

Una contribución teórica para el análisis de los ciclos de negocios en pequeñas economías abiertas

A theoretical contribution for the
analysis of business cycles in small
open economies

Franco Bignone

*Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Económicas
Edificio de Gobierno, 2º piso, oficina 1, Centro Universitario, Mendoza,
Argentina.*

(+549) 261 5055464

francobignone@gmail.com

Resumen

Las fluctuaciones en los ciclos de negocios de economías emergentes están caracterizadas por una gran volatilidad en el consumo y cuentas corrientes fuertemente contracíclicas. Lo contrario ocurre en pequeñas economías desarrolladas. Aguiar y Gopinath (2007) muestran que un modelo estándar del tipo Real Business Cycles (RBC), con dos tipos de shock de oferta, sirve para caracterizar ambos mercados. En el presente trabajo, se amplía el modelo teórico desarrollado por los autores con la inclusión de un shock de demanda. Mediante la solución del modelo, se corrobora que el rol de los shocks de oferta es el mismo que el predicho en Aguiar y Gopinath y que, además, permite identificar los efectos teóricos de los shocks a la demanda. Esta innovación facilita la posterior estimación empírica del modelo mediante una metodología diferente a la propuesta por los autores, lo cual se plantea como extensión al trabajo.

Palabras clave: *ciclos de negocios, economías desarrolladas, economías emergentes, RBC model*

Códigos JEL: *E32, F41.*

Abstract

Emerging market business cycles exhibit high consumption volatility and strongly countercyclical current accounts. These features contrast with developed small open economies. Aguiar and Gopinath (2007) show that a standard RBC model, with two types of supply shocks, characterizes both types of markets. In this paper, the model of these authors is extended by including a demand shock. Once the model is solved, it is shown that the role of the supply shocks included is the same as in Aguiar and Gopinath. The solution also determines the theoretical effects of a typical demand shock. These innovations permit the latter empirical estimation of the model by applying a different methodology than the one proposed by the authors. This is presented as an extension to this paper.

Keywords: *business cycles, developed economies, emerging markets, RBC model.*

JEL Classification: *E32, F41.*

1. Introducción

Es extensa la literatura existente, tanto en el ámbito teórico como empírico, acerca de las diferencias en los ciclos de negocios en economías emergentes y desarrolladas. Se ha visto que las fluctuaciones en los ciclos de negocios de economías emergentes están caracterizadas por una gran volatilidad en el consumo y la existencia de cuentas corrientes fuertemente contracíclicas. Lo contrario ocurre en pequeñas economías desarrolladas. Aguiar y Gopinath (2007) muestran que un modelo estándar del tipo Real Business Cycles (RBC), sirve para caracterizar ambos tipos de economía. La premisa fundamental detrás del modelo es que, en economías emergentes, al ser frecuentes los cambios bruscos en la política fiscal, monetaria y de comercio internacional, la principal fuente de fluctuación en los ciclos son shocks a la tendencia del crecimiento. En contraste, en economías desarrolladas, son más frecuentes las fluctuaciones suaves alrededor de una tendencia estable.

El trabajo de Aguiar y Gopinath comienza con un modelo RBC estándar para pequeñas economías abiertas, con un solo bien y un solo activo, aumentado para incluir dos tipos de shocks de oferta: un shock transitorio, que tiende a desaparecer en el tiempo, y un shock permanente o shock a la tendencia de productividad. El principal objetivo de los autores es contrastar la importancia de los shocks a la tendencia versus los shocks transitorios a la productividad en economías emergentes y desarrolladas. Mediante la estimación estructural de los parámetros del modelo, utilizando el Método de los Momentos Generalizado (GMM por sus siglas en inglés), Aguiar y Gopinath demuestran que la importancia relativa de los shocks a la tendencia estocástica es una característica que sirve para distinguir a las economías emergentes de las desarrolladas. En las economías emergentes, los shocks a la tendencia estocástica tienen una mayor importancia que los transitorios para explicar las fluctuaciones de los ciclos, mientras que en las economías desarrolladas sucede lo contrario. Como casos de referencia, Aguiar y Gopinath utilizan datos de México y Canadá para caracterizar los dos tipos contrapuestos de economías. Con el modelo resuelto y estimado para el caso mexicano, se obtienen cuentas corrientes contracíclicas y volatilidad del consumo que excede la volatilidad del ingreso, dos características asociadas empíricamente a las economías emergentes.

