, W. A. (1979): «Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root», *Journal of American Statistical Association*, vol. 74, págs. 1057-1072.
- Donaldson, J. B. y Mehra, R. (1983): «Stochastic growth with correlated production shocks», *Journal of Economic Theory*, vol. 29, págs. 282-312.
- Eichenbaum, M. y Singleton, K., J. (1986): «Do equilibrium real business cycle theories explain postwar U. S. business cycles?», *NBER Macroeconomics Annual*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, págs. 91-146 (con discusión).
- Eichenbaum, M.; Hansen, L. P. y Singleton, K. J. (1988): «A time series analysis of representative agent models of consumption and leisure choice under uncertainty», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 103, 1 (February), págs. 51-78.
- Engle, R. y Granger, C. (1987): «Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing», *Econometrica*, vol. 55, págs. 251-276.
- Fisher, S. (1988): «Recent developments in macroeconomics», *The Economic Journal*, vol. 98, 391 (June), págs. 294-339.
- Fuller, W. A. (1976): *Introduction to statistical time series*, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Goerlich, F. J. (1989): «Does fluctuations in labour supply anticipates declining wages?», Preliminary Draft, London School of Economics.
- Gordon, R. J. (1982): «Price inertia and policy ineffectiveness in the United States, 1890-1980», *Journal of Political Economy*, vol. 90, 6, págs. 1087-1117.
- Haldrup, N. y Hylleberg, S. (1989): «Unit root and deterministic trends, with yet another comment on the existence and interpretation of a unit root in U. S.», Mimeo (November).
- Hall, R. E. (1980): «Labor supply and aggregate fluctuations», en *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 12, págs. 7-33.
- Hansen, G. D. (1985): «Indivisible labor and the business cycle», *Journal of Monetary Economics*, vol. 16, 3, págs. 309-328.
- Ham, J. C. (1986): «Testing whether unemployment represents intertemporal labour supply behaviour», *The Review of Economic Studies*, vol. LIII, 175 (Aug.), págs. 559-578.
- Harvey, A. C. (1985): «Trends and cycles in macroeconomic time series», *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 3, págs. 216-227.
- Heckman, J. J. y MaCurdy, T. E. (1988): «Empirical test of labor market equilibrium: An evaluation», *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 28, págs. 231-258.
- Hotz, V. J.; Hydland, F. E. y Sedlacek, G. L. (1988): «Intertemporal preferences and labor supply», *Econometrica*, vol. 56, 2 (March), págs. 335-360.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1979): «Prospect theory: an analysis of decision under risk», *Econometrica*, vol. 47, 2, págs. 263-291.
- King, R. G. y Plosser, C. I. (1984): «Money, credit and prices in a real business cycle», *American Economic Review*, vol. 74 (June), págs. 363-380.
- King, R. G.; Plosser, C. I. y Rebelo, S. T. (1988a): «Production, growth and business cycles I. The basic neoclassical model», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, 2/3 (March/May), págs. 195-232.
- King, R. G.; Plosser, C. I. y Rebelo, S. T. (1988b): «Production, growth and business cycles II. New directions», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, 2/3 (March/May), págs. 309-341.

