



UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LOS DETERMINANTES DE LAS FLUCTUACIONES REALES DE LA MACROECONOMÍA ARGENTINA

Casparri María Teresa, Corfield Kevin, Alra Juan, López Franz Franco

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Gestión y la Economía (CMA). Av. Córdoba 2122 – 1120AAQ. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina

casparri@econ.uba.ar ; kecorfield@gmail.com ; alrajuan@gmail.com ; francolopezfranz@gmail.com

Resumen

Recibido: 04-03-2019

Aceptado: 13-08-2019

Palabras clave

Modelo RBC - ciclos económicos - hechos estilizados – fluctuaciones - macroeconomía.

Este trabajo analiza las fluctuaciones reales de la economía mediante el uso de un modelo de *Real Business Cycle* estándar. Teniendo en cuenta que las fluctuaciones en este tipo de modelos son generadas por shocks de productividad, el objetivo de este trabajo es reproducir el comportamiento de las variables agregadas de la economía argentina. Con este propósito se analiza una base de datos con las principales variables de la economía de manera de obtener una serie de estadísticos que permitan estudiar su comportamiento. A su vez, se desarrolla un modelo teórico con gobierno que permita aproximarse a la dinámica de las variables analizadas. Para esto se estudia la performance del modelo en términos de su capacidad de replicar los resultados obtenidos en los datos mediante la comparación entre los estadísticos obtenidos. Es necesario mencionar que Argentina es un país en desarrollo ya que permite ser más precisos y comprender mejor los resultados de este trabajo. Esta necesidad surge de la diferencia del comportamiento cíclico entre economías en desarrollo y desarrolladas. Se concluye que los hechos estilizados que se verifican en diversas economías son consistentes con los observados en Argentina y que si bien, es posible desplegar otras herramientas para un estudio más exhaustivo, el modelo es una aproximación que puede considerarse para el estudio de los ciclos económicos en Argentina.

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

ISSN (En línea) 2362 3225

AN APPROXIMATION TO THE STUDY OF THE DETERMINANTS OF REAL FLUCTUATIONS OF THE ARGENTINE MACROECONOMY

Abstract

KEYWORDS

RBC models – Business cycles – stylized facts – Fluctuations - Macroeconomics

This paper analyzes the real fluctuations of the economy through a Real Business Cycle model. Provided that the fluctuations in this type of model are generated by productivity shocks, this work aims to reproduce the behavior of the aggregate variables of the Argentinian economy. With this purpose, we analyze a dataset containing the main variables of the economy to obtain a series of statistics that allow us to analyze its behavior. At the same time, we develop a theoretical model without government that assists us in the approximation of the variables' dynamics. In this way, we analyze its performance in terms of its capacity to replicate the results obtained from the data. We consider that it is necessary to mention that Argentina is an emerging country. That information allows us to be more accurate and to get better conclusions from this work. This necessity responds to the idea that emerging countries and developed countries behave differently in terms of their cycles. We conclude noting that the stylized facts we observe in different economies are consistent with those observed in Argentina and even if it is true that it is possible to develop other tools to get more exhaustive results, this model is a good first approximation to the study of the business cycles in Argentina.

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

ISSN (En línea) 2362 3225

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo de Ciclos Económicos Reales para la economía argentina y comprobar si replica los hechos estilizados de la misma. Primero se analiza brevemente la historia, los antecedentes y las variantes de los modelos RBC, se presentan los hechos estilizados de la economía argentina y luego el modelo genérico básico. Se calibrarán los parámetros del modelo y se realiza una simulación mediante Dynare. Luego se comparan los resultados con los hechos estilizados.

El estudio de los ciclos económicos ha sido un tema central en la teoría macroeconómica. Las economías capitalistas a lo largo de la historia presentaron fluctuaciones del producto a través del tiempo y este comportamiento contiene información sobre distintas variables de la economía.

En este sentido, el trabajo seminal de Kydland y Prescott (1982) propone la utilización de un modelo llamado *Real Business Cycle* (RBC) o de Ciclos Económicos Reales para explicar el comportamiento de los agregados macroeconómicos a través del tiempo. A diferencia de otros autores, consideraron que los ciclos económicos son generados por shocks exógenos reales, entendidos como shocks de productividad o tecnológicos. Los mismos son desviaciones de la tendencia de manera persistente, es decir, durante un período de tiempo (Long y Plosser, 1983).

Los ciclos tienen tres características relevantes. La primera es que un ciclo posee una fase de expansión, seguido de una fase de recesión y recuperación posterior. La segunda característica es que un ciclo económico es recurrente, es decir ocurre repetidamente en la economía y la última es que un ciclo no es periódico, varían en su longitud y no ocurren en intervalos predecibles (Galindo, 2018).

En este sentido se desarrollaron modelos para comprender los ciclos y para simular el impacto de estos shocks. Estos modelos han sido desarrollados a partir de una visión diferente de la macroeconomía tradicional. Es así que a partir de la Crítica de Lucas (1976) se han cuestionado las bases microeconómicas de los modelos tradicionales argumentando que la estructura real del modelo no es invariable ante decisiones de política económica. Esto significa que los agentes revisan sus expectativas incorporando la información del nuevo escenario para la toma de decisiones (Rebelo, 2005).

Es importante destacar que este tipo de modelos se desarrollan en un entorno de equilibrio general de manera que todos los mercados de la economía se equilibran generando así la convergencia a un estado estacionario donde las variables agregadas crecen a la misma tasa y son consistentes con las realizaciones de la oferta y la demanda.

BREVE HISTORIA DE LOS MODELOS RBC

Es importante caracterizar la noción de equilibrio walrasiano ya que forma parte del núcleo de estos modelos, dado que se desarrollan en un entorno de equilibrio general. En 1874, León Walras culmina su obra cumbre "*Elements d'Economie Politique Pure*" donde desarrolla varios conceptos claves del equilibrio general. Walras detalla y desarrolla la Ley de Say, que asegura que la oferta crea su propia demanda, caracterizando un sistema con n ecuaciones y suponiendo un universo

con cantidades invariables. La incógnita de su problema son los precios. De forma tal que estos son la variable de ajuste para que los mercados se vacíen.

Esto es importante desde que se considera que los cambios en un mercado determinado influyen en el comportamiento general de la economía mediante los precios. A su vez, en este modelo simple, todos los agentes realizan intercambios y no existe atesoramiento, es el subastador walrasiano quien se encarga de determinar los precios de los bienes. Si una vez determinados los precios se produce un exceso de demanda u exceso de oferta en algún mercado, no se produce ninguna transacción y la acción del subastador se repite hasta que todas las ofertas y demandas se complazcan, siendo allí donde se produce el Equilibrio Walrasiano (Romer, 1996).

