



## INTRODUCCIÓN AL MODELO NUEVO KEYNESIANO DE TRES ECUACIONES

Rodrigo Corvalán Salguero

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, Av. Córdoba 2122 - 1120AAQ - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

[rodrigocorvalan93@gmail.com](mailto:rodrigocorvalan93@gmail.com)

### Resumen

Recibido: 09-08-2017

Aceptado: 21-03-2018

#### Palabras clave

Regla de Taylor,  
Curva de Phillips Nuevo  
Keynesiana,  
Macroeconomía Nuevo  
Keynesiana,  
Regla Monetaria

El “modelo Nuevo Keynesiano de 3 ecuaciones” nace como una alternativa al tradicional modelo IS-LM que vincula los mercados de bienes, de dinero y bonos a través de la curvas IS y LM respectivamente. En este enfoque tradicional, la política monetaria llevada a cabo por los bancos centrales se basa en la discrecionalidad de dichas instituciones para determinar agregados monetarios o bien una tasa equivalente. En contraposición, en estos modelos más modernos, la política monetaria se realiza mediante la fijación de *targets* inflacionarios y de empleo a través de reglas sobre la tasa de interés.

El modelo de Carlin y Soskice (2005) incorpora los últimos desarrollos en la teoría macroeconómica y los debates sobre política monetaria bajo el enfoque de la corriente Nuevo Keynesiana, teniendo en cuenta las herramientas de política económica actuales -Woodford (2003)-, apoyándose en fundamentos microeconómicos e incorporando la inercia y las rigideces en los precios y los salarios.

Formalmente, consta de 3 ecuaciones que representan las curvas: IS lineal que contiene el efecto rezagado de la tasa de interés, la de Phillips (PC) aumentada por expectativas de inflación y la tercera que representa la regla de política monetaria que surge de la minimización de la función de pérdida del banco central que refleja las preferencias de política económica de esta institución.

El objetivo del presente trabajo es en primera instancia realizar un análisis formal planteando todos los pasos matemáticos necesarios para la determinación de todas las ecuaciones y las condiciones de equilibrio del modelo. Por último, aplicando las herramientas de estática comparativa se analizarán los efectos de shocks sobre el mismo.

## AN INTRODUCTION TO THE NEW KEYNESIAN THREE EQUATION MODEL

### Abstract

#### KEYWORDS

Taylor Rule,  
New Keynesian  
Phillips Curve,  
New Keynesian  
Macroeconomics,  
Monetary Rule

The "New Keynesian model of 3 equations" was born as an alternative to the traditional IS-LM model that links the markets of goods, money and bonds through the IS and LM curves respectively. In this traditional approach, monetary policy carried out by central banks is based on the discretion of these institutions to determine monetary aggregates or an equivalent rate. In contrast, in these more modern models, monetary policy is made by setting inflationary targets and employment through rules on the interest rate.

The model of Carlin and Soskice (2005) incorporates the latest developments in macroeconomic theory and monetary policy debates under the New Keynesian approach, taking into account the current economic policy tools -Woodford (2003) -, relying on microeconomic foundations and incorporating inertia and rigidities in prices and wages.

Formally, it consists of 3 equations that represent the curves: linear IS that contains the lagged effect of the interest rate, Phillips (PC) increased by inflation expectations and the third that represents the monetary policy rule that arises from the minimization of the central bank's loss function that reflects the preferences of the institution's economic policy.

The objective of the present work is first of all to carry out a formal analysis proposing all the necessary mathematical steps for the determination of all the equations and the equilibrium conditions of the model. Finally, applying the tools of comparative statics will analyze the effects of shocks on it.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN (En línea) 2362 3225

## INTRODUCCIÓN

Luego de la crisis de los años 70, y en simultáneo con la crítica de Lucas respecto a la aplicación de medidas de política económica sobre los modelos macro-económicos existentes, tuvo lugar una revolución sobre la teoría económica.

