El modelo Neo Keynesiano Canónico

Javier Andrés, José E. Boscá, Rafael Doménech y Javier Ferri
Universidad de Valencia

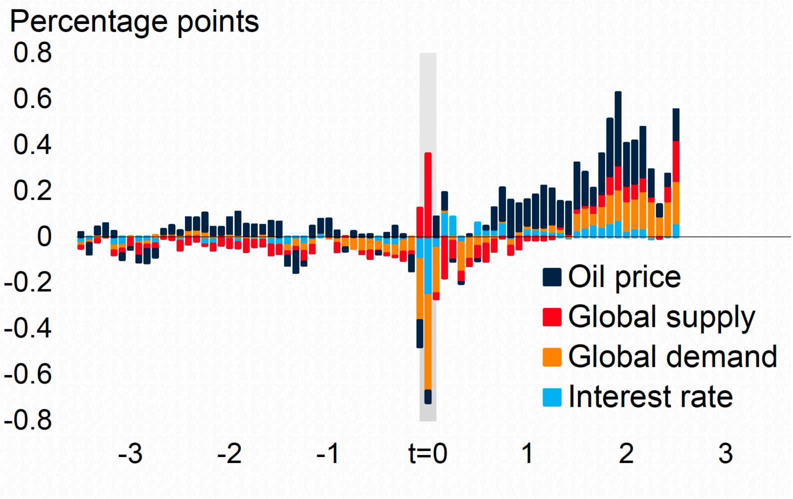
Tema 4

Indice

1. Introducción

- Algunos hechos estilizados importantes observados en las fluctuaciones económicas no pueden explicarse en el marco de un modelo neoclásico. Concretamente:
  - La política monetaria no es neutral.
  - Los precios (inflación) y la actividad económica se correlacionan positivamente a menudo.
- Necesitamos modelos del ciclo económico más complejos, que incorporen diferentes tipos de fricciones en distintos mercados.
- Sin embargo, dichos modelos requieren de nuevas herramientas analíticas y, en muchos casos, no pueden resolverse a mano.
- En este tema presentamos un modelo conocido como el modelo Neo Keynesiano (MNK) canónico, que puede interpretarse como un paso intermedio en la modelización entre realismo y complejidad analítica.

Evidencia empírica: la inflación global durante la pandemia del COVID y la recuperación



- El modelo Neo Keynesiano canónico que vamos a presentar:
  - Añade rigidez de precios a un marco, por lo demás, neoclásico (mercados en equilibrio).
  - Se deriva de ecuaciones convenientemente microfundamentadas.
  - Deja explícito el papel de las expectativas.
  - Proporciona un marco de análisis coherente para estudiar los efectos de la política monetaria y para derivar interesantes implicaciones de la misma.
  - El modelo es aún lo suficientemente sencillo como para poder resolverse a mano.

- Supuestos básicos:
  - Los hogares realizan sus decisiones de consumo, oferta de trabajo y demanda de dinero maximizando la corriente de utilidad esperada a lo largo de su vida, sujeto a una restricción intertemporal caracterizada por un mercado de capitales perfectamente competitivo.
  - Las empresas operan en un entorno de competencia *imperfecta* (competencia monopolística). Las empresas fijan los precios que maximizan los beneficios esperados.
  - Las empresas se enfrentan a costes cuando cambian los precios:
    - Calvo (1983): modelo de cambio "escalonado" en los precios.
    - Modelo de costes de ajuste convexos en el nivel de precios.
- Otros supuestos simplificadores:
  - No hay progreso técnico ni crecimiento de la población.
  - No hay una autoridad fiscal (no existen ni impuestos ni gasto público).
  - No existe ni capital ni inversión en el modelo.
  - Los hogares invierten óptimamente sus ahorros en un bono carente de riesgo a un periodo.

Rigidez de pecios: evidencia empírica

- ¿Cuán frecuentemente cambian las empresas el precio de su producto principal?

Fabiani et al. Wage Rigidities and Labor Market Adjustment in Europe 499

TABLE 1. Frequency of wage changes for any reason (percentages).

	More frequently than once a year	Once a year	Less frequently than once a year	Never/don't know
Total	12.1	59.5	25.6	2.9
Euro area	11.4	59.5	26.4	2.7
Non-euro area	14.0***	59.5	23.2***	3.3*
St. dev. across countries	*11.2*	*15.4*	*15.4*	*2.6*
St. dev. across sectors	*4.5*	*0.9*	*4.7*	*0.9*

Notes: The figures are weighted by employment weights and are rescaled excluding non-responses.
***Non-euro area figures are significantly different from euro area ones at the 1% level. *Non-euro area figures are significantly different from euro area ones at the 10% level.

Rigidez de pecios: evidencia empírica

Levy, D., y Young, A. T. (2004): "The real thing: nominal price rigidity of the nickel Coke, 1886-1959." Journal of Money, Credit, and Banking, 36(4), 765-799.

El modelo Neo Keynesiano canónico se puede representar por el siguiente conjunto de ecuaciones:

- La condición de Euler en consumo:

$$\widehat{y}_t = E_t\widehat{y}_{t+1} - (\widehat{r}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1}) + \widehat{a}_t \tag{1}$$

- La demanda de saldos reales:

$$\widehat{m}_t = \widehat{y}_t - \frac{1}{(r-1)}\widehat{r}_t + \widehat{v}_t \tag{2}$$

- La oferta de trabajo:

$$\widehat{n}_t = \frac{1-n}{n}\left(\widehat{w}_t - \widehat{y}_t\right) \tag{3}$$

- La demanda de trabajo:

$$\widehat{n}_t = \widehat{mc}_t - \widehat{w}_t + \widehat{y}_t \tag{4}$$

- La función de producción:

$$\widehat{y}_t = \widehat{z}_t + (1-\alpha)\widehat{n}_t \tag{5}$$

- La Nueva Curva de Phillips:

$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t\widehat{\pi}_{t+1} + \left(\frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta}\right)\widehat{mc}_t \tag{6}$$

- Las ecuaciones (1) y (2) representan el lado de la demanda del modelo (se pueden interpretar como las curvas IS y LM, respectivamente).

- Las ecuaciones (3) a (6) sintetizan el lado de la oferta del modelo.

- La ecuación (6) es la expresión linearizada de la ecuación de precios del agregado de empresas no competitivas, de las cuales algunas cambian óptimamente el precio cada periodo $(1-\theta)$, pero otras no pueden hacerlo (θ). θ es, por tanto, un indicador de la rigidez de precios. Esta expresión se conoce como la Nueva Curva de Phillips Keynesiana.

- Las variables con sombrero representan desviaciones logarítmicas con respecto a los valores de estado estacionario: output (y), empleo (n), tipo de interés nominal bruto (r), tasa de inflación bruta (π), tenencia real de dinero (m), salario real (w) y coste marginal (mc). Por otra parte, a, z, y v representan distintos tipos de shocks a la IS (shock al parámetro de descuento temporal), a la tecnología y a la velocidad de circulación del dinero, respectivamente.

El modelo no es muy diferente al modelo MCR con dinero que presentamos en el tema anterior.

- La ecuación (1) también aparece en el MCR. Aunque presenta dos diferencias:
  - $\widehat{y}_t = \widehat{c}_t$ (debido al supuesto de ausencia de capital) y, en consecuencia la ecuación de Euler está escrita en términos de output.
  - El tipo de interes real $\widehat{r}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1}$ aparece en (1) en lugar de la tasa de rentabilidad esperada del capital, debido a que, tal y como discutimos en en el modelo MCR, bajo condiciones bastante generales se cumple la siguiente condición de arbitraje: el tipo de interes real es igual al coste de uso del capital (recuérdese la ecuación $\frac{r_t}{\pi_{t+1}}$=1+r^K_{t+1}-δ en niveles).
- Las ecuaciones (2) y (3) son iguales a las del modelo MCR con dinero.

- La ecuación (5) es la típica función de producción sin capital y con rendimientos a escala decrecientes.
- La ecuación (4) es la demanda de trabajo, similar a la del MCR pero con una variable adicional, consecuencia del supuesto de competencia imperfecta y precios rígidos: el coste marginal $\widehat{mc}_t$.
- La ecuación (6) es una ecuación completamente nueva: la Nueva Curva de Phillips.

- El coste marginal medio es la inversa del mark-up promedio de las empresas $\rightarrow \widehat{mc}_t = -\widehat{\mu}_t$.
- Nótese que resolviendo (6) hacia adelante y considerando que $\widehat{mc}_t = -\widehat{\mu}_t$ podemos reescribir la Nueva Curva de Phillips como:

$$\widehat{\pi}_t = -\left(\frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta}\right)\sum_{k=0}^{\infty}\beta^k E_t \widehat{\mu}_{t+k}$$

- La inflación hoy es una variable que depende de las expectativas sobre el coste marginal (el mark-up).
- La inflación hoy será elevada cuando las empresas esperen mark-ups por debajo del nivel (deseado) de estado estacionario.
- Esto es así, porque las empresas que tengan la oportunidad de reajustar sus precios decidirán elegir precios por encima del nivel de precios promedio de la economía, para acercar sus margenes (mark-ups) a su nivel nivel deseado.

- El modelo tiene 6 ecuaciones, pero 7 incógnitas: $\{\widehat{y}, \widehat{r}, \widehat{\pi}, \widehat{m}, \widehat{n}, \widehat{mc}, \widehat{w}\}$.

- Sin embargo, este modelo de 6 ecuaciones se puede simplificar siguiendo los dos pasos siguientes:

- PRIMERO. Podemos eliminar w y n igualando los salarios en (3) y (4) y haciendo uso de (5):

$$\widehat{mc}_t = \left(\frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{1-n} \right) (\widehat{y}_t\text{-}\widehat{z}_t) \tag{7}$$

- Así, el modelo se reduce a 4 ecuaciones (y 5 incógnitas): (7) en lugar de (3), (4) y (5).

- Sin embargo, siempre podríamos recuperar $\widehat{n}$ usando (5) y $\widehat{w}$ usando (4).