En consecuencia, la teoría del equilibrio general Walrasiano en competencia perfecta tuvo un impacto considerable en la economía neoclásica y fue utilizada reiteradamente en muchos enfoques distintos de la economía en su conjunto. Así sucede, por ejemplo, en las “teorías generales” posteriores.

Luego de describir los elementos más importantes del equilibrio walrasiano, es importante precisar la definición de ciclos económicos. Para esto tomaremos la definición de (Burns y Mitchell, 1946): “El ciclo económico es un tipo de fluctuación de las actividades económicas agregadas de los países que organizan su trabajo principalmente en negocios empresariales”. A su vez dieron a los ciclos tres características relevantes para su análisis. La primera característica es que un ciclo posee una fase de expansión seguida de una fase de recesión y posterior recuperación. La segunda característica es que un ciclo económico es recurrente, es decir ocurre repetidamente en la economía, y la última, es que un ciclo no es periódico, varían en su longitud y no ocurren en intervalos predecibles (Galindo, 2018).

Luego de caracterizar el equilibrio general walrasiano y los ciclos económicos es fundamental mencionar el trabajo de Robert Lucas “*Econometric Policy Evaluation: A Critique*” (1976). Esta crítica iba dirigida a las bases microeconómicas de las teorías macroeconómicas tradicionales. Por lo cual, Lucas expone que la estructura real de los modelos no es invariable en la estructura real posterior una vez realizada la política económica. Al contrario, las conductas humanas responden a reglas de juego que no le son ajenas en la aplicación de políticas. Lo cual, podría llevar a los agentes a revisar sus conductas una vez que estas son realizadas. De modo que, sugiere que, para hacer análisis y proyecciones de los efectos reales de las políticas, se debe modelizar con parámetros fuertes, pues, son estos los que rigen el comportamiento individual, los llamados fundamentos microeconómicos.

A partir de esta noción son Kydland y Prescott (1977) quienes en dos artículos posteriores realizan un aporte fundamental para el análisis de los ciclos económicos. Estudiando los datos empíricos de Estados Unidos correspondiente a la segunda posguerra, propusieron una nueva metodología que consistía en descomponer una serie de tiempo en un componente tendencial y otro cíclico. Entre otros aportes sumamente importantes también radica el principal supuesto: los agentes responden de manera óptima a los eventos económicos a lo largo del tiempo. También se agrega que el trabajo fluctúa por la sustitución intertemporal del ocio, el producto es persistente por el efecto del mecanismo de propagación interna que es la acumulación del capital y la inversión es más volátil que el consumo porque los agentes prefieren suavizar su consumo y trasladar cualquier movimiento transitorio en su ingreso al ahorro (Galindo, 2018).

Por consiguiente, se puede afirmar que Kydland y Prescott (1982) hicieron tres aportes en la teoría económica como resume Palomino (2014). El primer aporte puede ser descripto de la siguiente manera, los ciclos económicos se pueden estudiar usando modelos de equilibrio general dinámicos. El segundo aporte fue la unificación de la teoría del crecimiento económico y de los ciclos económicos. Además, estos modelos deben ser consistentes con regularidades empíricas de crecimiento a largo plazo. El tercer aporte es la Importancia del análisis cuantitativo, al comparar las propiedades del modelo con hechos estilizados. Por lo cual, estos aportes dieron paso al inicio de los modelos RBC. En consonancia con lo mencionado anteriormente, estos modelos en general se usan como laboratorios de análisis de políticas que van en sincronía con los propuestos por Lucas (Cooley y Prescott, 1995).

Cabe añadir, por último, las características generales del modelo RBC, como hacen Galindo y Montecinos (2018) para comprender su relación con las bases históricas que han sido mencionadas para así luego comprender de forma más global sus principales implicancias en el análisis posterior.

La primera característica es el agente representativo, en este caso las familias son idénticas y optimizan una función de utilidad intertemporal sujeta restricciones de recursos y tecnología. Por otro lado, se modela una firma representativa con rendimientos constantes a escala que opera en mercados competitivos y son precios aceptantes. La tercera se refiere a los mecanismos que causan que las variables se desvíen. La cuarta, expectativas racionales, con el fin de poder sobrepasar la crítica de Lucas. La quinta, es el equilibrio general que como mencionamos, parte del equilibrio walrasiano en contexto de competencia perfecta. Donde los precios son flexibles, los agentes son atomísticos, existe información perfecta, mercados completos y además no existen fallas de coordinación.

LIMITACIONES Y CRITICAS A LOS MODELOS RBC

Los modelos son entendidos como simplificaciones de la realidad. Por lo tanto, el alcance de sus implicancias está limitado a las características del contexto. Es por eso que este tipo de modelos está sujeto a mejoras continuas que originan en el seno de la discusión sobre el entendimiento del funcionamiento de las economías. Como consecuencia, algunos supuestos y conclusiones del modelo pueden no aproximarse de manera sistemática con lo que realmente ocurre en determinadas economías o en determinados períodos de tiempo. Esto va en sintonía con el carácter estocástico de los shocks a los que está expuesta la actividad económica.

Estos modelos han ido evolucionando con el tiempo incorporando nuevas herramientas para precisar mejor el análisis. Es así que durante la década de 1980 y 1990, se comenzó a vislumbrar un nuevo enfoque Keynesiano, dando lugar posteriormente a un nuevo consenso que se llamó Nueva Síntesis Neoclásica. En este sentido, identificamos tres críticas salientes. La primera crítica se debe a la forma en la cual se modelan estas “economías artificiales”: bajo competencia perfecta y precios flexibles. Esto genera que las variables ajusten y alcancen un estado estacionario, pero no contempla los efectos reales del dinero en el corto plazo (no neutralidad del dinero). Por lo tanto, no les da lugar activo a las políticas monetarias. Esto es criticado por Larry Summers en *Some Skeptical Observations on Real Business Cycle Theory* (1986).