Los modelos preexistentes se caracterizan por tener parámetros fijos y variables exógenas determinadas de forma arbitraria por el analista en relación con hechos estilizados o características observables de la economía. Sin embargo, los mismos no contemplan la posibilidad de que un shock o una política económica, altere las decisiones de los agentes que, racionalmente, ajustan y modifican la estructura (parámetros) sobre la cual se busca, a priori, analizar dicha política. Por lo cual, dichos esquemas dan lugar a predicciones que son inconsistentes a largo plazo.

*"...una estructura de la forma:  $y_{t+1} = F(y_t; x_t; \theta; e_t)$  (donde  $F$  es conocida,  $\theta$  fija y  $x_t$  "arbitraria"), no resulta útil para pronósticos y evaluación de políticas en las economías reales. En predicciones a corto plazo, estos argumentos han sido largamente anticipados en la práctica y se habían obtenido modelos con buenas (pero improbables) propiedades de rastreo mediante la existencia y medición de "desviaciones" en el vector de parámetros  $\theta$ . Sin embargo, bajo los modelos adaptativos que racionalizan estos procedimientos de rastreo, es sabido que las simulaciones de políticas a largo plazo tienen varianzas infinita, lo cual deja abierta la cuestión de la evaluación cuantitativa de la política." Robert E. Lucas (1976)*

Una solución que propone Lucas, es rediseñar los modelos de tal forma que la estructura de los mismos se vea determinada por parámetros profundos, (*deep parameters*) los cuales surgen de elementos de comportamiento que son invariantes y que rigen sobre las decisiones de los individuos, como son las preferencias y la tecnología. Con lo cual, los modelos subsiguientes a la Crítica de Lucas, buscaron evitar estos problemas mediante el armado de una estructura microfundamentada, donde el comportamiento de los agentes depende de parámetros profundos como son sus preferencias y donde los *policy makers* toman decisiones en base a reglas para dotar de consistencia al modelo en el tiempo, dado que la discrecionalidad del hacedor de política puede derivar en una situación subóptima o inestable en el largo plazo, Kydland y Prescott (1977). Esto dio lugar a una corriente de modelos Neo-Clásicos dinámicos estocásticos y de equilibrio general *DSGE* (cuyas curvas de oferta y demanda derivan de ejercicios de optimización microeconómicos).

La consistencia de los modelos *DSGE* neoclásicos fue, en general, en detrimento de la parsimonia de los mismos y con resultados que poco varían respecto de los modelos previos. R. Gordon (1990)

El enfoque Nuevo Keynesiano busca, bajo la misma base de consistencia que tienen los *DSGE*, aplicar ciertas rigideces sobre salarios y precios para reflejar imperfecciones en los mercados de trabajo y bienes y de tal manera poder explicar los resultados de corto plazo que se observan en la economía, manteniendo el microfundamento sobre las decisiones de los agentes.

En este sentido, el modelo a presentar en este artículo, es un modelo elaborado por Carlin y Soskice (2005), el cual contempla:

- Rigideces en la determinación de los precios y salarios originadas por firmas que se manejan en competencia imperfecta en el mercado de bienes y trabajo. Estas rigideces van a reflejarse en las curvas de Phillips de corto plazo, cuya inflación en el período  $t$  dependerá del *gap* entre el producto en  $t$  y el de equilibrio estructural y un componente inercial. Sumado a esto, se define una curva de Phillips de largo plazo dado que dicha relación entre inflación – desempleo sólo es explotable al corto plazo.
- Un banco central que, en lugar de hacer política monetaria de forma exógena y arbitraria como se refleja en una tradicional curva LM, hace política monetaria ajustando la tasa de interés derivada de la regla (Taylor (1993)) de decisión óptima que surge de sus preferencias y de su grado de aversión al desempleo e inflación.

El modelo de tres ecuaciones presentado a continuación es una simplificación de un modelo tradicional *DSGE* Neo-Keynesiano. El mismo está diseñado de tal forma que sea representado de forma sencilla tanto gráfica como analíticamente.