El principal objetivo del presente trabajo será ampliar el modelo teórico desarrollado por Aguiar y Gopinath para incluir, además de los dos shocks de oferta considerados por los autores, un shock de demanda. Este será modelado a través de un impuesto *ad valorem* al factor trabajo.

Se considera de gran importancia la inclusión de shocks a la demanda en el modelo teórico a desarrollar, ya que una gran cantidad de trabajos empíricos existentes muestran que una fracción importante de la volatilidad en el ingreso y en otras variables económicas puede ser atribuida a este tipo de perturbaciones. En un marco analítico con mercados perfectos como el que se desarrollará, si bien los shocks a la demanda tienen efectos temporales, generan desviaciones en los niveles de estado estacionario de variables como el consumo, la inversión, la cuenta corriente y la balanza comercial.

El trabajo se divide de la siguiente manera: en la segunda sección se describen brevemente los antecedentes del tema a estudiar y luego, en la tercera sección, se amplía el modelo teórico desarrollado por Aguiar y Gopinath para la inclusión de un

shock de demanda. Finalmente, en la cuarta sección se presentan las conclusiones y se proponen extensiones al presente trabajo.

2. Antecedentes del tema

Los autores Kydland y Prescott, en su paper «Time to Build and Aggregate Fluctuations» (1982) fueron los primeros en introducir la idea de que los ciclos de negocios podían ser estudiados mediante Modelos de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE *models*). Los modelos que siguieron al trabajo de Kydland y Prescott fueron bautizados como modelos de Real Business Cycles, principalmente por el énfasis que ponían en el rol de los shocks reales, en especial en los tecnológicos, para explicar los ciclos de negocios.¹ A partir de la publicación de este trabajo, proliferaron los estudios sobre las regularidades empíricas y teóricas en los ciclos de negocios de economías desarrolladas y emergentes, entre los cuales el de Aguiar y Gopinath (2007) es uno de los principales exponentes. Otros autores que estudiaron el tema incluyen Neumeyer y Perri (2005), García-Cicco, Pancrazi y Uribe (2010), Chang y Fernandez (2013) y Hevia (2014).

Entre otros autores, Aguiar y Gopinath documentan las regularidades empíricas de los ciclos de un conjunto de países, enfatizando las diferencias entre economías emergentes y desarrolladas. Analizan los datos de 26 economías pequeñas, de las cuales 13 se clasifican como «mercados emergentes», según Standard and Poors y la International Finance Corporation.² Entre los principales resultados encontrados por los autores, se pueden mencionar:

- Las economías emergentes tienen, en promedio, un ciclo el doble de volátil que las economías desarrolladas (la conclusión no varía, ya sea que los ciclos sean calculados mediante filtro Hodrick y Prescott, Band Pass o primeras diferencias de ingresos).
- El consumo es aproximadamente 40% más volátil que el ingreso en mercados emergentes, mientras que en los desarrollados, el ratio es ligeramente menor a uno, en promedio.
- Una característica distintiva de los ciclos de negocios de las economías emergentes es la correlación negativa y elevada entre exportaciones netas y producto. La correlación media para este tipo de economías es de -0.51, con países que se acercan a -0.8. Contrariamente, los mercados desarrollados muestran balanzas comerciales débilmente contracíclicas, con una correlación media de -0.17.