La segunda crítica se relaciona con el modelo de referencia de Prescott (1986) en el cual las fluctuaciones agregadas se explicaron principalmente a través de shocks directos a la

productividad. En este artículo, Prescott argumentó que los shocks tecnológicos representaron más de la mitad de las fluctuaciones agregadas en la era de la posguerra. No obstante, esta hipótesis se ha vuelto controvertida. El autor utilizó la productividad total de los factores como medida verdadera y exógena, pero estas fluctuaciones contienen también elementos endógenos (Galindo, 2018). Se argumentó posteriormente que la productividad total de factores (PTF) se podría pronosticar con el gasto militar (Hall, 1988), o indicadores monetarios (Evans, 1992), variables que no afectan en cantidad a la tasa de progreso tecnológico. Demostrando así que las PTF pueden no ser puramente exógenas. Sumado a esto, varios investigadores Burnside et (1993) y Jaimovich, (2004) consideraron variaciones en el esfuerzo laboral, en el capital y cambios en márgenes de enfermedades. Esto alejó aún más la PTF de lo originalmente propuesto por Prescott.

La tercera crítica se dirige hacia los mecanismos de transmisión en los modelos RBC, el cual es la elasticidad de sustitución de ocio. Para poder trasladar los efectos del shock de productividad a las variables endógenas se necesita que la magnitud de este mecanismo sea importante. Los datos microeconómicos no avalan este requerimiento (Atonji, 1984 y McCurdy, 1981). Este problema es solucionado por el modelo de Hansen (1985) donde se considera que la variación total de horas de trabajo se debe a la entrada y salida de los individuos en el mercado de trabajo. En este sentido, logra incrementar la volatilidad del empleo de tal forma que sea consistente con los datos mediante una mejora en el ajuste de los datos con la volatilidad del trabajo y el salario real del modelo.

VARIANTES DE LOS MODELOS RBC

En Greenwood, Hercowitz y Huffman (1988) se introduce una visión keynesiana, se considera que las fluctuaciones de la inversión son importantes para explicar el ciclo. También propusieron un nuevo mecanismo de transmisión de los shocks mediante la utilización variable del capital. Los modelos actualmente utilizan la variable del capital como elemento principal (Rebelo, 2005).

Asimismo, Cooley y Hansen (1989) estudian el rol del dinero en las fluctuaciones económicas. Utilizando el modelo RBC estándar, en el cual agregaron el dinero por medio de una restricción *cash-in-advance*. Esta restricción se impone a la adquisición de bienes de consumo de tal forma que la inflación se convierte en un impuesto sobre el consumo. Este agregado monetario no contribuye significativamente a la volatilidad del producto. Justamente, para tener algún efecto sobre el producto a través del dinero es necesario alguna rigidez nominal (Galindo, 2018).

En Bemhabib, Rogerson y Wright (1991) se concluye que la producción del hogar es importante para evaluar el desempeño cuantitativo del modelo. El resultado fue que este modelo captura mejor los momentos empíricos de los ciclos económicos.

Por último, Rotemberg y Woodford (1993) agrega competencia imperfecta (monopolística) al modelo RBC estándar en contraste al supuesto de competencia perfecta. Analizan el posible rol de esta estructura en la transmisión de shocks y como fuente de fluctuaciones por medio del mark-up (Galindo, 2018).

HECHOS ESTILIZADOS DE LA ECONOMIA ARGENTINA

Las economías de todos los países presentan regularidades en el comportamiento de las variables macroeconómicas. Las mismas son útiles para comprender las particularidades de cada economía y para comparar su funcionamiento. Para realizar este análisis es importante procesar los datos

para obtener la información relevante. En este caso, como es usual en la literatura, usaremos el filtro Hodrick-Prescott para descomponer las series de tiempo en ciclo y tendencia. De esta manera se logra que la tendencia y el ciclo no estén correlacionadas entre sí (Zubimendi, Rojas y Zilio, 2009). Se caracteriza el comportamiento de las variables agregadas de acuerdo a diferentes medidas estadísticas.

Datos

Los datos utilizados provienen de diferentes fuentes. Para las variables PBI, consumo privado, consumo público e inversión (para la misma usamos datos correspondientes a la formación bruta de capital fijo) los datos fueron obtenidos a partir de las estimaciones del INDEC, mientras que la serie de empleo fue obtenida del Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación.

Dado que se analizan las fluctuaciones de la economía en un entorno consistente con la teoría del crecimiento económico, todas las variables (excepto el empleo) están en términos per cápita y por lo tanto fue necesario utilizar la serie de población proveniente del Banco Mundial.

Caracterización

Todas las series analizadas están en escala logarítmica (Kydland y Zarazaga, 1997). Como es usual se caracterizan estos hechos de acuerdo a cuatro criterios: variabilidad de la serie, variabilidad respecto a la tendencia, correlación con el PBI y autocorrelación (Galindo, 2015).

Cuadro 1: Comportamiento de las variables analizadas

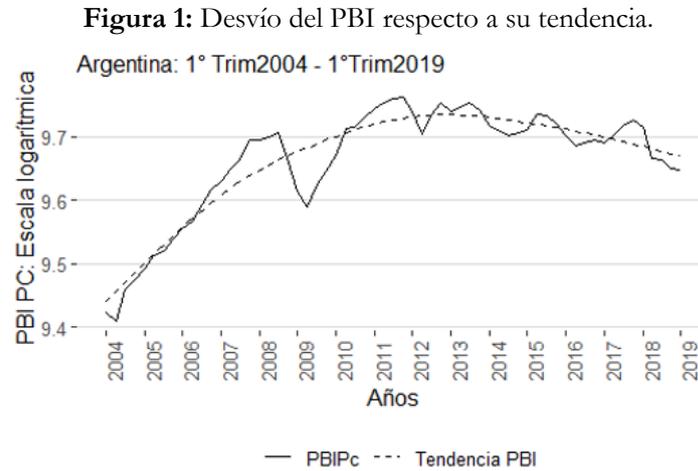
Variable	Desvío respecto a la tendencia	Desvío relativo	Correlación con el PBI	Autocorrelación
PBI	0,0285	1	1	0,776
Inversión	0,0876	3,0737	0,9549	0,826
Consumo privado	0,0345	1,2120	0,9555	0,690
Consumo público	0,0163	0,5731	0,7931	0,576
Horas trabajadas	0.0176	0.6180	0.9031	0.865

Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC y Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación.

En el cuadro puede observarse el comportamiento de las variables bajo análisis. El PBI tiene una volatilidad de 2.85% respecto a su tendencia, mientras que la inversión tiene una volatilidad del 8,76%, siendo la variable más volátil de las analizadas y la que mayor se desvía respecto al PBI. Por su parte, el consumo público es el menos volátil: 1,63% y es el que posee la menor desviación respecto del PBI. Por último, el consumo es más volátil que el PBI, esto es un hecho regular en las economías en desarrollo (Neumeyer y Perri, 2005). Por su parte, las horas trabajadas presentan una baja volatilidad y como es esperado están altamente correlacionadas con el PBI. Todas las variables son procíclicas dado que la correlación con el PBI es positiva y respecto a su autocorrelación, las variables pasan varios años por encima y por debajo de la tendencia.