- SEGUNDO. Utilizando la definición del coste marginal (7) podemos expresar el coste marginal de una situación de precios flexibles, $\widehat{mc}_t^N$, como:

$$\widehat{mc}_t^N = \left(\frac{1}{1-\alpha}\frac{1}{1-n}\right)\left(\widehat{y}_t^N\text{-}\widehat{z}_t\right) \tag{8}$$

donde $\widehat{y}_t^N$ sería el output correspondiente a una economía con flexibilidad de precios (el output potencial).

- Pero en una situación de *equilibrio* con precios flexibles se cumple que (véase el Apéndice para más detalles):

$$mc_t^N = \frac{(\varepsilon\text{-}1)}{\varepsilon} \Longrightarrow \widehat{mc}_t^N = 0 \tag{9}$$

- Lo que implica que las fluctuaciones en $\widehat{y}_t^N$ están completamente determinadas por la tecnología (como en el modelo MCR):

$$\widehat{y}_t^N = \widehat{z}_t \tag{10}$$

- Utilizando las expresiones anteriores se deduce que:

$$\widehat{mc}_t - \widehat{mc}_t^N = \widehat{mc}_t \tag{11}$$

- De acuerdo con (11) las desviaciones del coste marginal se pueden escribir como la diferencia entre el output corriente y el output de precios flexibles (o output gap)

$$\widehat{mc}_t = \left(\frac{1}{1-\alpha}\frac{1}{1-n}\right)(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N)$$

- La Nueva Curva de Phillips se puede expresar ahora en términos del *output gap* como:

$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t \widehat{\pi}_{t+1} + \kappa \left(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N\right)$$

donde $\kappa = \left(\frac{1}{1-\alpha}\frac{1}{1-n}\right)\left(\frac{(1\text{-}\beta\theta)(1\text{-}\theta)}{\theta}\right)$.

- Nótese que la pendiente de esta curva, κ, depende del parámetro que refleja la rigidez de precios θ. En particular,
  - $\frac{\partial\kappa}{\partial\theta} < 0$
  - $\kappa_{[\theta=1]} = 0$
  - $\lim_{\theta \longrightarrow 0} \kappa = \infty$

- Tras estos dos cambios el modelo original de seis ecuaciones se puede expresar como un modelo de cuatro ecuaciones con cinco incógnitas $\{y, r, \pi, m, y^N\}$:

$$\widehat{y}_t = E_t \widehat{y}_{t+1} - \left(\widehat{r}_t - E_t \widehat{\pi}_{t+1}\right) + \widehat{a}_t \tag{12}$$

$$\widehat{m}_t = \widehat{y}_t - \frac{1}{(r-1)} \widehat{r}_t + \widehat{v}_t \tag{13}$$

$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t \widehat{\pi}_{t+1} + \kappa \left(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N\right) \tag{14}$$

$$\widehat{y}_t^N = \widehat{z}_t \tag{15}$$

- Esta representación establece un link directo entre la rigidez de precios y las desviaciones del ouput con respecto al output potencial:
  - Si todas las empresas ajustan de forma óptima sus precios ($\theta=0$) cada periodo, la solución del modelo implica que $\widehat{y}_t=\widehat{y}_t^N$, dado que la inflación reaccionaría inmediatamente a cualquier shock que situara el output fuera de su nivel potencial.
  - Si, por otra parte, la rigidez de precios (*price stickiness*) afectara a una gran proporción de empresas ($\theta \longrightarrow 1$), entonces la inflación reaccionaría muy lentamente y las desviaciones del output con respecto a su nivel potencial (o de precios flexibles) podrían ser importantes y duraderas.

- Por inspección de las ecuaciones (12) a (15) podemos establecer los primeros y más importantes de los resultados de la teoría Neo Keynesiana del ciclo económico:
  - Resultado 1. El modelo es recursivo en dos bloques: y^N se deterimina solamente por (15), de modo que es independiente de los shocks que afectan a la demanda (tanto a la IS como a la LM), de la inflación y del dinero. Por lo tanto el **dinero es neutral si los precios son flexibles** (largo plazo). Esta característica la comparten con los modelos del ciclo real (MCR).
  - Resultado 2. El dinero (y los distintos shocks de demanda, $\widehat{a}_t$, $\widehat{v}_t$) pertenecen al mismo bloque que $\widehat{y}_t$. Por lo tanto, el dinero afecta al output corriente o efectivo, i.e. el nivel de output que existe cuando los precios son rígidos (*sticky*). El **dinero es pues no neutral en el corto plazo** (*precios rígidos*), una caraterística que comparte con los modelos convencionales Keynesianos.
- Como veremos a continuación, el modelo proporciona una estructura analítica sencilla para analizar muchos aspectos de la política monetaria.

- Dado que la ecuación (15) "va por libre", el sistema formado por las ecuaciones (12) a (14) es el que determinará los resultados de corto lazo.
- Más allá del resultado de no neutralidad a corto plazo, no se puede cuantificar el efecto concreto del dinero sobre el output hasta que no resolvamos el modelo.
- Para ello es necesario que el número de ecuaciones y de variables coincidan.
- El modelo (12) a (14) está incompleto. Entre otras cosas, no hemos especificado todavía el comportamiento de la variable de política económica (por eso tenemos 3 ecuaciones y 4 incógnitas).
- Podríamos hacerlo, como lo hacíamos en el tema anterior, suponiendo una senda exógena (o regla) para la oferta del agregado monetario M_{t+k}. Al hacer esto, nosotros podríamos:
    - Completar el modelo.
    - Proporcionar una teoría atractiva del nivel de precios.

- Al añadir una regla para la oferta de dinero, lo transformaríamos en un modelo *forward looking* con ecuaciones IS (16), LM (17) y AS (18) estándar:

$$\widehat{y}_t = E_t \widehat{y}_{t+1} - (\widehat{r}_t - E_t \widehat{\pi}_{t+1}) + \widehat{a}_t \tag{16}$$

$$\widehat{M}_t - \widehat{P}_t = \widehat{y}_t - \frac{1}{(r-1)} \widehat{r}_t + \widehat{v}_t \tag{17}$$

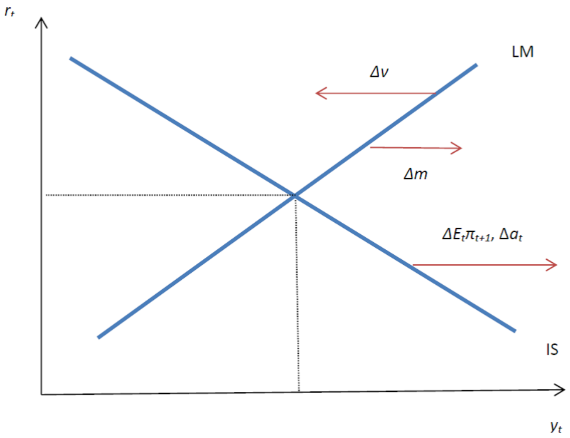
$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t \widehat{\pi}_{t+1} + \kappa \left(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N \right) \tag{18}$$

$$\widehat{m}_t = \widehat{M}_t - \widehat{P}_t \tag{19}$$

$$\widehat{\pi}_t = \widehat{P}_t - \widehat{P}_{t-1} \tag{20}$$

- Donde el comportamiento de $\widehat{M}_t$ viene determinado por la regla monetaria (que es exógena) y las dos últimas ecuaciones son meras definiciones.
- El sistema anterior está plenamente determinado (5 ecuaciones y 5 variables endógenas $\widehat{y}_t$, $\widehat{r}_t$, $\widehat{\pi}_t$, $\widehat{m}_t$, $\widehat{P}_t$), por lo que se puede resolver.

Representación IS-LM



IS y LM en el Modelo Neo Keynesiano

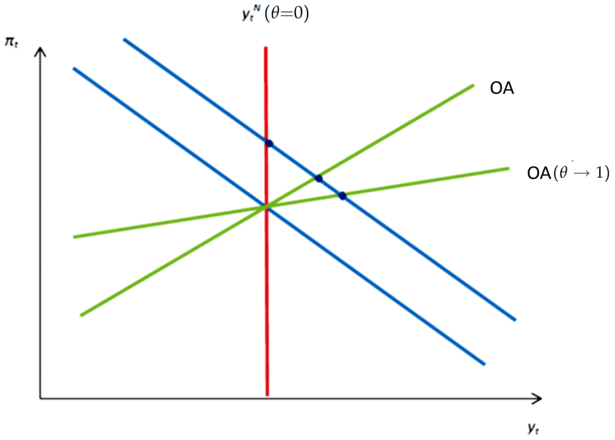
- Para comprobar que este modelo produce resultados estándar despejemos $\widehat{r}_t$ de la ecuación (17) y sustituyamos en (16) para obtener:

$$\widehat{y}_t = \frac{1}{r} E_t \widehat{y}_{t+1} + \frac{r-1}{r} \left(\widehat{M}_t - \widehat{P}_t \text{-} \widehat{v}_t \right) + E_t \widehat{\pi}_{t+1} + \widehat{a}_t \tag{21}$$

$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t \widehat{\pi}_{t+1} + \kappa \left(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N \right) \tag{22}$$

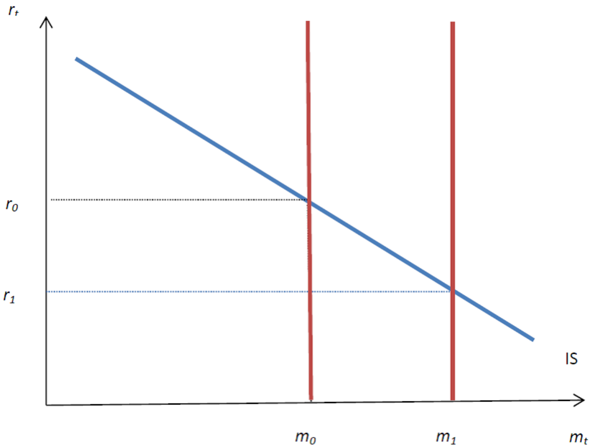
- Aumentos en $\widehat{M}_t$ (exógena), en $\widehat{a}_t$ (preferencias) o en las expectativas, $\widehat{\pi}_{t+1}$ o $\widehat{y}_{t+1}$, cambios todos ellos que afectan positivamente a la demanda agregada, incrementarían el output (primera ecuación) y por lo tanto la inflación (segunda ecuación). Por otra parte, incrementos en $\widehat{v}_t$ (preferencia por la liquidez) reducirían el output y la inflation, mientras que los shocks de oferta $\widehat{z}_t$ (a través de $\widehat{y}_t^N$) reducirían el output gap y la tasa de inflación.
- Sin embargo, en la moderna macroeconomía Neo Keynesiana la política monetaria suele representarse, no tanto en términos de una regla para $\left\{ \widehat{M}_{t+k} \right\}$ sino de una regla en los tipos de interés nominales $\{r_{t+k}\}$.
- Estas reglas se suelen denominar reglas de Taylor.