- King, R. G.; Plosser, C.; Stock, J. y Watson, M. (1987): «Stochastic trends and economic fluctuations», NBER Working Paper 2229 (April).
- Koopmans, T. C. (1965): «On the concept of optimal economic growth», en *The Econometric Approach to Development Planning*, Chicago, Rand-McNally.
- Kydland, F. E. (1984): «Labor-force heterogeneity and the business cycle», en *Essays on macroeconomic implications of financial and labor markets and political processes*, Brunner, K. y Meltzer, A. H. (Eds.), Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 21, págs. 173-208.
- Kydland, F. E. y Prescott, E. C. (1982): «Time to build and aggregate fluctuations», *Econometrica*, vol. 50, 6, págs. 1345-1370.
- Kydland, F. E. y Prescott, E. C. (1988): «The workweek of capital and labor», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, 2/3 (March/May), págs. 342-360.
- Long, J. B. y Plosser, C. I. (1983): «Real business cycles», *Journal of Political Economy*, vol. 91, 1, págs. 39-69.
- Lucas, R. E. Jr. (1972): «Expectations and the neutrality of money», *Journal of Economic Theory*, vol. 4 (April), págs. 103-124.
- Lucas, R. E. Jr. (1973): «Some international evidence on output-inflation tradeoffs», *American Economic Review*, vol. 63 (June), págs. 326-334.
- Lucas, R. E. Jr. (1975): «An equilibrium model of the business cycle», *Journal of Political Economy*, vol. 83, 6 (Dec.), págs. 1113-1144.
- Lucas, R. E. Jr. (1976): «Econometric policy evaluation: A critique», en *The Phillips curve and labor markets*, Brunner, K. y Meltzer, A. (1976) (Eds.), Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 1.
- Lucas, R. E. Jr. (1977): «Understanding business cycles», en *Stabilization of the domestic and international economy*, Brunner, K. y Meltzer, A. H. (1977) (Eds.), Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 5, págs. 7-29.
- Lucas, R. E. Jr. (1980): «Methods and problems in business cycle theory», *Journal of Money Credit and Banking*, vol. 12, Part. 2 (Nov.). Recogido en Lucas, R. E. Jr. (1983) (Ed.), *Studies in business-cycle theory*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Lucas, R. E. Jr. (1987): *Models of Business cycles*, Basil Blackwell, Oxford.
- Lucas, R. E. Jr. (1988): «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, 1 (July), págs. 3-42.
- Lucas, R. E. Jr. y Prescott, E. C. (1971): «Investment under uncertainty», *Econometrica*, vol. 39, págs. 659-681.
- Lucas, R. E. Jr. y Prescott, E. C. (1974): «Equilibrium search and unemployment», *Journal of Economic Theory*, vol. 7 (Feb.), págs. 188-209.
- Lucas, R. E. Jr. y Rapping, L. A. (1969): «Real wages, employment and inflation», *Journal of Political Economy*, vol. 77 (Sept./Oct.), págs. 721-754.
- MaCurdy, T. E. (1981): «An empirical model of labor supply in a Life-Cycle setting», *Journal of Political Economy*, vol. 89, 6 (Dec.), págs. 1059-1085.
- MaCurdy, T. E. (1983): «A simple scheme for estimating an intertemporal model of labor supply and consumption in the presence of taxes», *International Economic Review*, vol. 24, 2 (June), págs. 265-289.
- Mankiw, N. G. (1988): «Recent developments in macroeconomics: A very quick refresher course», *Journal of Money Credit and Banking*, vol. 20, 3, Part 2 (Aug.), págs. 436-449.
- Mankiw, N. G. (1989): «Real business cycles: A new keynesian perspective», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3, 3 (Summer), págs. 79-90.
- Mankiw, N. G.; Rotemberg, Julio J. y Summers, L. H. (1985): «Intertemporal substitution in macroeconomics», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 100, 1 (Feb.), págs. 225-251.
- MaCallum, B. T. (1986): «On 'real' and 'sticky-price' theories of the business cycle» *Journal of Money Credit and Banking*, vol. 18, 4, págs. 397-414.
- Mishkin, F. S. (1983): «A rational expectations approach to macroeconometrics», NBER University of Chicago Press.