Estos resultados, aunque con algunas diferencias en las magnitudes, son similares a los obtenidos en Kydland y Zarazaga (1997) para la economía argentina y en Rodríguez y Tiscordio (2011) quienes hicieron un análisis similar para la economía uruguaya.

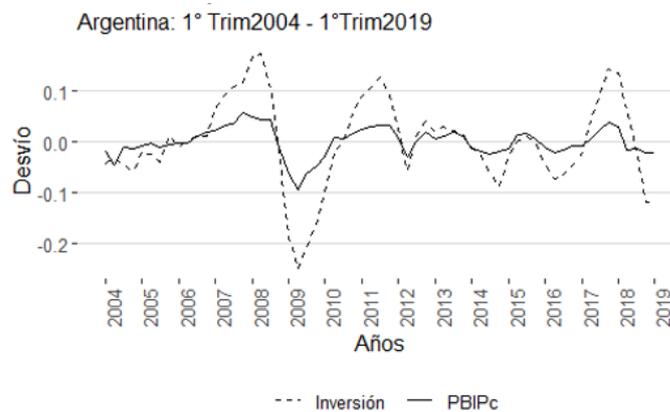
En el siguiente gráfico se puede apreciar el comportamiento del componente cíclico del PBI respecto a su tendencia. Se advierte la expansión que se dio a partir del año 2004 como consecuencia en gran parte, del alto precio de los commodities, específicamente de la soja.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de indec.

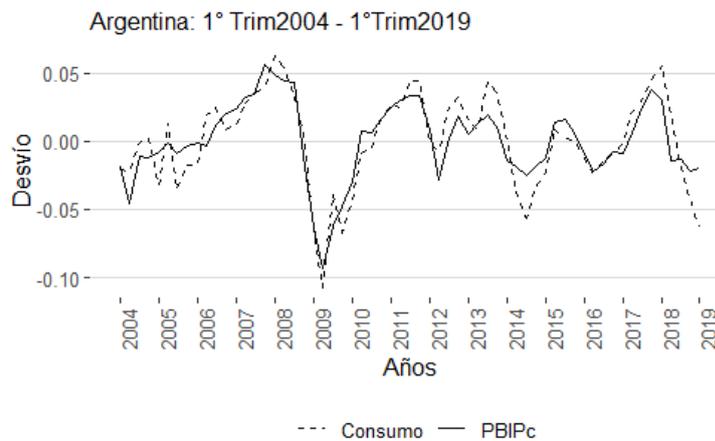
En los siguientes gráficos se exponen las desviaciones de las variables respecto a su tendencia y se comparan con las desviaciones del PBI. De esta manera los datos expresados en el cuadro 1 se ven más claramente y permite analizar el comportamiento según el paso del tiempo.

Figura 2: Desvío de la Inversión y del PBI respecto a sus tendencias.



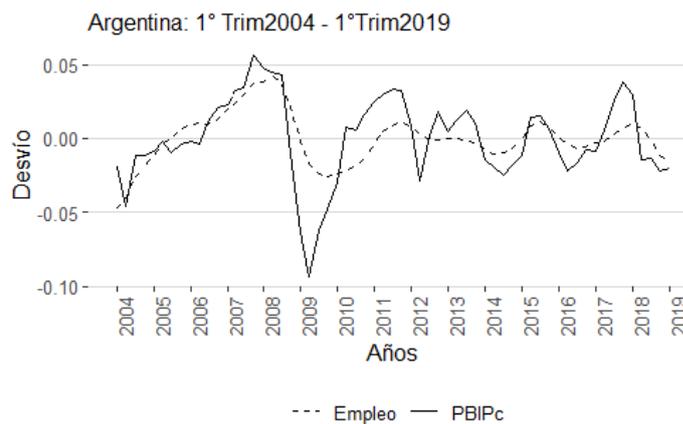
Fuente: Elaboración propia en base a datos de indec

Figura 3: Desvío del Consumo Privado y del PBI respecto a sus tendencias.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de indec

Figura 4: Desvío del empleo y del PBI respecto a sus tendencias.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de indec y ministerio de trabajo de la nación

EL MODELO

Primero se desarrolla el modelo en forma genérica tomado de Cooley y Prescott (1995) para después presentar una forma específica del modelo desarrollado para Argentina, con una función de utilidad y producción que toman una forma funcional específica.

La economía que se presenta tiene un gran número de agentes idénticos, es decir tienen preferencias idénticas sobre el consumo y el trabajo de la siguiente forma $u : R_+^2 \rightarrow R$

$$U\{c_t, h_t\} = E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, 1 - h_t) \quad (1) \quad 0 < \beta < 1$$

Donde c y h representan la secuencia de eventos contingentes Arrow-Debreu, por otro lado, β es el factor de descuento que aplican al consumo y ocio futuro. Además, se supone que u es continuamente diferenciable en sus argumentos.

Las propiedades de u :

$$\frac{\partial u}{\partial c_t} > 0, \frac{\partial^2 u}{\partial c_t^2} < 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial h_t} < 0, \frac{\partial^2 u}{\partial h_t^2} < 0$$

$$\lim_{c \rightarrow 0} u'(c) = \infty$$

La restricción presupuestaria de los agentes se puede definir como

$$w_t \cdot l_t + r_t \cdot k_{t-1} + \pi_t = c_t + I_t \quad (2)$$

En esta economía los hogares ofrecen capital y trabajo a las firmas que lo emplean y poseen una función de producción $F(k_t, h_t): R_+^2 \rightarrow R_+$ donde F es continuamente diferenciable en k y h . Además, F es cóncava en k y en h , por otra parte, presenta rendimientos constantes a escala.

$$\frac{\partial F}{\partial k_t} > 0, \frac{\partial F}{\partial h_t} > 0$$

Es decir, la productividad marginal del capital y el trabajo son positivas pero decrecientes, a medida que se aplican más cantidades de capital y trabajo contribuyen en menor medida a la producción.

$$\frac{\partial^2 F}{\partial k^2} < 0, \frac{\partial^2 F}{\partial h^2} < 0.$$

Además

$$F(0,0) = 0$$

Es decir que si no se emplea capital ni trabajo no se produce.