A fin de explicar estas diferencias, Aguiar y Gopinath argumentan que la importancia relativa de shocks a la tendencia distingue a las economías emergentes de las desarrolladas. Para respaldar sus argumentos, desarrollan un modelo de crecimiento estocástico, con un solo bien y un solo activo, con dos tipos de shocks a la productividad: un shock permanente a la tendencia estocástica y un shock transitorio. Una vez resuelto, se calibran los parámetros que no están relacionados con la productividad

1 En base a Rebelo (2005).

2 Las economías emergentes analizadas son Argentina, Brasil, Ecuador, Israel, Corea, Malasia, México, Perú, Filipinas, Eslovaquia, Sudáfrica, Tailandia, Turquía y las desarrolladas son Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, España, Suiza y Suecia.

de la misma forma para los dos tipos de economías, utilizando los valores estándar en la literatura económica. Para los parámetros de productividad, se realiza una estimación a partir del GMM, minimizando la diferencia al cuadrado entre los momentos teóricos y empíricos. De este modo, los autores logran demostrar que la varianza del consumo y las exportaciones netas, así como la correlación entre las exportaciones netas y el ingreso, proveen información importante para distinguir entre los dos tipos de shocks. Utilizan el caso de México como representante de las economías en desarrollo y el de Canadá como el exponente de las desarrolladas.

Como resultado, se obtiene que la varianza de los shocks permanentes, relativa a la de los shocks transitorios es más importante en México que en Canadá, es decir que las fluctuaciones en el producto mexicano son explicadas en un mayor porcentaje por shocks permanentes a la tendencia que por shocks transitorios, mientras que en Canadá sucede lo contrario. Estos resultados son acordes con la intuición desarrollada a través del modelo teórico. Además, usando las estimaciones por GMM, junto con el resto de los parámetros calibrados, Aguiar y Gopinath calculan los momentos teóricos del modelo, los comparan con los empíricos y confirman que el modelo logra representar correctamente los patrones observados en los ciclos para ambas economías. En particular, predicen que la volatilidad del consumo debe superar la del ingreso en economías emergentes, contrario a lo que sucede en las desarrolladas. Queda demostrado que este exceso de volatilidad en el consumo es perfectamente consistente con consumidores racionales que optimizan una función de utilidad, sujetos a una restricción presupuestaria. Con respecto a las exportaciones netas, la parametrización utilizada para México resulta en una fuerte correlación negativa entre esta variable y el ingreso, mientras que para el caso canadiense, el modelo predice una prociclicidad moderada o una contraciclicidad también moderada (dependiendo de cuáles son los momentos que se utilizan para calcular los parámetros), lo cual concuerda con los resultados extraídos de los datos.

En el presente trabajo de investigación se intentará identificar la contribución de los shocks planteados en el trabajo de Aguiar y Gopinath, aunque adicionando un shock a la demanda. Esto permitirá conocer la influencia de este tipo de shocks en los ciclos de las economías modeladas y también determinar si la contribución de los shocks de oferta planteados por Aguiar y Gopinath no varía ante la inclusión de este tercer tipo de perturbación.

Es por ello que, a continuación, se desarrollará un modelo teórico para una pequeña economía abierta en el cual se incluirán los dos shocks a la oferta propuestos por estos autores (uno permanente o a la tendencia y otro transitorio a la productividad) y se adicionará un shock de demanda, modelado a través de un impuesto ad valorem al trabajo.

En la próxima sección se desarrollará el modelo, lo cual implica, en primer lugar, caracterizar la economía. En segundo lugar, se plantean los problemas que enfrentan los consumidores, las firmas y el gobierno, lo cual permitirá determinar el equilibrio competitivo de esta economía.

A continuación, la naturaleza no estacionaria de las funciones elegidas requiere la normalización del modelo, es decir, la obtención de un modelo estacionario. Esto es necesario como paso previo para aplicar cualquier método de solución.

Finalmente, se obtiene la solución al modelo, que se representará a través de las

denominadas policy functions o funciones de respuesta óptima. Estas muestran cómo reacciona cada una de las variables ante un shock determinado en el momento cero. Se explicará el procedimiento utilizado para obtener dichas funciones y su interpretación.

3. Modelo de crecimiento estocástico para una pequeña economía abierta

Se trabajará con un modelo estándar con un único bien, el cual incluye tres tipos de shocks: un shock de demanda, un shock permanente y un shock transitorio a la productividad. La tecnología está caracterizada por una función de producción Cobb Douglas, que utiliza capital (K_t) y trabajo (L_t) como factores de producción.

$$Y_t = e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha \quad (1)$$

donde $\alpha \in (0,1)$.