Representación DA-OA



Oferta agregada y rigidez de precios

Política monetaria: la cantidad de dinero vs el tipo de interés como instrumento.



El tipo de interés y la cantidad de dinero

- Una regla de Taylor típica tiene la siguiente representación:

$$r_t = r_{t\text{-}1}^{\rho_r} \left(\pi^* rr_t^N\right)^{(1\text{-}\rho_r)} \left(\frac{P_t}{\pi^* P_{t\text{-}1}}\right)^{(1\text{-}\rho_r)\phi_\pi} \left(\frac{y_t}{y_t^N}\right)^{(1\text{-}\rho_r)\phi_y} \exp\{\varepsilon_t^r\} \qquad (23)$$

- El Banco Central fija el tipo de interés en función de sus decisiones pasadas (r_{t-1}) y de las desviaciones corrientes de la inflación $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ respecto de su objetivo π^* y del output respecto a su nivel potencial y_t^N. ρ_r es un parámetro que recoge la inercia en las decisiones de política monetaria.

- Nótese que el Banco Central fija el tipo de interés nominal en un nivel compatible con el tipo de interés natural rr_t^N (que definiremos luego en función de $\widehat{a}_t$ y $\widehat{z}_t$), cuando la inflación está en su nivel objetivo (π^*), el output está en su nivel potencial (y_t^N) y $\varepsilon_t^r = 0$.

- Supongamos por simplicidad que no hay inercia en la regla de tipos, de forma que $\rho_r = 0$.
- La regla se puede expresar en forma log-lineal como sigue:

$$\widehat{r}_t = \widehat{rr}_t^N + \phi_\pi \widehat{\pi}_t + \phi_y (\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) + \varepsilon_t^r \tag{24}$$

- Cuando la economía no se encuentra en este nivel, el Banco Central mueve r_t para contrarrestar las desviaciones de la inflación de su objetivo y los movimientos del *ouput gap* $(\widehat{y}_t$-$\widehat{y}_t^N)$.
- ε_t^r representa cambios no anticipados (no relacionados con otros objetivos) en el tipo de interés (es un shock de política monetaria)
- El uso de esta representación para caracterizar la política monetaria da lugar a nuevos aspectos interesantes que debemos discutir antes de analizar la política monetaria con más detalle:
  - El papel del dinero en modelos con reglas en los tipos de interés.
  - La determinación de precios en estos modelos

- Si añadimos la ecuación (24) a nuestro modelo básico, éste nos queda:

$$\widehat{y}_t = E_t\widehat{y}_{t+1} - (\widehat{r}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1}) + \widehat{a}_t \tag{25}$$

$$\widehat{m}_t = \widehat{y}_t - \frac{1}{(r-1)}\widehat{r}_t + \widehat{v}_t \tag{26}$$

$$\widehat{r}_t = \widehat{rr}_t^N + \phi_\pi\widehat{\pi}_t + \phi_y(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) + \varepsilon_t^r \tag{27}$$

$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t\widehat{\pi}_{t+1} + \kappa\left(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N\right) \tag{28}$$

$$\widehat{y}_t^N = \widehat{z}_t \tag{29}$$

- Nótese que nuestro modelo (25) a (29) contiene cinco ecuaciones y cinco incógnitas $(\widehat{r}_t, \widehat{m}_t, \widehat{\pi}_t, \widehat{y}_t, \widehat{y}_t^N)$.

- Dejando de lado la ecuación (29), el sistema formado por las ecuaciones (25) a (28) se puede resolver de forma recursiva:
  - Las ecuaciones (25), (27) y (28) se utilizan para resolver $\{\widehat{r}_{t+k}, \widehat{\pi}_{t+k}, \widehat{y}_{t+k}\}_{k=0}^{\infty}$ dada la secuencia de los shocks $\{a_{t+k}, \varepsilon_{t+k}^{r}, z_{t+k}\}_{k=0}^{\infty}$.
  - Entonces, la ecuación de demanda de dinero (26) es una ecuación redundante, que sólo sirve para determinar la senda temporal de $\widehat{m}_t$ necesaria para para soportar la política de tipos de interés.
  - Cuando el Banco Central decide reducir el tipo de interés de r_0 a r_1 la oferta de dinero tiene que crecer (de m_0 a m_1) para, en conjunción con la demanda de dinero, provocar la caída requerida del tipo de interés (véase el gráfico siguiente).
- Obsérvese que este tipo de estructura recursiva es diferente de la que vimos en un modelo MCR sin fricciones. Aquí todavía es cierto que los shocks tecnológicos son los que determinan el output potencial, pero los precios y el output efectivo se determinan conjuntamente por los shocks reales y de política económica (ecuaciones (25), (27) y (28)). Así pues, la política monetaria afecta a las variables reales.

- La discusión precedente nos permite enunciar los siguientes dos resultados:
  - Resultado 3. Al contrario que en el modelo MCR, en un marco Neo Keynesiano la política monetaria afecta a las variables reales.
  - Resultado 4. El dinero no tiene otra influencia sobre el output y la tasa de inflación más allá de su influencia a través del tipo de interés nominal. Por lo tanto, bajo una regla en tipos de interés los (co)movimientos cíclicos del output y la inflación condicionados a $\left\{\varepsilon_{t+k}^{r}\right\}_{k=0}^{\infty}$ son independientes de los agregados monetarios $\{M_{t+k}\}_{k=0}^{\infty}$. Así, la política monetaria está completamente caracterizada por la evolución del tipo de interés nominal.
- El anterior es un resultado técnico que en la práctica nos va a permitir llevar a cabo la mayoría del análisis que sigue, sin hacer referencia al equilibrio en el mercado de dinero, aunque tiene implicaciones importantes para el diseño de la política monetaria (véase la transparencia siguiente para una matización sobre esto).

- El Resultado 4, sin embargo, no es un resultado general, sino que depende de la especificación particular del modelo.
- Hay modelos más generales en los que el dinero puede ejercer una influencia directa sobre el output y la inflación, más allá de su efecto a través del tipo de interés.
- Por ejemplo, es fácil mostrar que en un modelo en el que el consumo y el dinero no son separables en la función de utilidad este resultado recursivo no se mantiene, i.e.

$$U(.) = (1\text{-}\sigma)^{-1}\left(y_{t+j}^{\sigma_m}\left(\frac{M_{t+j}}{v_{t+j}P_{t+j}}\right)^{(1\text{-}\sigma_m)}\right)^{(1\text{-}\sigma)} + \frac{(1-n_{t+j})^{(1\text{-}\varphi)}}{(1\text{-}\varphi)} \qquad (30)$$

- En este caso, tanto la utilidad marginal del consumo como la utilidad marginal del ocio dependen del dinero, y la política monetaria no está completamente caracterizada por una regla de Taylor, sino que depende también de la especificación que demos a M_{t+k}.

- La segunda cuestión que interesa indagar es si el nivel de precios está determinado cuando la política monetaria se define a través de una regla en tipos. De hecho, la existencia de una regla de Taylor no garantiza que el nivel de precios esté determinado.
- Que el nivel de precios puede quedar indeterminado puede entenderse por medio de una explicación intuitiva:
  - En el modelo formado por las ecuaciones (16) a (20) la existencia de un proceso exógeno para la oferta de dinero permitía identificar el nivel de precios en la ecuación (19).
  - Sin embargo, en el modelo con la regla de Taylor la cantidad de dinero $\widehat{M}_t$ es endógena, dado que el Banco Central tiene que acomodar cualquier cambio en la demanda de dinero para conseguir el nivel deseado del tipo de interés nominal.
  - Así, dado que $\widehat{P}_t = \widehat{M}_t - \widehat{m}_t$ la unicidad del nivel de precios no está garantizada, porque puede haber un número infinito de niveles de precios P_t (y un conjunto infinito de cantidades de dinero M_t) compatible con la misma $\widehat{m}_t$.

- Para ilustrar el problema de la indeterminación de los precios existe un resultado clásico en la literatura que muestra que, al contrario que cuando se utilizan reglas en las que la cantidad de dinero o el crecimiento de la cantidad de dinero es constante (*monetary peg*), una regla en tipos de interés (*interest rate peg*) no asegura la unicidad del nivel de precios en la economía (Sargent y Wallace, 1990).
- A continuación vamos a aproximar la dinámica de la inflación del modelo formado por las ecuaciones (25), (27) y (28) (MUY IMPORTANTE. Por "aproximar" queremos decir que no vamos a resolver el sistema dinámico de forma exacta, teniendo en cuenta todas las interacciones entre las variables. Una derivación formal de este resultado se encuentra en el Apéndice B. Aquí sólo nos centraremos en una aproximación que excluye algunos efectos de orden superior, pero que proporciona resultados muy similares).