Y cumple con las condiciones de *Inada*.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} F_k = 0 \quad \lim_{k \rightarrow 0} F_k = \infty$$

La producción agregada se puede definir como

$$Y = e^z F(k_t, h_t) \quad (3)$$

Donde z es un parámetro de productividad aleatorio, esta a su vez es la fuente de incertidumbre en la economía. Se supone que z sigue un proceso autorregresivo de orden 1, aunque puede ser de orden 2 o puede tomar cualquier otro valor, esto establece la persistencia del shock.

La restricción agregada de recursos implica que c_t y el crecimiento de la inversión $k_{t+1} - (1 - \delta)k_t$ debe satisfacer la siguiente condición.

$$c_t + k_{t+1} - (1 - \delta)k_t \leq F(k_t, h_t), \forall t \quad (4)$$

Equilibrio competitivo

El equilibrio en esta economía requiere (Rodríguez y Tiscordio, 2011):

- Una secuencia de precios $\{r_t, w_t\}_{t=0}^{\infty}$
- Una secuencia de cantidades $\{c_t, k_{t+1}, h_t, y_t\}_{t=0}^{\infty}$

Que surgen de la optimización del agente sujeto a la restricción presupuestaria (maximicen (1) sujeto a (2)) y las firmas (maximicen (3)) tal que se cumpla el equilibrio en el mercado de bienes y factores, es decir que se vacíen ambos mercados (se cumple (4) en igualdad).

Fuente de perturbaciones

Según Doepke, Lehnert, Sellgren (1999) las fuentes de perturbación al sistema pueden tener origen en cinco fuentes distintas, shocks tecnológicos, shocks climáticos y desastres naturales, shocks monetarios, shocks políticos y cambios en las preferencias de los individuos. Es habitual en la literatura simular el primero, el segundo tipo de shock está tomando importancia en las últimas décadas como consecuencia del cambio climático (Gallic & Vermandel, 2017; Nordhaus, 1991), mientras que los shocks monetarios son comúnmente usados en los modelos keynesianos modernos para evaluar la política monetaria (Christiano, Trabandt, Walentin, 2010).

EL MODELO CALIBRADO PARA ARGENTINA

Ahora presentamos una forma funcional específica para la utilidad del agente representativo y también para la firma que produce bienes. Luego se opera con tales funciones y se encuentra el equilibrio para simular el modelo en forma conjunta.

Hogares

$$\max_{(c_t, l_t, k_t)} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\ln(c_t) + \ln(1 - l_t)]$$

$$s. a \quad w_t \cdot l_t + r_t \cdot k_{t-1} + \pi_t = c_t + I_t + T_t$$

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + I$$

Las firmas

$$\max_{(k_t, l_t)} A_t \cdot (k_{t-1})^\alpha \cdot (l_t)^{1-\alpha} - w_t \cdot l_t - r_t \cdot k_{t-1}$$

Donde A sigue un proceso autorregresivo de orden 1 donde $\varepsilon \sim N(1, \sigma^2)$

$$\log(A_t) = \phi \log(A_{t-1}) + \varepsilon$$

Gobierno

$$T_t = G_t Y_t$$

Donde G sigue un proceso autorregresivo de orden 1 donde $\psi \sim N(0, \tau^2)$

$$G_t = \varphi G_{t-1} + \psi$$

Equilibrio de esta economía:

$$Y = c + I + G.Y$$

Resolviendo el problema del consumidor

Para encontrar la secuencia $\{c_t; l_t; k_t\}_{t=0}^{\infty}$ óptima que resuelve el problema del consumidor podemos utilizar el método de multiplicadores de Lagrange.

$$L = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\ln(c_t) + \ln(1 - l_t)] + \mu_t (w_t \cdot l_t + r_t \cdot k_{t-1} + \pi_t + (1 - \delta)k_{t-1} + I_t - c_t - T_t - k_t - I)$$

Condiciones de primer orden del problema de los agentes

$$\frac{\partial L}{\partial c_t} = 0 \rightarrow \frac{1}{c_t} = \mu_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial l_t} = 0 \rightarrow w_t \cdot \mu_t = \frac{1}{(1 - l_t)}$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_t} = 0 \rightarrow \mu_t = E_0 \beta \mu_{t+1} \{r_{t+1} + (1 - \delta)\}$$

Resolviendo el problema de las firmas

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial k_{t-1}} = 0 \rightarrow r_t = \alpha A_t (k_{t-1})^{\alpha-1} (l_t)^{1-\alpha}$$

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial l_t} = 0 \rightarrow w_t = (1 - \alpha) A_t \cdot (k_{t-1})^{\alpha} \cdot (l_t)^{-\alpha}$$

Resumen del sistema

$$\frac{1}{c_t} = \mu_t$$

$$w_t \cdot \frac{1}{c_t} = \frac{1}{(1 - l_t)}$$

$$w_t = (1 - \alpha) A_t \cdot (k_{t-1})^{\alpha} \cdot (l_t)^{-\alpha}$$

$$r_t = \alpha A_t (k_{t-1})^{\alpha-1} (l_t)^{1-\alpha}$$

$$k_t = (1 - \delta) k_{t-1} + I$$

$$Y = A_t \cdot (k_t)^\alpha \cdot (l_t)^{1-\alpha}$$

$$\frac{1}{c_t} = E_0 \beta \frac{1}{c_{t+1}} \{r_{t+1} + (1 - \delta)\}$$

$$Y = c + I + G \cdot Y$$

$$G \cdot Y = T$$

$$G_t = \varphi G_{t-1} + \psi$$

$$\log(A_t) = \gamma \log(A_{t-1}) + \varepsilon$$

Cuadro 2: Calibración de los parámetros

Parámetro	Calibración	Fuente
α	0.389	(INDEC,2019)
β	0.9708	(Oviedo,2017)
γ	0.78	AR(1) del ciclo
δ	0.025	(Trupkin, et.al.,2017)
σ	0.018	Desvío AR(1) del ciclo
φ	0.88	Coef. Autorreg. consumo púb.(Oviedo,2017)
τ	0.0916	Varianza cons. Púb. (Oviedo,2017)

Fuente:

RESULTADOS

Según Escudé (2010) para resolver el modelo se debe contar con las variables endógenas en el *steady state* (SS). Para ello podemos encontrar el SS mediante la siguiente operación:

$$E_t X_{t+1} = X_t = X_{t-1} = X$$

De esta forma, aplicando esta operación al resumen del sistema se pueden encontrar los valores en el SS a partir de expresar las ecuaciones en función de parámetros, por ejemplo para la ecuación de Euler:

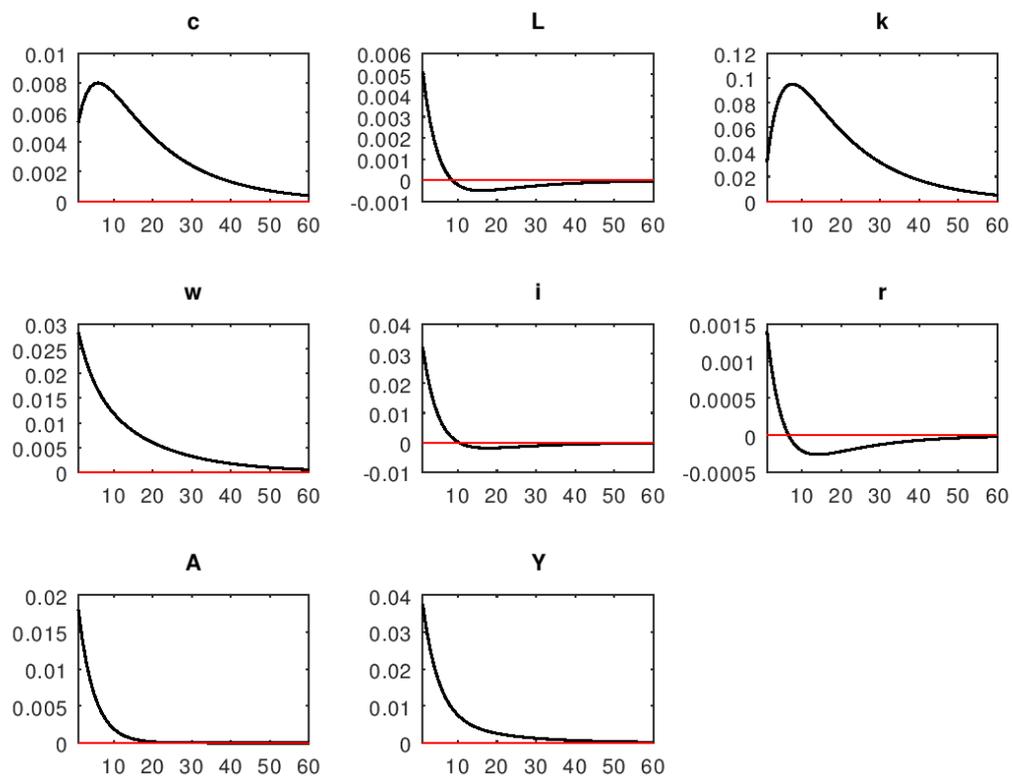
$$\frac{1}{c_t} = E_0 \beta \frac{1}{c_{t+1}} \{r_{t+1} + (1 - \delta)\}$$

Entonces

$$r = \frac{1}{\beta} - (1 - \delta)$$

Simulando el modelo a través del software dynare y octave se obtienen los siguientes resultados:

Figura 5: Impulso-respuesta de un shock de productividad



Cuadro 3: Correlación de las variables simuladas

	c	L	k	w	i	r	T	G	A	Y
c	1.0	0.2388	0.9933	0.9276	0.3826	-0.0769	0.9568	0.9568	0.6205	0.7679
L	0.2388	1.0	0.1253	0.5843	0.9885	0.9498	0.1827	0.1827	0.9096	0.8054
k	0.9933	0.1253	1.0	0.8783	0.2736	-0.1913	0.9559	0.9559	0.5261	0.6889
w	0.9276	0.5843	0.8783	1.0	0.7001	0.3012	0.8699	0.8699	0.8686	0.9516
i	0.3826	0.9885	0.2736	0.7001	1.0	0.8918	0.3225	0.3225	0.9619	0.8857
r	-0.0769	0.9498	-0.1913	0.3012	0.8918	1.0	-0.1206	-0.1206	0.7341	0.5797
T	0.9568	0.1827	0.9559	0.8699	0.3225	-0.1206	1.0	1.0	0.5568	0.7045
G	0.9568	0.1827	0.9559	0.8699	0.3225	-0.1206	1.0	1.0	0.5568	0.7045
A	0.6205	0.9096	0.5261	0.8686	0.9619	0.7341	0.5568	0.5568	1.0	0.9788
Y	0.7679	0.8054	0.6889	0.9516	0.8857	0.5797	0.7045	0.7045	0.9788	1.0

Cuadro 4: Momentos de las variables simuladas

VARIABLE	MEAN	STD. DEV.	VARIANCE	SKEWNESS	KURTOSIS
c	1.211555	0.037244	0.001387	-0.054741	0.716252
L	0.425730	0.008084	0.000065	-0.060034	0.144937
k	10.370865	0.447327	0.200102	-0.082875	0.749569
w	2.109727	0.077634	0.006027	0.136585	0.418162
i	0.258447	0.051382	0.002640	0.062395	0.081948
r	0.055133	0.002311	0.000005	-0.292402	0.291068
T	-0.000000	0.000000	0.000000	0.268715	0.778361
G	-0.000000	0.000000	0.000000	0.268715	0.778361
A	0.997132	0.031406	0.000986	0.220091	0.054345
Y	1.470002	0.074105	0.005492	0.244298	0.143174

Cuadro 5: Autocorrelación de las variables simuladas

VARIABLE	1	2	3	4	5
c	0.9864	0.9658	0.9390	0.9067	0.8713
L	0.7627	0.5856	0.4518	0.3211	0.2200
k	0.9924	0.9761	0.9523	0.9228	0.8894
w	0.9286	0.8676	0.8131	0.7553	0.7027
i	0.7725	0.6022	0.4729	0.3464	0.2479
r	0.7759	0.6083	0.4813	0.3573	0.2612
T	0.9857	0.9537	0.9086	0.8544	0.7951
G	0.9857	0.9537	0.9086	0.8544	0.7951
A	0.8139	0.6726	0.5630	0.4547	0.3683
Y	0.8580	0.7476	0.6592	0.5704	0.4970

Comparación de los hechos estilizados y el modelo teórico

La utilización de este modelo tiene como finalidad aproximarse a lo que sucede en la realidad. De esta manera la performance del mismo debe ser similar en términos de estadísticos respecto de los datos.