## 1. EL MODELO DE TRES ECUACIONES

Como dice su propio nombre el modelo consta de las siguientes tres ecuaciones:

- Curva IS (*Investment-Saving*):

Una curva IS estándar de pendiente negativa que representa los equilibrios en el mercado de bienes para cada nivel de tasa de interés (real). En esta ocasión, el nivel de producto en  $t$  depende de un “A” que refleja la suma de los gastos exógenos habiendo sido ya considerado el efecto multiplicador de la demanda; y de un parámetro “a” multiplicado por la tasa de interés real fijada en el período  $t-1$ .

$$y_t = A - a \cdot r_{t-1} \quad (1)$$

Los desplazamientos de la IS vendrán dados por aumentos en Consumo, Inversión y Gasto, reflejados en “A”.

Un supuesto esencial que se va a incorporar en este modelo es que el banco central, si bien tiene la capacidad de fijar la tasa de interés nominal, consideramos que, en el corto plazo, la tasa de inflación esperada está dada, por lo cual, indirectamente, el banco central puede fijar la tasa real  $r$ .

Además, existe un nivel de producto estructural de la economía que es consistente con un nivel de empleo/desempleo estructural y al cual le corresponde una tasa de interés que la denominamos de estabilización “ $r_s$ ”; sumado a esto, el producto de equilibrio estará asociado con una tasa de inflación constante. Este punto se verá vinculado con la curva de Phillips de largo plazo en donde la relación entre inflación y empleo se rompe.

$$y_e = A - a \cdot r_s \quad (2)$$

Dicho esto, se puede re expresar la curva IS como:

$$y_t - y_e = -a(r_{t-1} - r_s) \quad (3)$$

- Curva PC (*Phillips Curve*):

Curva de Phillips de corto plazo acelerada por inercia inflacionaria: Asumimos que la inflación en el período  $t$  depende de la inflación pasada y del *gap* entre el nivel de empleo y el empleo de equilibrio –vía ley de Okún- (*NAIRU*).

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha(y_t - y_e) \quad (4)$$

- Curva MR (*Monetary Rule*):

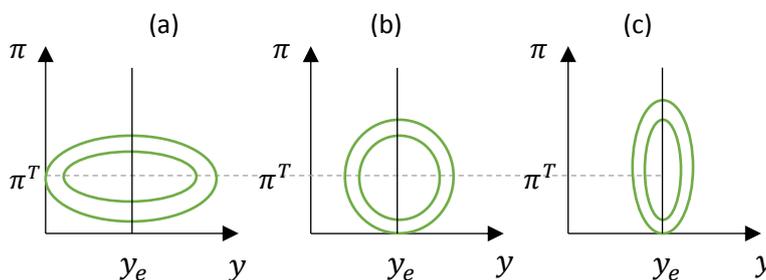
La regla monetaria es la tercer ecuación dentro de este modelo, la cual se deriva de la decisión óptima de tasa de interés que enfrenta el banco central dado el *trade-off* entre inflación-empleo.

El banco central tiene una función de pérdida la cual minimiza:

$$L = (y_t - y_e)^2 + \beta(\pi_t - \pi^T) \quad (5)$$

Donde  $\pi^T$  es el *target* de inflación y  $\beta$  es un parámetro de aversión del banco central. Por lo tanto, el banco central busca minimizar el *gap* del nivel de actividad y el *gap* entre la inflación actual y el *target*. El valor de  $\beta$  determinará la forma de las curvas de indiferencia del banco central dado su grado de interés entre controlar la inflación o mantener el nivel de empleo:

(a) Si $\beta > 1$	El BC es inflación averso
(b) Si $\beta = 1$	El BC se preocupa de manera balanceada entre inflación y empleo
(c) Si $\beta < 1$	El BC es averso al desempleo
Si $\beta \rightarrow \infty$	Al BC sólo le preocupa la inflación
Si $\beta = 0$	Al BC sólo le preocupa el nivel de actividad.



Realizando el ejercicio de minimización de la función de pérdida del banco central sujeto a la curva de Phillips de corto plazo:

$$\min L = (y_t - y_e)^2 + \beta(\pi_t - \pi^T)^2 \quad (6)$$

$$s. a. \pi_t = \pi_{t-1} + \alpha(y_t - y_e)$$

Dado que el banco central opera sobre la tasa de interés en t-1, la misma impacta sobre el nivel de producto en t, por ende, nuestra variable de control es  $y_t$ .