Los parámetros Γ_t y z_t representan procesos de productividad, con distintas propiedades estocásticas. Específicamente, z_t sigue un proceso AR (1).

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad (2)$$

con $|\rho_z| < 1$ donde ε_t^z son realizaciones independientes e idénticamente distribuidas de una población normal, con media cero y desviación estándar σ_z . En cambio, Γ_t representa el producto acumulado de shocks de crecimiento. En particular,

$$\Gamma_t = \prod_{s=0}^t e^{g_s} \quad (3)$$

$$g_t = (1 - \rho_g) \mu_g + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (4)$$

donde $|\rho_g| < 1$ y donde ε_t^g son realizaciones independientes e idénticamente distribuidas de una población normal, con media cero y desviación estándar σ_g .

Dado que una realización de g influencia permanentemente a Γ , el producto es no estacionario y su tendencia es estocástica, ya que los valores de g dependen de las realizaciones de la variable aleatoria ε_t^g . El término μ_g representa el crecimiento medio de largo plazo de la productividad y las realizaciones de g son shocks al crecimiento, ya que forman parte de la tendencia estocástica de la productividad.

En definitiva, se puede identificar a z_t como un shock al nivel de productividad (shock de oferta transitorio, dado que su efecto tiende a desaparecer en el tiempo, ya que $|\rho_z| < 1$) y a g_t como un shock a la tasa de crecimiento de la productividad (shock de oferta permanente, porque g influencia permanentemente a las realizaciones futuras de Γ).

Para encontrar la solución del modelo, se procederá a encontrar el equilibrio competitivo del mismo, a través de la resolución del problema de las firmas, los consumidores y el gobierno.

3.1. Equilibrio competitivo

Firmas: producen Y_t , rentando trabajo (L_t) y capital (K_t) a los hogares a fin de maximizar sus ganancias (Π_t). W_t y R_t son las remuneraciones al trabajo y al capital, respectivamente.

Es decir, las firmas maximizan:

$$\text{Max}_{K_t, L_t} \Pi_t = e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha - W_t L_t - R_t K_t$$

donde

$$\Gamma_t = \prod_{s=0}^t e^{g_s}$$

$$g_t = (1 - \rho_g) \mu_g + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g$$

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z$$

con

$$\varepsilon_t^g \sim N(0, \sigma_g^2)$$

$$\varepsilon_t^z \sim N(0, \sigma_z^2)$$

Las condiciones de primer orden son:

$$W_t = \alpha e^{z_t} K_t^{1-\alpha} (\Gamma_t L_t)^{\alpha-1} \Gamma_t = \alpha \frac{Y_t}{L_t} \quad (5)$$

$$R_t = (1 - \alpha) e^{z_t} K_t^{-\alpha} (\Gamma_t L_t)^\alpha = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{K_t} \quad (6)$$

Consumidores: existe un consumidor representativo que posee el stock de capital y maximiza su utilidad esperada, dada por:

$$\max_{C_t, L_t, K_{t+1}, B_{t+1}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{[C_t^\gamma (1-L_t)^{1-\gamma}]^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

con $0 < \gamma < 1$, sujeto a la siguiente restricción presupuestaria:

$$C_t + I_t + B_t = (1 - \tau_t) W_t L_t + R_t K_t + \Pi_t + q_t B_{t+1} + T_t \quad (7)$$

donde

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta) K_t + \frac{\phi}{2} K_t \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_k} \right)^2 \quad (8)$$

$$\frac{1}{q_t} = 1 + \hat{R}_t = 1 + R^* + \psi \left(e^{\frac{B_{t+1}}{R_t} - b} - 1 \right) \quad (9)$$

- C_t : consumo
- I_t : inversión
- B_t : deuda
- τ_t : impuesto proporcional al trabajo
- T_t : transferencias de suma fija
- R^* : tasa de interés internacional

La ecuación (8) muestra que el capital se deprecia a la tasa δ y que cambios en el stock de capital implican un costo de ajuste cuadrático igual a

$$\frac{\phi}{2} K_t \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_K} \right)^2$$

que es igual a cero en el estado estacionario.