Cuadro 6: Comparación de estadísticos del modelo y de los datos

	Desvío		Correlación con PBI		Autocorrelación	
	Modelo	Datos	Modelo	Datos	Modelo	Datos
PBI	0.0741	0,0285	1	1	0.858	0.776
Consumo	0.0372	0,0345	0.7679	0,9555	0.9864	0.690
Empleo	0.008	0.0176	0.8054	0,9031	0.7627	0.866
Inversión	0.0513	0,0876	0.8857	0,9549	0.7725	0.826

La metodología utilizada en Sims (2007) es analizar las áreas en las que el modelo es consistente con lo que ocurre empíricamente, en este sentido se replica ese procedimiento. En primer término, el modelo sobreestima las fluctuaciones del PBI y la autocorrelación en relación a los hechos, esto puede ser consecuencia de que en el modelo es simple y no contemple rigideces que harían que

los ajustes sean menos pronunciados o al hecho de que los agentes fueron modelados con una función de utilidad de sustitutos perfectos. Se puede ver que el consumo presenta una volatilidad muy similar en ambos casos, su correlación con el PBI es significativa y por lo tanto se puede argumentar que la serie es procíclica debido a que su autocorrelación es positiva, es decir se mueven en el mismo sentido. De esta manera el modelo aproxima bien lo que sucede con el consumo en los datos. En el mismo sentido, el empleo replica de manera consistente el comportamiento de los datos, es la variable menos volátil en comparación con las otras, su correlación con el PBI es fuerte, siendo procíclica y es persistente a través del tiempo. Respecto a la inversión, si bien presenta ciertas diferencias en las magnitudes, lo más relevante es la comparación respecto a las otras variables, en este sentido se observa que es la variable más volátil tanto en el modelo como en la evidencia empírica, cuando se analiza la correlación con respecto al PBI, se aprecia que la inversión es procíclica.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha examinado las características de la economía argentina mediante el uso de un modelo de *Real Business Cycle* estándar. Se encontró que el modelo ante un shock, responde con oscilaciones más pronunciadas en el PBI y en el consumo mientras que en la inversión y el empleo las respuestas son subestimadas con respecto a la evidencia empírica. En cuanto a la correlación con el PBI, tomado como un indicador de fuerza en la relación de los movimientos de las variables, la inversión presenta uno de los valores más altos tanto en los hechos como en modelo.

Si bien existen modelos que incorporan elementos más complejos, la finalidad de este trabajo es colaborar con el entendimiento de las fluctuaciones agregadas de Argentina y evidenciar que este tipo de modelos es útil para aproximarse a ese objetivo. A la hora de analizar una economía es indispensable contemplar el contexto histórico y regional para entender el comportamiento de las variables. Asimismo, es importante evaluar la economía en estudio comprendiendo su ubicación en el plano internacional. Es por esa razón que se contempló el trabajo de Neumeyer y Perri (2005) en donde se analiza la diferencia de los comportamientos cíclicos de economías en desarrollo y desarrolladas. En este sentido, como es mencionado en Zarazaga y Kydland (1997) un modelo que se aproxime mejor debe contener elementos que reflejen la idiosincrasia de la economía en cuestión de manera de analizar mejor las variables que determinan el comportamiento macroeconómico. Un trabajo de este estilo fue llevado adelante por Mendoza (1995) incorporando shocks en los términos de intercambio.

Futuras investigaciones cuyo objetivo sea comprender el origen, comportamiento y mecanismos de transmisión de los ciclos de la economía Argentina deben considerar elementos que reflejen distintos aspectos particulares como la restricción externa recurrente, efectos del movimiento del tipo de cambio sobre el nivel de precios. Estos elementos complejizan la modelización pero son fundamentales para obtener una mayor claridad en la conceptualización y definir políticas públicas que tomen en cuenta aspectos específicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Backus, D., Kehoe, P. y Kydland, F. E (1992). *International Real Business Cycles*. Journal of Political Economy, Vol. 100, No 4, p.p. 745-775.
- Benhabib, J., Rogerson, R. y Wright, R. (1991). *Homework in Macroeconomics: Household Production and Aggregate Fluctuations*. Journal of Political Economy, Vol. 99, No. 6, p.p. 1166-1187.
- Christiano, L.; Trabandt, M.; Walentin, K. (2010). *DSGE for monetary policy analysis*. NBER. Working Paper No. 16074. N° pp 95.
- Cooley, T. y Prescott E. (1995). *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton: University Press.
- Cooley, T y Hansen G. (Sep., 1989). *The inflation Tax in a Real Business Cycle Model*. The American Economic Review. Vol.79, No. 4, p.p. 733-748.
- Doepke, M.; Lehnert, A.; Sellgran, A. (1999). *Macroeconomics*. Chicago.
- Escudé, G. (2010). *Modelos de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (EGDE): una introducción*. Ciudad de Buenos Aires: BCRA. N° pp. 43.
- Galindo, H. y Montecinos A. (2018). *Modelos de ciclos económicos reales*. Lima: Fondo Editorial - EDUNI.
- Gallic, E and Vermandel, G. (2017). *Weather Shocks, Climate Change and Business Cycles*, MPRA Paper No. 81230.
- Greenwood, J., Hercowitz, Z. y Huffman, G. (1988). *Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycle*. The American Economic Review, Vol. 78, No. 3, p.p. 402-417
- Hodrick, R., & Prescott, E. (1997). *Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation*. Journal of Money, Credit and Banking, 29(1), 1-16.
- Kydland, F y Prescott, E. (1982). *Time to Build and Aggregate Fluctuations*. Econometría, Vol. 50, No. 6, p.p. 1345-1370.
- Kydland, F. y Zarazaga, C. (1997): “*Is the business cycle of Argentina “different?”*”. Economic Review, Federal Reserve Bank of Dallas, Fourth Quarter.
- Lucas, R. (1976). *Econometric Policy Evaluation: A Critique*, en Brunner, K.; Meltzer, A., *The Phillips Curve and Labor Markets*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1, New York: American Elsevier, pp. 19-46.
- Neumeyer, A. y Perri, F. (2005): “*Business cycles in emerging economies: the role of interest Rates*”. Journal of Monetary Economics, 52 (2).
- Nordhaus, W. (1991). *To slow or not to slow: The economics of the greenhouse effect*. The Economic Journal. Vol. 101, No. 407. N° pp 17.
- Oviedo, Jorge. M. (2017). *Un modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico para Argentina. Análisis del Ciclo Económico 1993-2014*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Palomino, P. (2014). *Modelo RBC básico- Kydland y Prescott (1982)*. Colombia: BCRP
- Rebelo, S. (2005). *Real Business cycle models: past, present, and future*. Massachusetts: National bureau of economic research.