Componiendo ambas funciones y planteando las condiciones de primer orden:

$$L = (y_t - y_e)^2 + \beta(\pi_{t-1} + \alpha(y_t - y_e) - \pi^T)^2 \quad (7)$$

$$\frac{\partial L}{\partial y_t} = 2(y_t - y_e) + 2\beta\alpha \left( \underbrace{\pi_{t-1} + \alpha(y_t - y_e)}_{\pi_t} - \pi^T \right) = 0 \quad (8)$$

$$(y_t - y_e) + \beta\alpha \left( \underbrace{\pi_{t-1} + \alpha(y_t - y_e)}_{\pi_t} - \pi^T \right) = 0 \quad (9)$$

Obtenemos la ecuación que representa la regla monetaria:

$$MR: (y_t - y_e) = -\beta\alpha(\pi_t - \pi^T) = 0 \quad (10)$$

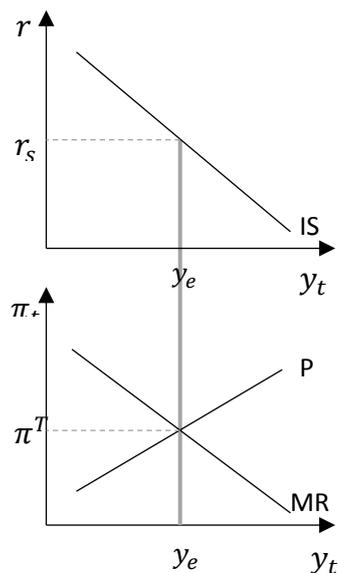
Despejando respecto de la inflación en t:

$$\pi_t = \pi^T - \frac{1}{\beta\alpha}(y_t - y_e) \quad (11)$$

De esta manera podemos graficar las curvas del modelo de 3 ecuaciones en los planos  $(y_t; r)$  y caracterizar el equilibrio.

$$\begin{cases} IS: & y_t = A - a \cdot r_{t-1} \\ PC: & \pi_t = \pi_{t-1} + \alpha(y_t - y_e) \\ MR: & \pi_t = \pi^T - \frac{1}{\beta\alpha}(y_t - y_e) \end{cases} \quad (12)$$

Adicionalmente se puede graficar la *NAIRU* para tener referencia del nivel de producto que no acelera la inflación.



Sumado a esto, se puede despejar la regla de tasa (Taylor) que aplica el banco central, es decir, dada su regla monetaria, la curva de Phillips y la IS vigente, se puede obtener la tasa que aplica el banco central. Ésta será la tasa de estabilización más/menos un proporcional de cuán lejos esté la inflación inercial del *target* de inflación.

Reemplazando la IS (en su 2da forma) en la MR y despejando:

$$r_{t-1} = r_s + \frac{1}{a \left( \alpha + \frac{1}{\alpha\beta} \right)} (\pi_{t-1} - \pi_t) \quad (13)$$

Esta última ecuación, denominada IR (*interest rule*), sintetiza la regla de decisión de tasa dado el esquema macroeconómico planteado y el equilibrio del modelo. Para un caso sencillo particular donde  $a = \alpha = \beta = 1$ , tenemos que:

$$\begin{aligned} r_{t-1} &= r_s + 0,5(\pi_{t-1} - \pi_t) \\ (r_{t-1} - r_s) &= 0,5(\pi_{t-1} - \pi_t) \end{aligned} \quad (14)$$

Esta última ecuación da una idea de cómo tiene que ajustar el banco central la tasa de interés (en t-1) con relación a la tasa de interés de estabilización, en respuesta a la desviación de la inflación (en t-1, cuando aplicó la política) respecto del *target*.

## 2. EFECTOS DE UN SHOCK DE DEMANDA AGREGADA

Supongamos un shock de demanda, lo cual se ve determinado por un aumento sobre la variable A. Esto implica un desplazamiento de la curva IS a IS'.