Se asume que el consumidor se puede endeudar en el mercado de bonos y las transacciones financieras internacionales se realizan en su totalidad con bonos libres de riesgo a un período. El nivel de deuda en el período t se denota B_t y q_t es el precio en el período t de la deuda que vence en el período $t+1$. El precio de la deuda es sensible al stock de deuda (a mayor nivel de deuda, menor es el precio), aunque este hecho no es internalizado por los consumidores en su proceso de maximización de la utilidad. Este método fue implementado por primera vez por Schmitt-Grohé y Uribe (2004) y está descrito en la ecuación (9). En esta expresión, b representa el nivel de deuda normalizada de estado estacionario y $\psi > 0$ está relacionado con la elasticidad de la tasa de interés ante cambios en el nivel de deuda. Cuando ψ es muy cercano a cero, la tasa de interés doméstica (\hat{R}) permanece prácticamente fija e igual a la tasa de interés internacional, R^* .

Adicionalmente, la ecuación (7) implica que el consumidor representativo paga un impuesto proporcional al trabajo ($\tau_t W_t L_t$) que luego recupera a modo de transferencias de suma fija (T_t) de parte del gobierno.

El Lagrangiano para el problema del consumidor es:

$$\mathcal{L} = \max_{C_t, L_t, K_{t+1}, B_{t+1}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{[C_t^\gamma (1-L_t)^{1-\gamma}]^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \Lambda_t \left[(1-\tau_t) W_t L_t + R_t K_t + \Pi_t + q_t B_{t+1} + T_t - C_t - K_{t+1} + (1-\delta) K_t - \frac{\phi}{2} K_t \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_K} \right)^2 - B_t \right] \right\}$$

donde K_0 está dado y $\beta^t \Lambda_t$ es el multiplicador de Lagrange para la restricción presupuestaria.

Las condiciones de primer orden de este problema, derivando \mathcal{L} con respecto a C_t , L_t , B_{t+1} y K_{t+1} respectivamente son:

$$\gamma [C_t^\gamma (1-L_t)^{1-\gamma}]^{-\sigma} C_t^{\gamma-1} (1-L_t)^{1-\gamma} = \Lambda_t \quad (10)$$

$$(1-\gamma) [C_t^\gamma (1-L_t)^{1-\gamma}]^{-\sigma} C_t^\gamma (1-L_t)^{-\gamma} = \Lambda_t (1-\tau_t) W_t \quad (11)$$

$$\Lambda_t q_t = \beta E_t(\Lambda_{t+1}) \quad (12)$$

$$\Lambda_t \left[1 - \phi \left(\frac{K_{t+1}}{K_t} - e^{\mu_k} \right) \right] = \beta E_t \left\{ \Lambda_{t+1} \left[R_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} \left(\frac{K_{t+2}}{K_{t+1}} \right)^2 - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_k} \right] \right\} \quad (13)$$

Gobierno: establece impuestos y transferencias de modo que su restricción presupuestaria es satisfecha en cada período. Asumimos que el gobierno no consume bienes, ni presta o se endeuda. Este último supuesto es sin pérdida de generalidad, ya que la Equivalencia Ricardiana se cumple en este modelo.