- Sustituyendo (27) en (25) y después introduciendo el resultado en (28) podemos expresar la dinámica de la inflación como sigue:

$$\widehat{\pi}_t = \left(\frac{\beta + \frac{\kappa}{1+\phi_y}}{1 + \frac{\kappa\phi_\pi}{1+\phi_y}} \right) E_t \widehat{\pi}_{t+1} + \Omega_1 \{\widehat{y}_{t+j}\} + \Omega_2 \{\widehat{y}^N_{t+j}, \widehat{a}_{t+j}, \widehat{rr}^N_{t+j}\} \qquad (31)$$

  done el término $\Omega_2\{\widehat{y}^N_{t+j}, \widehat{a}_{t+j}, \widehat{rr}^N_{t+j}\}$ recoge el efecto de las variables exógenas esperadas, que no afectan a la unicidad de la solución. El término $\Omega_1\{\widehat{y}_{t+j}\}$ captura el efecto del output esperado a través del cual $E_t\widehat{\pi}_{t+j}$ también entra en el modelo. Hacemos abstracción de este termino y, en consecuencia, la condición de unicidad que obtenemos a continuación no es más que una aproximación al principio de Taylor.

- Esta ecuación dinámica es estable (i.e. presenta una única solución) si:

$$\left(\frac{\beta + \frac{\kappa}{1+\phi_y}}{1 + \frac{\kappa\phi_\pi}{1+\phi_y}} \right) < 1 \Rightarrow \phi_\pi + \frac{(1-\beta)\left(1+\phi_y\right)}{\kappa} > 1 \qquad (32)$$

- Nótese que si el Banco Central tiene como regla una *interest rate peg*, de modo que no reacciona ni a la inflación, ni al output gap ($\phi_\pi = \phi_y = 0$), entonces el principio de Taylor (32) implica que $(1-\beta) > \kappa$, condición que no se satisfaría salvo que el grado de inercia en precios fuera extremo ($\kappa \to 0$), ya que la tasa de descuento toma valores cercanos a 1.
- Resultado 5. A diferencia de un *money peg* un *interest rate peg* ($\phi_y = \phi_\pi = 0$) no proporciona una senda única para el nivel de precios. El principio de Taylor (32) no se satisface y los precios están indeterminados.
- Sin embargo, se puede comprobar que la indeterminación en el nivel de precios no está causada *per se* por la presencia de una regla de tipo de interés en el modelo, sino por los supuestos particulares que hemos hechos sobre la política monetaria en el ejemplo anterior.
- Si suponemos que el Banco Central sigue el tipo general de regla de Taylor en (24) con ($\phi_\pi \neq 0$, $\phi_y \neq 0$) entonces podría existir, o no, indeterminación en precios, dependiendo del valor particular de esos parámetros en la regla de política.

- Resultado 6. Con una regla en tipos del modo Regla de Taylor (regla con *feedback*) existe una senda única para la inflación y el output si los parámetros de la regla satisfacen alguna restricción lineal. En el modelo particular que hemos analizado esta restricción es $\phi_\pi + \frac{(1-\beta)(1+\phi_y)}{\kappa} > 1$, pero esta restricción es dependiente del modelo y de su parametrización.

- Esta condición tiene una interpretación directa: Simplifiquemos suponiendo que $\phi_y = 0$ y $\beta = 1$. Entonces si $\phi_\pi > 1$ el Banco Central responde a cambios en la inflación esperada más que proporcionalmente, de modo que un aumento esperado en la inflación es afrontado con un aumento en el tipo de interés real que reduce la demanda agregada, reduciendo las expectativas de inflación. Por el contrario, fijando $\phi_\pi < 1$ la autoridad monetaria validaría cualquier aumento en las expectativas de inflación reduciendo el tipo de intrés real.

- Para captar mejor el papel de la política monetaria en el modelo Neo-Keynesiano simple, podemos escribir la demanda agregada y la oferta agregada en términos de tres *gaps* básicos de la economía:
  - el *output gap* $\widehat{x}_t = (\widehat{y}_t\text{-}\widehat{y}_t^N)$.
  - el *gap* de inflación, que coincide con la tasa de inflación $\widehat{\pi}_t$ dado que supondremos, sin pérdida de generalidad, que el objetivo de inflación es cero en nuestro modelo.
  - el *gap* relacionado con la política económica, o *gap* en el tipo de interés.
- Concentrémonos en el último *gap* y definamos rr^N como el tipo de interés natural (o tipo de interés correspondiente a un equilibrio de precios flexibles).
- Este sería el tipo de interés real que prevalecería en ausencia de fricciones nominales.
- Si $\theta = 0$ el esquema de fijación de precios requiere que el coste marginal no se desvíe de su nivel de estado estacionario ($\widehat{mc}_t = 0 \ \forall t$) (i.e. los precios se ajustan para impedir que suceda esto) de modo que $\widehat{y}_t\text{-}\widehat{y}_t^N\text{=}0$.

- De la *Ecuación de Euler* (demanda agregada) podríamos obtener el tipo de interés real natural como el que satisface la siguiente condición:

$$\widehat{y}_t^N = E_t \widehat{y}_{t+1}^N - \widehat{rr}_t^N + \widehat{a}_t \tag{33}$$

donde rr_t^N representa el tipo de interés real natural, i.e. aquel compatible con el output correspondiente a un equilibrio de precios flexibles. Las implicaciones positivas y normativas de éste tipo de interés las explicitaremos después.

- Así pues,

$$\widehat{rr}_t^N = \left(E_t \widehat{y}_{t+1}^N - \widehat{y}_t^N \right) + \widehat{a}_t$$

- Usando (29) obtenemos:

$$\widehat{rr}_t^N = \left(E_t \widehat{z}_{t+1} - \widehat{z}_t \right) + \widehat{a}_t$$

que puede simplificarse más suponiendo que z sigue un proceso AR(1):

$$\widehat{z}_t = \rho_z \widehat{z}_{t-1} + \zeta_t^z \tag{34}$$

$$\widehat{rr}_t^N = -(1 - \rho_z) \widehat{z}_t + \widehat{a}_t \tag{35}$$

- De (35) podemos derivar los efectos de los shocks exógenos sobre el tipo de interés natural:
  - Un aumento en a_t aumenta el tipo de interés natural. Cuando la gente se vuelve más impaciente tiende a ahorrar menos aumentando el coste de la financiación.
  - Un aumento en z_t reduce el tipo de interés natural. Un aumento en el output potencial aumenta tanto el consumo como el ahorro, empujando hacia abajo el tipo de interés natural.
- (Recuérdense las propiedades anteriores para uso futuro)
- Restando la condición de Euler correspondiente al equilibrio de precios flexibles (33) de la ecuación de Euler (25):

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) = E_t(\widehat{y}_{t+1} - \widehat{y}_{t+1}^N) - (\widehat{r}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1} - \widehat{rr}_t^N) \tag{36}$$

o

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) = E_t(\widehat{y}_{t+1} - \widehat{y}_{t+1}^N) - (\widehat{rr}_t - \widehat{rr}_t^N) \tag{37}$$

donde $\widehat{rr}_t$ es el tipo de interés real corriente.

La importancia de los anuncios como instrumento de política económica

- Sustituyendo hacia adelante en (37) podemos expresar el output gap corriente como una función de la senda esperada de desviaciones futuras del tipo de interés real ($\{\widehat{rr}_{t+i}\}$) de su nivel natural ($\{\widehat{rr}^N_{t+i}\}$):

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}^N_t) = -E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{rr}_{t+i} - \widehat{rr}^N_{t+i}) \qquad (38)$$

- Igualmente, sustituyendo hacia adelante en (28) podemos expresar la inflación como:

$$\widehat{\pi}_t = \kappa E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^i (\widehat{y}_{t+i} - \widehat{y}^N_{t+i}) \qquad (39)$$

- Y utilizando (38) también‘podemos expresar el gap de inflación corriente como:

$$\widehat{\pi}_t = -\kappa E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^i \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{rr}_{t+j+i} - \widehat{rr}^N_{t+j+i}) \qquad (40)$$

- Resultado 7. El output y la inflación reaccionan a cambios o anuncios de cambios futuros del instrumento de política monetaria. El banco central puede conseguir sus objetivos o bien cambiando algo hoy mismo, o simplemente *anunciando* que lo hará en algún momento futuro. Esto da lugar al problema de credibilidad de los anuncios que se discutirá en el tema siguiente.
- De acuerdo con (38) y (40) la política que garantiza que la economía alcanza los objetivos respectivos, es aquella que hace que el tipo de interés real igual al tipo de interés natural en todo momento. Esto proporciona una adecuada guía de actuación para la política monetaria.
- Pese a que $\widehat{rr}_{t+i}^{N}$ no es observable, las expresiones anteriores sí que proporcionan información útil para perseguir la política óptima o, al menos, para intentar acercarnos a ella.
- Nótese que a partir de (35) sabemos que $\widehat{rr}_{t+i}^{N}$ depende positivamente de $\widehat{a}_{t+i}$ y negativamente de $\widehat{z}_{t+i}$. Por tanto, la política monetaria óptima consiste en incrementar el tipo de interés nominal (y el real) cuando haya shocks positivos de demanda y shocks negativos de oferta.

3. La política monetaria.

- Resultado 8. "Divina coincidencia" (Galí y Blanchard): En ausencia de otros shocks relevantes (aparte de a, v, y z) la política monetaria debería ser capaz de conseguir una inflación cero (el objetivo) y un output gap nulo, fijando el tipo de interés de modo que replique la evolución del tipo de interés natural.
- Obsérvese que la "divina coincidencia" implica que la política monetaria debería mimetizar en la medida de lo posible la evolución de la economía sin fricciones.
- Este resultado es de gran importancia teórica, pero no tiene una aplicación inmediata dado que la tasa natural de interés es difícil de medir.