El modelo está planteado de tal forma que el tiempo resulta relevante para el análisis de los equilibrios, sin embargo, primero haremos un análisis estático para observar cómo reaccionan las variables endógenas, *ceteris paribus*, del modelo en un instante del tiempo, y culminaremos de forma intuitiva la convergencia del modelo al equilibrio final.

Por ende, simplificaremos, por un momento, el modelo analizándolo de forma estática:

$$\begin{cases} IS: & y = A - a \cdot r_0 \\ PC: & \pi = \pi_0 + \alpha(y - y_e) \\ MR: & \pi = \pi^T - \frac{1}{\beta\alpha}(y - y_e) \end{cases} \quad (15)$$

Cabe aclarar que, para la regla monetaria, trabajamos con la MR evaluada en IS (en su forma de *gap* de producto) y despejando la tasa de interés de política  $r_0$ .

$$\begin{cases} IS: & y = A - a \cdot r_0 \\ PC: & \pi = \pi_0 + \alpha(y - y_e) \\ MR: & r_0 = r_s + \frac{\beta\alpha}{a}(\pi - \pi^T) \end{cases} \quad (16)$$

Nuestras variables endógenas serán: el producto, la tasa de interés (la cual está ligada a una regla de Taylor) y la tasa de inflación. Mientras que el nivel de producto *NAIRU* y la tasa correspondiente, el *target* de inflación, la inflación inercial y el gasto autónomo, son exógenas al modelo.

Diferenciando totalmente:

$$dy = dA - a dr_0 \quad (17)$$

$$d\pi = d\pi_0 + \alpha dy - \alpha dy_e \quad (18)$$

$$dr_0 = dr_s + \frac{\beta\alpha}{a} d\pi - \frac{\beta\alpha}{a} d\pi^T \quad (19)$$

Despejando variables endógenas de exógenas y reacomodándolo matricialmente:

$$\begin{bmatrix} 1 & +a & 0 \\ -\alpha & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -\frac{\beta\alpha}{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dy \\ dr_0 \\ d\pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{\beta\alpha}{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dA \\ d\pi_0 \\ dy_e \\ dr_s \\ d\pi^T \end{bmatrix} \quad (20)$$

De acá, sabiendo que el determinante del Jacobiano es distinto de cero, satisfaciendo el Teorema de la función implícita, podemos analizar el efecto instantáneo de A sobre las variables endógenas en un primer momento:

$$\det \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & +a & 0 \\ -\alpha & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -\frac{\beta\alpha}{a} \end{bmatrix}}_J = -1 - \alpha^2\beta \neq 0 \quad (21)$$

$$|J| = -1 - \underbrace{\alpha^2\beta}_{\substack{>0 \\ \text{por} \\ \text{definición}}} < 0 \quad (22)$$

Por ende, podemos ver el efecto del aumento de A:

$$\begin{bmatrix} 1 & +a & 0 \\ -\alpha & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -\frac{\beta\alpha}{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{dy}{dA} \\ \frac{dr_0}{dA} \\ \frac{d\pi}{dA} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (23)$$

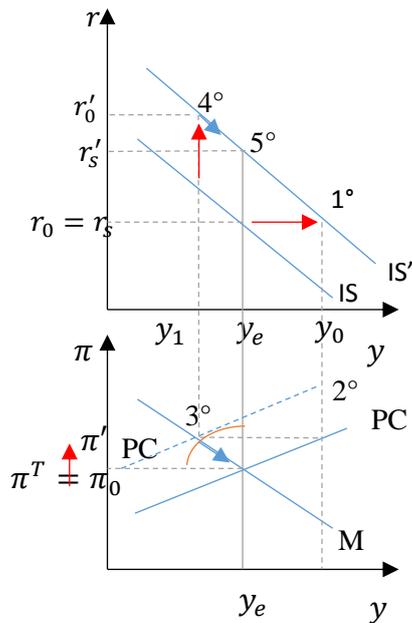
Aplicando regla de Cramer:

$$\frac{dy}{dA} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & +a & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -\frac{\beta\alpha}{a} \end{vmatrix}}{|j| < 0} < 0 \quad (24)$$

$$\frac{dr_0}{dA} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -\alpha & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -\frac{\beta\alpha}{a} \end{vmatrix}}{|j| < 0} < 0 \quad (25)$$

$$\frac{d\pi}{dA} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & +a & 1 \\ -\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}}{|j| < 0} < 0 \quad (26)$$