- Muth, J. F. (1961): «Rational expectations and the theory of price movements», *Econometrica*, vol. 29, 6. Recogido en Lucas y Sargent (1981) (Eds.) *Rational expectations and econometric practice*, George Allen and Unwin, London.
- Nelson, C. R. y Plosser, C. I. (1982): «Trends and random walks in macroeconomic time series», *Journal of Monetary Economics*, vol. 10, págs. 139-162.
- Perron, P. (1988): «Trends and random walks in macroeconomic time series. Further evidence from a new approach», *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 12, 2/3 (June/Sept.), págs. 297-332.
- Perron, P. (1989): «The great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis», *Econometrica*, 57, 6, págs. 1361-1402.
- Perron, P. y Phillips, P. C. B. (1986): «Does GNP have a unit root? A reevaluation», *Cahier 8640*, Department of Science Economique, Université of Montreal (Aug.).
- Plosser, C. I. (1989): «Understanding real business cycles», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3, 3 (Summer), págs. 51-57.
- Prescott, E. C. (1986): «Theory ahead of business cycle measurement», *Federal Reserve Bank of Minneapolis. Quarterly Review* (Fall), págs. 9-22.
- Quah, D. (1987): «What do we learn from unit roots in macroeconomic time series?», NBER Working Paper 2450 (Dec.).
- Rogerson, R. (1988): «Indivisible labor, lotteries and equilibrium», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, págs. 3-16.
- Romer, P. M. (1986): «Increasing returns and long-run growth», *Journal of Political Economy*, vol. 94, 5 (Oct.), págs. 1002-1037.
- Rotemberg, J. (1987): «The new keynesian microfoundations», *NBER Macroeconomics Annual*, vol. 2, págs. 69-104 (con discusión).
- Sargent, T. J. (1976): «The observational equivalence of natural and unnatural rate theories of macroeconomics», *Journal of Political Economy*, vol. 84, 3. Recogido en Lucas y Sargent (1981) (Eds.) *Rational expectations and econometric practice*, George Allen and Unwin, London.
- Sargent, T. J. (1987): *Dynamic macroeconomic theory*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Sargent, T. J. y Wallace, N. (1975): «'Rational' expectations, the optimal monetary instrument, and the optimal money supply rule», *Journal of Political Economy*, vol. 83, 2. Recogido en Lucas y Sargent (1981) (Eds.) *Rational expectations and econometric practice*, George Allen and Unwin, London.
- Sargent, T. J. y Wallace, N. (1976): «Rational expectations and the theory of economic policy», *Journal of Monetary Economics*, vol. 2. Recogido en Lucas y Sargent (1981) (Eds.) *Rational expectations and econometric practice*, George Allen and Unwin, London.
- Shapiro, M. D. y Watson, M. W. (1988): «Sources of business cycle fluctuations», en *NBER Macroeconomics Annual*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Sims, C. R. (1988): «Bayesian skepticism on unit root econometrics», *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 12, 2/3 (June/Sept.), págs. 463-474.
- Singleton, K. J. (1988): «Econometric issues in the analysis of equilibrium business cycle models», *Journal of Monetary Economics*, vol. 21, 2/3 (March/May), págs. 361-386.
- Solow, R. M. (1956): «A contribution to the theory of economic growth», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70 (Feb.), págs. 65-94.
- Solow, R. M. (1957): «Technical change and the aggregate production function», *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, págs. 312-320.
- Stock, J. H. y Watson, M., W. (1986): «Does GNP have a unit root?», *Economics Letters*, 22, 2-3, págs. 147-151.
- Stock, J. H. y Watson, M. W. (1988): «Variable trends in economic time series», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 2, 3 (Summer), págs. 147-174.
- Stockman, A. C. (1988): «Real business cycle theory: A guide, an evaluation and new

- directions», *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Cleveland, vol. 24, 4, págs. 24-47.
- Summers, L. H. (1986): «Some skeptical observations on real business cycle theory», *Federal Reserve Bank of Minneapolis. Quarterly Review* (Fall), págs. 23-27.
- Swan, T. W. (1956): «Economic growth and capital accumulation», *Economic Record*, vol. 32, págs. 334-361.
- Taylor, J. B. y Uhlig, H. (1990): «Solving nonlinear stochastic growth models: A comparison of alternative solution methods», *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 8, 1 (January), págs. 1-18.
- Tobin, J. (1965): «Money and economic growth», *Econometrica*, vol. 33, 4, págs. 671-684.
- Watson, M. W. (1986): «Univariate detrending methods with stochastic trends», *Journal of Monetary Economics*, vol. 18, págs. 49-75.
- West, K. D. (1987): «On the interpretation of near random walk behaviour in GNP», NBER Working Paper 2364 (Aug.).

## Abstract

Macroeconomy has overgone deep changes in the last few years. This article shows the recent developments within competitive models of economic fluctuations. Thus, the literature of the real business cycles is revised and, marginally, the question of the unit roots; both subjects have drawn a special attention within the macroeconomic and econometric literature of the last times.

*Recepción del original, enero de 1989*

*Versión final, mayo de 1990*