3. La política monetaria.

- Debe entenderse como una guía de actuación para los gestores de la política monetaria, en el sentido de que la política monetaria, si quiere minimizar los dos gaps más importantes, no debería empujar el tipo de interés nominal a territorios en los que llegara a ser inconsistente con los acontecimientos reales de la economía.
- ¿Qué sentido tiene la afirmación anterior? La interpretación es la siguiente: en un mundo de precios flexibles las empresas no tendrían dificultad en cambiar los precios de tal modo que todos los agentes estarían sobre sus curvas deseadas de demanda y oferta. Si hay cierto grado de rigidez en los precios pero el Banco Central fija su tipo de interés para que la inflación sea cero, entonces la rigidez de precios no causa daño en agregado. En un mundo de inflación cero, todavía algunas empresas desarían aumentar sus precios, mientras que otras desearían reducirlo, y el ajuste costoso en precios implicaría que algunas empresas terminarían produciendo más de lo deseado y otras menos que lo deseado. Sin embargo, el output gap agregado terminaría siendo cero, minimizando el efecto de la fricción.

- Resultado 9. El resultado anterior no es robusto a cambios en los supuestos del modelo. Por ejemplo, la presencia de algún tipo de shock podría implicar que el banco central no puede hacer cero ambos *gaps* simultáneamente, incluso aunque fije su tipo de interés igual al tipo de interés natural. En este caso aparece un *trade off* entre inflación y desempeo y la autoridad monetaria tiene que elegir el nivel de inflación y de output gap.
- Considere la siguiente modificación de (40) donde ξ_t es un shock directo a la tasa de inflación (*cost push shock*):

$$\widehat{\pi}_t = -\kappa E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^i \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{rr}_{t+j+i} - \widehat{rr}^N_{t+j+i}) + E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^i \xi_{t+i} \qquad (41)$$

- Así, aunque la autoridad monetaria fije $\varepsilon_t^r = 0$ no se pueden hacer ambos *gaps* igual a cero al mismo tiempo y por lo tanto la autoridad monetaria deberá elegir el tipo de interés que permita alcanzar la combinación deseada de inflación y output gap.

- Resultado 10. Hay muchas extensiones del modelo que dan lugar a la aparición de forma endógena de términos adicionales en la Nueva Curva de Phillips. La representación en (41) no es la excepción, sino la norma, y por lo tanto hay una gran variedad de shocks en la economía que los bancos centrales no pueden estabilizar, incluso aunque fueran capaces de estimar perfectamente el tipo de interés natural (i.e. la dinámica de los shocks que subyacen a éste).

- A partir de (38):

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) = -E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{r}_{t+i} - \widehat{\pi}_{t+1+i} - \widehat{rr}_{t+i}^N) \tag{42}$$

- Una recesión normal: caída en $\nabla \widehat{rr}_{t+i}^N \Rightarrow \nabla \widehat{y}_{t+i}$
- Política monetaria: $\nabla \widehat{r}_{t+i}$ y $\Delta \widehat{\pi}_{t+i+1}$. Dado que no afecta al tipo de interés natural, la política monetaria ayuda a evitar, o al menos mitigar, la recesión.
- Política fiscal: $\Delta \widehat{rr}_{t+i}^N$ y $\Delta \widehat{\pi}_{t+i+1}$. Si el Banco Central hace una política monetaria acomodaticia (no incrementa r_t demasiado) la política fiscal es eficaz. Si el BC aumenta el tipo de interés suficentememte como para evitar la inflación, el multiplicador fiscal será mucho menor.

- A partir de (38)

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) = -E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{r}_{t+i} - \widehat{\pi}_{t+1+i} - \widehat{rr}_{t+i}^N) \quad (43)$$

- Una caída considerable y duradera del tipo de interés natural, que lo hace negativo durante varios periodos: $\nabla \widehat{rr}_{t+i}^N \Rightarrow \nabla \widehat{y}_{t+i}$. Además, la inflación esperada también cae y podría ser incluso negativa (deflación).
- Política monetaria: $\nabla \widehat{r}_{t+i}$ hasta que alcance el límite cero. De ahí en adelante, sólo funcionarán aquellas políticas que incrementen la inflación esperada. Y esas políticas podrían ser incluso insuficientes si la caída del tipo de interés natural es muy grande y persistente.
- Política fiscal: $\Delta \widehat{rr}_{t+i}^N$ y $\Delta \widehat{\pi}_{t+i+1}$. El multiplicador fiscal podría ser grande. En el límite cero del tipo de interés el Banco Central no aumentará tipos, por lo que la política fiscal puede funcionar al incrementar $\widehat{rr}_{t+i}^N$ y $\widehat{\pi}_{t+i}$. No obstante, en periodos de altísimo endeudamiento del sector público, estímulos fiscales adicionales pueden incrementar la prima (y, en consecuencia el tipo de interés por encima del de intervención $\widehat{r}_{t+i}$, e.g. $\widehat{r}_{t+i} + prima$) reduciendo consecuentemente el multiplicador fiscal.

- A partir de (38)

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) = -E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{r}_{t+i} - \widehat{\pi}_{t+1+i} - \widehat{rr}_{t+i}^N) \tag{44}$$

- Las reformas estructurales tienen como objetivo aumentar el output potencial, por lo que incrementan el tipo de interés natural , $\Delta \widehat{rr}_{t+i}^N$: Canal de expectativas. (Nótese que los shocks transitorios de oferta disminuyen $\widehat{rr}_{t+i}^N$, pero los permanentes lo aumentan. ¿Por qué?).
- Sin embargo, al mismo tiempo estas reformas tienden a reducir la inflación, $\nabla \widehat{\pi}_{t+1+i}$: Canal deflacionario.
- Qué efecto de los dos domine sobre $\widehat{y}_t$ dependerá de la magnitud de ambos canales y, de nuevo, de la reacción del tipo de interés.

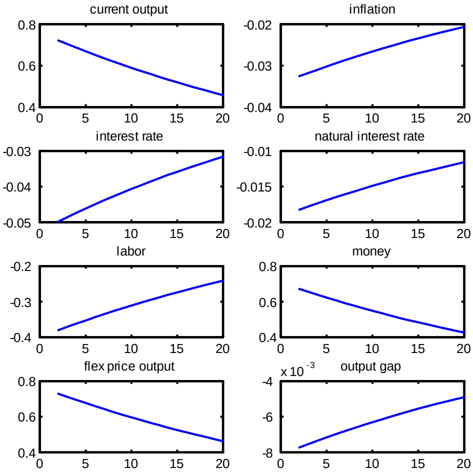


Figure: Shock tecnológico, $\widehat{z}_t$, $(\phi_\pi = 1.5,\ \phi_y = 0.125)$

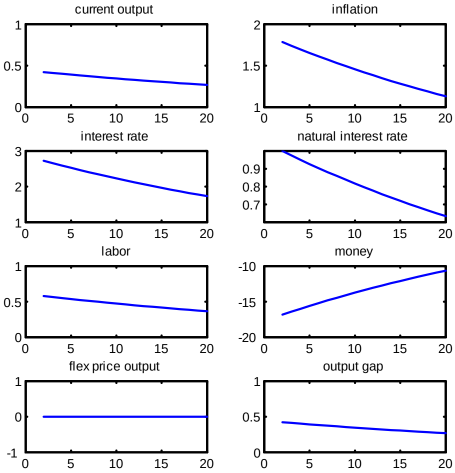


Figure: Shock de demanda, $\widehat{a}_t$, ($\phi_\pi = 1.5$, $\phi_y = 0.125$)

4. Funciones Impulso-respuesta en el MNK canónico.

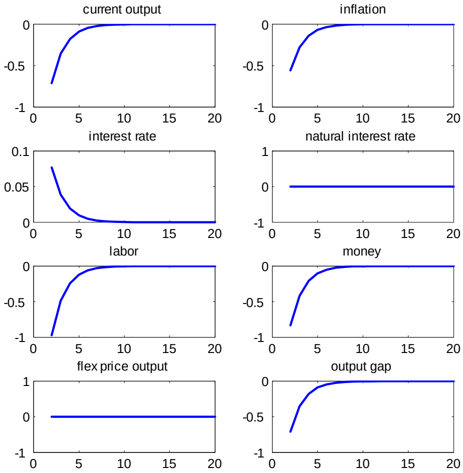


Figure: Shock sobre el tipo de interés, ε_t^r, $(\phi_\pi = 1.5,\ \phi_y = 0.125)$

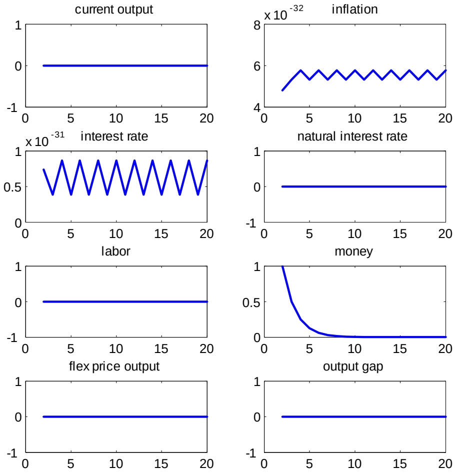


Figure: Shock sobre la demanda de dinero, $\widehat{v}_t$, $(\phi_\pi = 1.5, \phi_y = 0.125)$

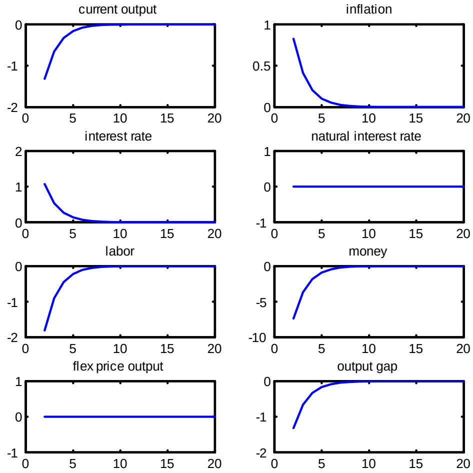


Figure: Cost-push shock, ξ_t, $(\phi_\pi = 1.5,\ \phi_y = 0.125)$

4. Funciones Impulso-respuesta en el MNK canónico.

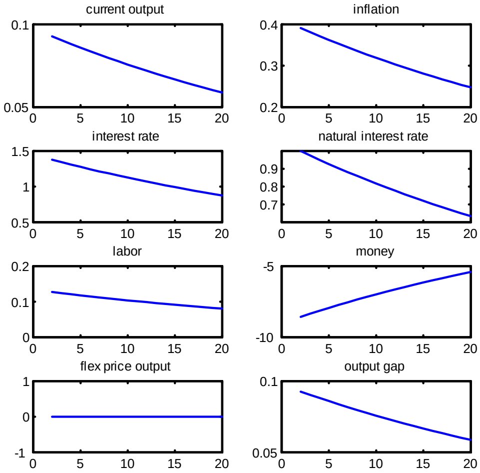


Figure: Shock de demanda, $\widehat{a}_t$, $(\phi_\pi = 3.5,\ \phi_y = 0.125)$

5. Conclusiones.

Las conclusiones más destacables que se derivan del Modelo Neo Keynesiano canónico son las siguientes:

- El dinero es neutral a largo plazo cuando los precios son flexibles, pero no es neutral a corto plazo cuando los precios son rígidos.
- Con una regla de tipos de interés la política monetaria está plenamente caracterizada por la evolución del tipo de interés nominal.
- Con una regla de tipos de feedback no está garantizada la existencia de una senda de equilibrio única para las variables.
- Cuando en la economía sólo operan un determinado tipo de shocks, la política monetaria debería ser capaz de conseguir simultáneamente una inflación cero y un output gap nulo. Para ello, el Banco Central debería fijar el tipo de interés de forma que reproduzca la evolución del tipo de interés natural.
- No obstante, la presencia de otro tipo de shocks implicaría que el Banco Central no puede hacer cero simultáneamente ambos gaps, incluso fijando el tipo de interés acorde a la evolución del tipo de interés natural.
- La autoridad monetaria puede realizar anuncios sobre su política futura para conseguir efectos en la inflación y el output gap corrientes.

- Considere un hogar representativo de *vida infinita* que se enfrenta al siguiente problema de optimización:

$$\max_{(c_t, n_t, B_t, M_t)} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \widetilde{a}_{t+i} \beta^i \left[\gamma_c \ln y_{t+i} + \gamma_n \ln (1 - n_{t+i}) + \gamma_m \ln v_{t+i} M_{t+i} \right]$$

Sujeto a la siguiente restricción presupuestaria en términos nominales:

$$(M_t - M_{t-1}) + B_t = W_t n_t + r_{t-1} B_{t-1} + T_t - \int_0^1 P_t(i)\, y_t(i)\, di \qquad (45)$$

- Explicación:
    - $\widetilde{a}_{t+i}$ y v_{t+i} son shocks sobre la tasa de descuento y sobre las preferencias por el dinero.
    - Dado el supuesto de no inversión y la ausencia de gasto público en el modelo, la producción y el consumo coinciden $(y_t = c_t)$. Por tanto, $\ln c_{t+i}$ puede ser sustituido por $\ln y_{t+i}$ en la función de utilidad.

- Explicación (continuación):
  - y_t es la producción agregada (también el consumo). Dado el supuesto de competencia monopolística, y_t es el agregado de un continuo de bienes diferenciados $j \in [0, 1]$

$$y_t = \left(\int_0^1 y_t(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (46)$$

    donde ε es la elasticidad de sustitución entre diferentes variedades (en competencia perfecta: $\varepsilon \rightarrow \infty$)
  - La función de demanda de cada variedad diferenciada j es:

$$y_t(j) = \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \quad (47)$$

  - Y el índice agregado de precios P_t se define como:

$$P_t = \left(\int_0^1 P_t(j)^{1-\varepsilon} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (48)$$

- Explicación (continuación):
  - La expresión $\int_0^1 P_t(j)\, y_t(j)\, dj$ en la restricción presupuestaria representa el gasto total en los diferentes bienes de consumo.
  - Introduciendo (47) en esta expresión y teniendo (48) en cuenta, obtenemos:

$$\int_0^1 P_t(i)\, y_t(j)\, dj = P_t y_t$$

  - Por ello, la restricción presupuestaria se puede escribir como:

$$P_t y_t + B_t + M_t = W_t n_t + r_{t-1} B_{t-1} + M_{t-1} + P_t \tau_t \qquad (49)$$

  - B_t es un bono nominal a un periodo, r_{t-1} es la rentabilidad nominal bruta de los bonos (el tipo de interés nominal), M_t representa las tenencias nominales de dinero, W_t son los salarios nominales y τ_t es una transferencia lump-sum que el gobierno paga a los hogares.
  - Adicionalmente, supondremos que se cumple la siguiente condición de solvencia $lim_{i \to \infty} \{B_{t+i}\} \geqslant 0$.

El Lagrangiano del anterior problema se puede escribir como:

$$\max_{(c_t, n_t, B_t, M_t)} L = E_t \left\{ \begin{array}{c} \sum_{i=0}^{\infty} \widetilde{a}_{t+i} \beta^i \left[\gamma_c \ln y_{t+i} + \gamma_n \ln(1 - n_{t+i}) + \gamma_m \ln v_{t+i} M_{t+i} \right] - \\ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \lambda_{t+i} \left[\begin{array}{c} P_{t+i} y_{t+i} + B_{t+i} + M_{t+i} \\ -W_{t+i} n_{t+i} - r_{t+i-1} B_{t+i-1} - M_{t+i-1} - P_{t+i} \tau_{t+i} \end{array} \right] \end{array} \right\}$$

del que se obtienen cuatro condiciones de primer orden:

$$\lambda_t = \frac{\widetilde{a}_t \gamma_c}{P_t y_t} \tag{50}$$

$$\lambda_t = \frac{\widetilde{a}_t \gamma_n}{W_t (1 - n_t)} \tag{51}$$

$$\widetilde{a}_t v_t \frac{\gamma_m}{M_t} - \lambda_t + \beta \lambda_{t+1} = 0 \tag{52}$$

$$-\lambda_t + \beta r_t \lambda_{t+1} = 0 \tag{53}$$

- Manipulando las anteriores ecuaciones obtenemos:
  - La condición de Euler en consumo [de (50) y (53)]:

$$\beta E_t \left\{ \frac{\widetilde{a}_{t+1}}{\widetilde{a}_t} \left(\frac{r_t}{\pi_{t+1}} \right) \frac{y_t}{y_{t+1}} \right\} = 1 \tag{54}$$

    donde r_t es el tipo de interés nominal bruto en t y $\pi_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t}$ representa la inflación bruta esperada durante el periodo t. Así, $\left(\frac{r_t}{\pi_{t+1}}\right)$ es el tipo de interés real bruto.
  - La demanda de dinero [de (50), (52) y (53)]:

$$\frac{M_t}{P_t} = v_t \frac{\gamma_m}{\gamma_c} \left(\frac{r_t}{r_t - 1} \right) y_t \tag{55}$$

  - La oferta de trabajo [de (50) y (51)]:

$$\frac{W_t}{P_t} = \frac{\gamma_n}{\gamma_c} \frac{y_t}{(1 - n_t)} \tag{56}$$

- Linearizando respecto al estado estacionario.
  - La condición de Euler en consumo:

$$\widehat{y}_t = E_t\widehat{y}_{t+1}\text{-}(\widehat{r}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1}) + \widehat{a}_t \tag{57}$$

  - La demanda de saldos reales:

$$\widehat{m}_t = \widehat{y}_t - \frac{1}{(r-1)}\widehat{r}_t + \widehat{v}_t \tag{58}$$

  - La oferta de trabajo:

$$\widehat{n}_t = \frac{1-n}{n}\left(\widehat{w}_t - \widehat{y}_t\right) \tag{59}$$

- Nótese que (57) establece una relación negativa entre el output y el tipo de interés, mientras que (58) implica una relación positiva entre ambas variables.
- Por tanto, (57) se puede interpretar como la curva IS y (58) como la curva LM.

- Cada empresa j produce un bien diferenciado y toma sus decisiones sujeta a tres restricciones:
  - La tecnología de producción

$$y_t(j) = z_t n_t(j)^{(1-\alpha)} \tag{60}$$

    donde $0 < \alpha < 1$ y z_t es común a todas las empresas.
  - Una curva de demanda decreciente recogida en (47):

$$y_t\left(j\right) = \left(\frac{P_t\left(j\right)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} y_t \tag{61}$$

  - La fijación de precios (se explica más abajo).

- Así, la empresa en competencia monopolística optimiza en dos dimensiones para decidir:
  - su empleo.
  - su precio.

- Pensemos en este problema de optimización en una forma secuencial.

- Primero, la empresa decide sobre el empleo, después veremos el problema de fijación de precios.

La decisión de empleo

- El problema de optimización se puede escribir como:

$$\min \; W_t n_t(j)$$

sujeto a

$$y_t(j) = z_t n_t(j)^{(1-\alpha)} \tag{62}$$

$$y_t\,(j) = \left(\frac{P_t\,(j)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} y_t \tag{63}$$

- La empresa j minimiza sus costes de producción sujeta a la función de producción (62) y a producir suficiente para abastecer la demanda del producto j (63).
- Nótese que W_t es el salario nominal común a todas las empresas y que las dos restricciones se pueden reescribir como una única restricción: $z_t n_t(j)^{(1-\alpha)} = \left(\frac{P_t(j)}{P_t}\right)^{-\varepsilon}$.

La decisión de empleo

- El Lagrangiano del problema anterior se puede escribir como:

$$\max_{n_t} L = -W_t n_t(j) + MC_t \left(z_t n_t(j)^{(1-\alpha)} - \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} \right)$$

donde MC_t es el multiplicador de Lagrange del problema, que puede interpretarse como el coste marginal nominal (cuánto cambia la función objetivo - los costes nominales- si se relaja la restricción, es decir, si la empresa produce una unidad adicional del bien).