Esto nos dice que, en un momento inicial, un aumento del gasto exógeno implicará un aumento del producto en el período dado (mas no el de equilibrio), un aumento de la tasa de interés de política y un aumento de la tasa de inflación. Sin embargo, esto ocurre en un primer momento. Siguiendo la lógica de Carlin y Soskice, ante un shock de demanda, inicialmente la curva IS se desplaza a IS' (encontrándonos en el punto 1°), luego, vemos que dado el shock de demanda (sin haberse movido la tasa), se define un nuevo nivel de inflación (que como vimos a través de la estática, el mismo es superior) representada en una nueva curva de Phillips de corto plazo (PC'). Dadas las preferencias del banco central, sobre esa curva de Phillips, la tasa de inflación que optará tener será la que se observa en el punto 3°. De tal forma que, para lograr ubicarse sobre ese punto de la nueva curva de Phillips, el banco central deberá fijar una tasa (en el período 0) tal que en el período 1 el nivel de producto sea el que el banco central desee dadas sus preferencias. Luego, a largo plazo, la economía convergerá al equilibrio *NAIRU*, con una tasa de inflación constante (*target*) pero con una tasa de equilibrio superior a la inicial.



En el gráfico se observa el análisis estático y dinámico del modelo tal como lo definen Carlin y Soskice. Las flechas rojas indicarían lo que ocurre en un primer momento con las variables:

Dado el shock inicial sobre A, el producto debería aumentar, dado esto la tasa de inflación al período siguiente también aumentará. Sin embargo, dado que el banco central es previsor sobre el producto y la tasa de inflación vigentes, optará por fijar una tasa de interés mayor que la tasa de interés de “pre-shock” para contrarrestar el efecto del shock. Una tasa de interés alta por encima del equilibrio implicará una caída del producto y de la tasa de inflación, lo cual a largo plazo converge al nivel de equilibrio.

### 3. CONCLUSIONES

El modelo de tres ecuaciones de Carlin y Soskice resulta una herramienta sumamente útil y parsimoniosa para el análisis macroeconómico consistente con un esquema de política monetaria diferente al tradicional que da lugar a la curva LM como reflejo de las combinaciones de tasa y producto de equilibrio dado un agregado monetario determinado de forma exógena. En estos modelos, es posible analizar tanto analítica como gráficamente, shocks de oferta como de demanda en torno al equilibrio, bajo un esquema diferente en donde la política monetaria es endógena a las preferencias del banco central en términos de un *trade-off* entre inflación y desempleo. Estas preferencias, que derivarán en una regla monetaria, marcarán la magnitud del ajuste a través de la herramienta de política del banco central a la hora de perturbarse el equilibrio; esto se verá reflejado en un mayor o menor esfuerzo por parte del hacedor de política monetaria para acomodar sus variables en función del shock ocurrido y de sus preferencias ante la nominalidad de la economía y la tasa de crecimiento del producto. Tal como se ha evaluado analíticamente, el banquero central (o comité de política de susodicha institución) tomará una decisión más *hawkish* sobre la tasa de interés (herramienta de política) ante un efecto expansivo en lo fiscal si su preferencia por la baja inflación así lo determina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlin, W. & Soskice, D. (2006). *Macroeconomics: Imperfections, Institutions and Policies*. Oxford University Press: Oxford.
- Carlin, W. & Soskice, D. (2005). The 3-Equation New Keynesian Model — A Graphical Exposition. *Contributions to Macroeconomics*. Volumen 5, Artículo 13. p.p. 1 - 36.
- Chiang, A. C. (1987). *Fundamental methods of mathematical economics. Métodos fundamentales de economía matemática*. McGraw-Hill.
- Goodhart, C., & Woodford, M. (2003). Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy.
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1977). Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. *The journal of political Economy*, p.p. 473-491.
- Lucas, R.. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy*. Volumen 1, p.p. 19-46. North-Holland.