- Rodriguez, H. y Tiscordio, I (2011). *Aplicación de un Modelo de Real Business Cycle para la economía uruguaya*.
- Romer, D. (1996). *Advanced macroeconomics*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Sims, Eric (2017). *Stylized Business Cycle Facts and the Quantitative Performance of the RBC Model*. Graduate Macro Theory II.
- Trupkin, D. R., Gómez, M. C., Belloni, C. M. y Ustares, M. N. (2017). *El multiplicador monetario en el ciclo económico de la Argentina*. En Revista de Economía Política de Buenos Aires. Año 11, vol. 16 p.p. 127-157.
- Zubimendi, S. Rojas, M y Zilio, M. (2008). *Hechos estilizados para la economía argentina*. Anales de la AAEP. Reunión XLIII.

ANEXO

Filtro Hodrick – Prescott

Este filtro, utilizado ampliamente en la literatura económica, fue desarrollado por Hodrick y Prescott (1977) para analizar las fluctuaciones de la economía estadounidense. El mismo, nos permite descomponer una serie de tiempo en dos componentes: uno tendencial y otro cíclico. Esto permite sortear el problema de la estimación del componente del crecimiento mediante la resolución de un problema de minimización que nos permite suavizar la serie para extraer la tendencia.

Dada una serie de tiempo caracterizada como:

$$y_t = g_t + c_t$$

Donde g_t es el componente tendencial y c_t el componente cíclico. El componente tendencial es un valor que resuelve el siguiente problema de minimización, donde λ es un parámetro de penalización. Mientras más grande es más suave es la serie.

$$\min_{\{g_t\}_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\}$$

El primer término de la expresión refiere a la minimización de las desviaciones del producto respecto a la tendencia mientras que el segundo, refiere a la suavización del crecimiento a través del tiempo.

Código en Dynare-Octave para la simulación del modelo

```
close all;
var c L k w i r T G A Y;
varexo epsilon psi;

parameters tita phi alfa beta gama rho delta sigma tau;
alfa=0.389;
beta=0.9708;
delta=0.025;
sigma=0.018;
rho=0.880;
gama=0.78;
tau= 0.0916;

model;
(1/c)*w = 1/(1-L);
w = (1-alfa)*(Y/L);
r = alfa*(Y/k(-1));
k = (1-delta)*k(-1)+i;
Y = A*(k(-1)^alfa)*(L^(1-alfa));
1/c = beta*(1/c(+1))*((1-delta)+r(+1));
c+i+G*Y = Y;
T=G*Y;
G = rho*G(-1)+psi;
log(A) = gama*log(A(-1))+epsilon;
end;

initval;
L=((1-alfa)*(1-beta*(1-delta)))/((1-beta*(1-delta))-
(beta*alfa*delta));
```

```
k= (((alfa*beta)/(1-beta*(1-delta)))^(1/(1-alfa)))*((1-alfa)*(1-  
beta*(1-delta)))/((1-beta*(1-delta))-(beta*alfa*delta));  
w=(1-alfa)*(Y/L);  
i=delta*k;  
c=Y-i;  
r=(1/beta)-(1-delta);  
A=1;  
Y=((1-(beta*(1-delta)))/(alfa*beta))*k;  
T=0;  
G=0;  
epsilon=0;  
psi=0;  
end;  
  
shocks;  
var epsilon = sigma^2;  
end;  
  
check;  
steady;  
stoch_simul(periods=1000,order=1,irf=60);
```

Con el comando *var* se definen las variables endógenas del sistema y con *varexo* se definen las exógenas que en este caso son las variables que se van a shockear. Con el comando *parameters* se definen los parámetros de las ecuaciones. Con *model* definimos el resumen del sistema. Con *initval* se establecen los valores de esteady state o iniciales de donde parte el sistema para después ver el efecto shock. Con la sentencia *shock* se establecen los choques de productividad o gasto y con *check*, *steady* y *stoch_simul(period=n,order=k,irf=z)* se simula el modelo de forma estocástica para n periodos pidiendo las funciones impulso respuesta para z trimestres.

Téngase en cuenta que el código debe estar guardado en un archivo con extensión .MOD, luego para correr la simulación, desde la pantalla de comandos se deben escribir las siguientes instrucciones¹:

```
addpath C:\dynare\4.5.7\matlab
```

Luego

```
dynare nombre_archivo.MOD
```

Manteniendo abierta en la ventana del directorio, la carpeta donde está guardado el archivo.

Para filtrar las variables se utilizó Rstudio², el código es el siguiente:

```
library(readxl)  
data <- read_excel("C:/Users/Desktop/dat_arg_pc.xlsx")  
attach(data)
```

¹ https://www.dynare.org/resources/quick_start/

² Para obtener información de las librerías,
<https://www.rdocumentation.org/packages/mFilter/versions/0.1-5>
<https://www.rdocumentation.org/packages/tseries/versions/0.10-47>

```
library(tseries)
dat= data.frame(ts(log(data),
                    start = c(2004, 1),
                    end = c(2019,1),
                    frequency = 4))

library(mFilter)
pbipc_hp = hpfilter(log(pbipc), freq = 1600, type = "lambda")
impopc_hp = hpfilter(log(impopc), freq = 1600, type = "lambda")
exp_hp = hpfilter(log(expopc), freq = 1600, type = "lambda")
inver_hp = hpfilter(log(fbcfpc), freq = 1600, type = "lambda")
cp_hp = hpfilter(log(conpp), freq = 1600, type = "lambda")
pbiagr_hp=hpfilter(log(pib_agrpc),freq = 1600,type="lambda")
cpub_hp= hpfilter(log(publico),freq = 1600,type="lambda")

pbipc_log_d = log(pbipc)-(pbipc_hp$trend)
impopc_log_d = log(impopc)-(impopc_hp$trend)
expopc_log_d = log(expopc)-(exp_hp$trend)
inverpc_log_d = log(fbcfpc)-(inver_hp$trend)
cppc_log_d = log(conpp)-(cp_hp$trend)
pbiagr_log_d=log(pib_agrpc)-(pbiagr_hp$trend)
cpub_log_d=log(publico)-(cpub_hp$trend)

dat_log_d =
data.frame(pbipc_log_d,inverpc_log_d,cppc_log_d,cpub_log_d)
names(dat_log_d)=
c("pbi","inversion","consumo_privado","consumo_publico")
```