- La optimización respecto al empleo permite obtener la siguiente demanda de trabajo:

$$W_t = (1-\alpha) MC_t \frac{y_t}{n_t}$$

- O en términos reales (dividiendo por P_t):

$$w_t = (1-\alpha) mc_t \frac{y_t}{n_t} \tag{64}$$

La decisión de empleo

- Las expresiones lineales equivalentes para (62) y (64) son:

$$\widehat{y}_t = \widehat{z}_t + (1-\alpha)\widehat{n}_t \tag{65}$$

$$\widehat{n}_t = \widehat{mc}_t - \widehat{w}_t + \widehat{y}_t \tag{66}$$

- Nótese que en competencia perfecta $P_t = MC_t^c$, y en términos reales $mc_t^c = 1$ $\left(\text{o } \widehat{mc}_t^c = 0\right) \rightarrow$ Salario Real = Productividad Marginal del Trabajo.

- Sin embargo, en competencia imperfecta el coste marginal, $mc_t = \frac{\frac{W_t}{P_t}}{(1-\alpha)(y_t/n_t)}$, no es necesariamente constante, como veremos a continuación.

Fijación de precios (precios flexibles)

- Una vez la empresa ha decidido su demanda de trabajo, analicemos su decisión óptima de fijación de precios.
- Consideremos primero el caso de precios completamente flexibles.
- El problema es la maximización de beneficios:

$$\max_{P_t(j)} \; P_t\left(j\right) y_t(j) - W_t n_t(j)$$

sujeto a

$$y_t(j) = z_t n_t(j)^{(1-\alpha)}$$

$$y_t\left(j\right) = \left(\frac{P_t\left(j\right)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} y_t$$

o

$$\max_{P_t(j)} \; P_t\left(j\right)\left(\frac{P_t\left(j\right)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} y_t - \left(\frac{1}{z_t}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} W_t \left(\left(\frac{P_t\left(j\right)}{P_t}\right)^{-\varepsilon} y_t\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Fijación de precios (precios flexibles)

- La solución del problema anterior es:

$$P_t(j) = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} MC_t$$

  donde $\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$ es el mark-up, μ_t^N, que es constante y es una medida de la distorsión monopolística.
- Dado que $\varepsilon > 1$, el precio excede el coste marginal.
- Cuando $\varepsilon \to 1$ entonces $P_t(j) = MC_t$ (competencia perfecta).
- Sin embargo, en general, con competencia imperfecta y precios flexibles el coste marginal real es constante, pero diferente de 1.
- Llamemos mc_t^N al coste marginal de precios flexibles. Entonces:

$$mc_t^N = \frac{1}{\mu_t^N} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \to \widehat{mc}_t^N = -\widehat{\mu}_t^N = 0$$

Fijación de precios (precios rígidos)

- Supongamos (Calvo) que cada periodo un porcentaje θ de las empresas no pueden ajustar sus precios. Un porcentaje $(1-\theta)$ sí que ajusta precios óptimamente. La duración media del precio en el mercado es igual a $1+\theta+\theta^2+\theta^3+... = 1/(1-\theta)$.
- Consideremos una empresa que, en el momento t, puede fijar óptimamente su precio (P_t^*). Lo hará maximizando el valor presente descontado de sus beneficios, teniendo en cuenta la probabilidad de que su precio se mantenga fijo en el futuro.
- Todas las empresas que pueden reajustar sus precios fijarán el mismo precio óptimo.
- Para aquellas empresas que no reajustan precios, el precio "medio" será igual al nivel de precios agregado en $t-1$.

Fijación de precios (precios rígidos)

- En consecuencia, tomando en consideración la expresión (48):

$$P_t = \left((1-\theta)P_t^{*1-\varepsilon} + \theta P_{t-1}\right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \tag{67}$$

donde

$$P_t^* = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{E_t\left(\sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k y_{t+k} P_{t+k}^{\varepsilon-1} MC_{t+k}\right)}{E_t\left(\sum_{k=0}^{\infty} (\theta\beta)^k y_{t+k} P_{t+k}^{\varepsilon-1}\right)}$$

Fijación de precios (precios rígidos)

- Linearizando la expresión (67) obtenemos:

$$\widehat{\pi}_t=\beta E_t \widehat{\pi}_{t+1}+\left(\frac{(1\text{-}\theta)(1\text{-}\beta\theta)}{\theta}\right)\widehat{mc}_t \tag{68}$$

- Esta expresión es conocida como la Nueva Curva de Phillips Keynesiana.
- Al contrario que en el caso de precios flexibles $\widehat{mc}_t$ no es generalmente igual a cero.
- Resolviendo (68) hacia delante y considerando que $\widehat{mc}_t = -\widehat{\mu}_t$:

$$\widehat{\pi}_t = -\left(\frac{(1\text{-}\theta)(1\text{-}\beta\theta)}{\theta}\right)\sum_{k=0}^{\infty}\beta^k E_t \widehat{\mu}_{t+k}$$

- La inflación será elevada cuando las empresas esperen en el futuro mark-ups por debajo de su nivel (deseado) de estado estacionario.
- Esto es así, porque las empresas que tienen la oportunidad de reajustar óptimamente sus precios, elegirán precios por encima del nivel de precios promedio de la economía, de forma que ajusten su mark-up más cerca de su nivel deseado.

- Considere que el Banco Central tiene como regla una *interest rate peg*, de modo que no reacciona ni a la inflación, ni al output gap ($\phi_{\pi}{=}\phi_{y}{=}0$) y que por lo tanto $\widehat{r}_t{=}\varepsilon^r_t\ \forall t$ (suponiendo que $\widehat{rr}^N_t = 0$). El sistema dinámico puede escribirse como:

$$\widehat{y}_t = E_t\widehat{y}_{t+1} - (\widehat{r}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1}) + \widehat{a}_t$$

$$\widehat{r}_t = \varepsilon^r_t$$

$$\widehat{\pi}_t = \beta E_t\widehat{\pi}_{t+1} + \kappa\left(\widehat{y}_t - \widehat{y}^N_t\right)$$

- Nótese que hemos eliminado, por redundante, la ecuación de demanda de dinero.

- Sustituyendo en las ecuaciones anteriores $\widehat{r}_t = \varepsilon_t^r$ e $\widehat{y}_t^N = \widehat{z}_t$ y reescribiendo el sistema colocando en el lado izquierdo de las expresiones las variables esperadas $E_t\widehat{\pi}_{t+1}$ y $E_t\widehat{y}_{t+1}$ y en el derecho las variables corrientes $\widehat{\pi}_t$ e $\widehat{y}_t$ obtenemos:

$$E_t\widehat{y}_{t+1} = -(\beta)^{-1}\widehat{\pi}_t + \left(1 + \kappa(\beta)^{-1}\right)\widehat{y}_t - \kappa(\beta)^{-1}\widehat{z}_t + \varepsilon_t^r + \widehat{a}_t$$

$$E_t\widehat{\pi}_{t+1} = (\beta)^{-1}\widehat{\pi}_t - \kappa(\beta)^{-1}\widehat{y}_t + \kappa(\beta)^{-1}\widehat{z}_t$$

- En forma matricial:

$$\begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t\widehat{y}_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ -(\beta)^{-1} & 1+\kappa(\beta)^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t \end{bmatrix} + shocks$$

- Para concentrarnos en la estructura dinámica del sistema (nos olvidamos de los shocks), el sistema se puede escribir también como:

$$\begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ -(\beta)^{-1} & 1+\kappa(\beta)^{-1} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t\widehat{y}_{t+1} \end{bmatrix} \quad (69)$$

- O en términos más generales:

$$\begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t \end{bmatrix} = \Phi^{-1} \begin{bmatrix} E_t \widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t \widehat{y}_{t+1} \end{bmatrix}$$

donde $\Phi = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ -(\beta)^{-1} & 1+\kappa(\beta)^{-1} \end{bmatrix}$

- Las condiciones para la unicidad del equilibrio del sistema de expectativas racionales (incluyendo la determinación única del nivel de precios) son que todos los valores propios (dos en nuestro caso) de la matriz Φ estén fuera del círculo unidad.
- Según Woodford (2004, apéndice C) esta condición general es equivalente a que:
  - O bien $\{\det\Phi > 1, (\det\Phi - tr\Phi) > -1$ y $(\det\Phi + tr\Phi) > -1\}$
  - O bien $\{(\det\Phi - tr\Phi) < -1$ y $(\det\Phi + tr\Phi) < -1\}$.

- Obsérvese que en nuestro caso:

$$\det \Phi = \beta^{-1}$$

$$tr\Phi = 1 + \beta^{-1} + \kappa\beta^{-1}$$

- Ninguna de las dos condiciones anteriores se satisface pues:

$$(\det \Phi - tr\Phi) = -1 - \kappa\beta^{-1} \ngtr -1$$

$$(\det \Phi + tr\Phi) = 2\beta^{-1} + 1 + \kappa\beta^{-1} \nless -1$$

- Por tanto, al menos una de las raíces es menor que uno en valor absoluto y, en consecuencia, el equilibrio de expectativas racionales está indeterminado.
- Resultado 5. A diferencia de un *money peg* un *interest rate peg* no proporciona una senda única para el nivel de precios. Los precios están indeterminados.

- Sin embargo, se puede comprobar que la indeterminación en el nivel de precios no está causada *per se* por la presencia de una regla de tipo de interés en el modelo, sino por los supuestos particulares que hemos hechos sobre la política monetaria en el ejemplo anterior.
- Si suponemos que el Banco Central sigue el tipo general de regla de Taylor en (24) con ($\phi_\pi \neq 0$, $\phi_y \neq 0$) entonces podría existir, o no, indeterminación en precios, dependiendo del valor particular de esos parámetros en la regla de política.
- En este caso, el sistema dinámico se escribe como:

$$\begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t\widehat{y}_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ (\phi_\pi\text{-}\beta^{-1}) & 1+(\kappa\beta^{-1}+\phi_y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ (\phi_\pi-\beta^{-1}) & 1+(\kappa\beta^{-1}+\phi_y) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t\widehat{y}_{t+1} \end{bmatrix} \tag{70}$$

- Nótese que ahora:

$$\det \widetilde{\Phi} = \beta^{-1} \left(1+(\kappa\phi_\pi+\phi_y)\right)$$

$$tr\widetilde{\Phi} = \beta^{-1}+ \left(1+(\kappa\beta^{-1}+\phi_y)\right)$$

Bajo las condiciones de signo de los parámetros (todos positivos), se observa que $(\det \widetilde{\Phi} + tr\widetilde{\Phi}) \nless$ -1 por lo que nos concentrarnos en el primer conjunto de restricciones:

  - $\det \widetilde{\Phi} + tr\widetilde{\Phi} > -1$ se cumple
  - $\det \widetilde{\Phi} > 1$ se cumple
  - $\det \widetilde{\Phi} - tr\widetilde{\Phi} > -1$ se cumple $sii: \phi_\pi + \frac{1-\beta}{\kappa}\phi_y > 1$

- Resultado 6. Con una regla en tipos del modo Regla de Taylor (regla con *feedback*) existe una senda única para la inflación y el output si los parámetros de la regla satisfacen alguna restricción lineal. En el modelo particular que hemos analizado esta restricción es $\phi_\pi + \frac{1-\beta}{\kappa}\phi_y > 1$, pero esta restricción es dependiente del modelo y de su parametrización.

- Esta condición tiene una interpretación directa: Simplifiquemos suponiendo que $\phi_y = 0$, y que la inflación sigue un paseo aleatorio de modo que $E_t\widehat{\pi}_{t+1} = \widehat{\pi}_t$. Entonces si $\phi_\pi > 1$ el Banco Central responde a cambios en la inflación esperada más que proporcionalmente, de modo que un aumento esperado en la inflación es afrontado con un aumento en el tipo de interés real que reduce la demanda agregada, reduciendo las expectativas de inflación. Por el contrario, fijando $\phi_\pi < 1$ la autoridad monetaria validaría cualquier aumento en las expectativas de inflación reduciendo el tipo de intrés real.

- Sustituyendo la regla de Taylor (24) en (37) y teniendo (28) en cuenta, obtenemos una de las ecuaciones del sistema dinámico. La otra ecuación es directamente la Nueva Curva de Phillips (28).
- Así, el modelo dinámico completo (incluyendo los shocks) se puede escribir como:

$$\begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t(\widehat{y}_{t+1}\text{-}\widehat{y}^N_{t+1}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ (\phi_\pi\text{-}\beta^{-1}) & 1+\kappa\beta^{-1}+\phi_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t\text{-}\widehat{y}^N_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \varepsilon^r_t \end{bmatrix}$$

o

$$\begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t\text{-}\widehat{y}^N_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ (\phi_\pi\text{-}\beta^{-1}) & 1+(\kappa\beta^{-1}+\phi_y) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t(\widehat{y}_{t+1}\text{-}\widehat{y}^N_{t+1}) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \beta^{-1} & -\kappa\beta^{-1} \\ (\phi_\pi\text{-}\beta^{-1}) & 1+(\kappa\beta^{-1}+\phi_y) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ \varepsilon^r_t \end{bmatrix} \quad (71)$$

De la expresión anterior se derivan los siguientes resultados:

- Resultado. Si el modelo admite una solución única, i.e. si la regla de tipos satisface la condición para la determinación del nivel de precios, la inflación y el output gap están determinados por las desviaciones del tipo de interés con respecto al tipo de interés natural. (Nótese que si $\phi_\pi = \phi_y = 0$ este resultado no se mantiene puesto que el sistema admitiría un número infinito de soluciones).
- Resultado. La política monetaria opera de la forma habitual: si $\varepsilon_t^r{=}0$ entonces la economía alcanza el resultado óptimo: $\widehat{\pi}_t{=}0$ e $\widehat{y}_t{=}\widehat{y}_t^N$. Cuando hay un shock positivo (negativo) a la inflación corriente o esperada o al ouput gap corriente o esperado, la respuesta de la política monetaria es un incremento, $\varepsilon_t^r{>}0$, (reducción, $\varepsilon_t^r{<}0$) en el tipo de intervención.

C. Apéndice.

- Resultado. "Divina coincidencia" (Galí y Blanchard): En ausencia de otros shocks relevantes (aparte de a, v, y z) la política monetaria debería ser capaz de conseguir una inflación cero (el objetivo) y un output gap nulo, fijando el tipo de interés de modo que replique la evolución del tipo de interés natural.
- Obsérvese que la "divina coincidencia" implica que la política monetaria debería mimetizar en la medida de lo posible la evolución de la economía sin fricciones.
- Este resultado es de gran importancia teórica, pero no tiene una aplicación inmediata dado que la tasa natural de interés es difícil de medir.

- Debe entenderse como una guía de actuación para los gestores de la política monetaria, en el sentido de que la política monetaria, si quiere minimizar los dos gaps más importantes, no debería empujar el tipo de interés nominal a territorios en los que llegara a ser inconsistente con los acontecimientos reales de la economía.
- ¿Tiene sentido perseguir una inflación cero? La interpretación es la siguiente: en un mundo de precios flexibles las empresas no tendrían dificultad en cambiar los precios de tal modo que todos los agentes estarían sobre sus curvas deseadas de demanda y oferta. Si hay cierto grado de rigidez en los precios pero el Banco Central fija su tipo de interés para que la inflación sea cero, entonces la rigidez de precios no causa daño en agregado. En un mundo de inflación cero, todavía algunas empresas desarían aumentar sus precios, mientras que otras desearían reducirlo, y el ajuste costoso en precios implicaría que algunas empresas terminarían produciendo más de lo deseado y otras menos que lo deseado. Sin embargo, el output gap agregado terminaría siendo cero, minimizando el efecto de la fricción.

- Resultado. El resultado anterior no es robusto a cambios en los supuestos del modelo. Por ejemplo, la presencia de algún tipo de shock podría implicar que el banco central no puede hacer cero ambos *gaps* simultáneamente, incluso aunque fije su tipo de interés igual al tipo de interés natural. En este caso aparece un *trade off* entre inflación y desempeo y la autoridad monetaria tiene que elegir el nivel de inflación y de output gap.
- Considere la siguiente modificación de (28) donde ξ_t es un shock directo a la tasa de inflación (*cost push shock*):

$$\widehat{\pi}_t=\beta E_t\widehat{\pi}_{t+1}+\kappa(\widehat{y}_t\text{-}\widehat{y}_t^N)+\xi_t \tag{72}$$

- Lo que se refleja en el modelo general como:

$$\begin{bmatrix} \widehat{\pi}_t \\ \widehat{y}_t\text{-}\widehat{y}_t^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta^{\text{-}1} & \text{-}\kappa\beta^{\text{-}1} \\ (\phi_\pi\text{-}\beta^{\text{-}1}) & 1+(\kappa\beta^{\text{-}1}+\phi_y) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} E_t\widehat{\pi}_{t+1} \\ E_t(\widehat{y}_{t+1}\text{-}\widehat{y}_{t+1}^N) \end{bmatrix}$$

$$\text{-}\begin{bmatrix} \beta^{\text{-}1} & \text{-}\kappa\beta^{\text{-}1} \\ (\phi_\pi\text{-}\beta^{\text{-}1}) & 1+(\kappa\beta^{\text{-}1}+\phi_y) \end{bmatrix}^{\text{-}1} \begin{bmatrix} \xi_t \\ \varepsilon_t^r \end{bmatrix}$$

- Así, aunque la autoridad monetaria fije $\varepsilon_t^r = 0$ no se pueden hacer ambos *gaps* igual a cero al mismo tiempo y por lo tanto la autoridad monetaria deberá elegir el tipo de interés que permita alcanzar la combinación deseada de inflación y output gap.

- Resultado. Hay muchas extensiones del modelo que dan lugar a la aparición de forma endógena de términos adicionales en la Nueva Curva de Phillips. La representación en (72) no es la excepción, sino la norma, y por lo tanto hay una gran variedad de shocks en la economía que los bancos centrales no pueden estabilizar, incluso aunque fueran capaces de estimar perfectamente el tipo de interés natural (i.e. la dinámica de los shocks que subyacen a éste).

La importancia de los anuncios como instrumento de política económica:

- Simplemente como recordatorio de la naturaleza *forward looking* del modelo obsérvese que sustituyendo hacia adelante en (37) y (28) el output gap corriente y la inflación pueden expresarse como una función de la senda futura de las desviaciones del tipo de interés real ($\{\widehat{rr}_{t+i}\}$) con respecto a su nivel natural ($\{\widehat{rr}^N_{t+i}\}$). Así, las ecuaciones (38) y (40) que aparecen en el texto son

$$(\widehat{y}_t - \widehat{y}_t^N) = -E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{rr}_{t+i} - \widehat{rr}^N_{t+i}) \tag{73}$$

$$\widehat{\pi}_t = -\kappa E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^i \sum_{i=0}^{\infty} (\widehat{rr}_{t+j+i} - \widehat{rr}^N_{t+j+i}) \tag{74}$$

- Resultado. El output y la inflación reaccionan a cambios o anuncios de cambios futuros del instrumento de política monetaria. El banco central puede conseguir sus objetivos o bien cambiando algo hoy mismo, o simplemente *anunciando* que lo hará en algún momento futuro. Esto da lugar al problema de credibilidad de los anuncios que se discutirá en el tema siguiente.

- De acuerdo con (38) y (40) la política que garantiza que la economía alcanza los objetivos respectivos, es aquella que hace que el tipo de interés real igual al tipo de interés natural en todo momento. Esto proporciona una adecuada guía de actuación para la política monetaria.

- Pese a que $\widehat{rr}_{t+i}^{N}$ no es observable, éstas expresiones proporcionan información útil para perseguir la mejor política óptima o, al menos, intentar aproximarnos a ella.

- Nótese que a partir de (35) $\widehat{rr}_{t+i}^{N}$ depende positivamente de $\widehat{a}_{t+i}$ y negativamente de $\widehat{z}_{t+i}$. Por tanto, la reacción óptima de la política monetaria consiste en incrementar el tipo de interés nominal (y el real) cuando haya un shock positivo de demanda y un shock negativo de oferta.