$$T_t = \tau_t W_t L_t \quad (14)$$

donde

$$\tau_t - \tau^* = \rho_\tau (\tau_{t-1} - \tau^*) + \varepsilon_t^\tau \quad (15)$$

$$\varepsilon_t^\tau \sim N(0, \sigma_\tau^2); |\rho_\tau| < 1$$

Factibilidad: surge de la Ley de Walras. En particular, insertando (14) en la restricción presupuestaria de los consumidores, se obtiene

$$C_t + I_t + B_t = W_t L_t + R_t K_t + q_t B_{t+1}$$

o usando las condiciones de primer orden de la firma,³

$$C_t + I_t + B_t = Y_t + q_t B_{t+1}$$

Obsérvese que esta es la identidad usual de factibilidad en una economía abierta,

$$C_t + I_t + TB_t = Y_t$$

donde

$$TB_t = B_t - q_t B_{t+1} \quad (16)$$

Se define también la cuenta corriente, como el cambio en la posición neta de activos internacionales de la economía, es decir,

$$CA_t = -(B_{t+1} - B_t) \quad (17)$$

3.2. Obtención de un modelo estacionario

Dado que existe un shock permanente en el modelo, las variables endógenas resultan no estacionarias. A fin de aplicar cualquier método de solución se necesita trabajar con un modelo estacionario. Para ello, se normalizan las variables del siguiente modo:

3 Nótese que en la restricción presupuestaria de los consumidores se estableció $\Pi_t = 0$. Esto es así porque la función de producción exhibe rendimientos constantes a escala. De las condiciones de primer orden de la firma, se tiene que: $\Pi_t = Y_t - W_t L_t - R_t K_t = Y_t - \alpha \frac{Y_t}{k_t} L_t - (1 - \alpha) \frac{Y_t}{k_t} K_t = 0$

$$x_t = \frac{X_t}{\Gamma_{t-1}}$$

x_t representa cualquier variable del modelo, con la excepción de R_t , \hat{R}_t , L_t y Λ_t que se normalizan del siguiente modo:

$$r_t = R_t$$

$$\hat{r}_t = \hat{R}_t$$

$$l_t = L_t$$

$$\lambda_t = \Lambda_t \Gamma_{t-1}^{1-\gamma(1-\sigma)}$$

Utilizando estas definiciones, se opera sobre las expresiones precedentes y se obtiene que el equilibrio competitivo de esta economía viene representado por las siguientes ecuaciones, expresadas en términos de las variables transformadas:

$$y_t = e^{z_t} k_t^{1-\alpha} (e^{g_t} l_t)^\alpha \quad (18)$$

$$w_t = \alpha \frac{y_t}{l_t} \quad (19)$$

$$r_t = (1-\alpha) \frac{y_t}{k_t} \quad (20)$$

$$\gamma c_t^{\gamma(1-\sigma)-1} (1-l_t)^{(1-\gamma)(1-\sigma)} = \lambda_t \quad (21)$$

$$(1-\gamma) c_t^{\gamma(1-\sigma)} (1-l_t)^{-\sigma(1-\gamma)-\gamma} = (1-\tau_t) \lambda_t w_t \quad (22)$$

$$\lambda_t q_t e^{g_t [1-\gamma(1-\sigma)]} = \beta E_t (\lambda_{t+1}) \quad (23)$$

$$\lambda_t [1 + \phi(x_t e^{g_t} - e^{\mu_x})] = \beta E_t \left\{ \lambda_{t+1} \left(\frac{1}{e^{g_t}} \right)^{1-\gamma(1-\sigma)} \left[r_{t+1} + 1 - \delta + \frac{\phi}{2} x_{t+1}^2 e^{2g_{t+1}} - \frac{\phi}{2} e^{2\mu_x} \right] \right\} \quad (24)$$

$$\frac{1}{q_t} = 1 + r^* + \psi(e^{b_{t+1}-b} - 1) \quad (25)$$

$$i_t = k_{t+1} e^{g_t} - (1-\delta)k_t + \frac{\phi}{2} k_t \left(\frac{k_{t+1}}{k_t} e^{g_t} - e^{\mu_x} \right)^2 \quad (26)$$

$$tb_t = b_t - q_t b_{t+1} e^{g_t} \quad (27)$$

$$ca_t = -(b_{t+1} e^{g_t} - b_t) \quad (28)$$

$$c_t + i_t + tb_t = y_t \quad (29)$$

$$x_t = \frac{k_{t+1}}{k_t} \quad (30)$$

$$tby_t = \frac{tb_t}{y_t} \quad (31)$$

$$cay_t = \frac{ca_t}{y_t} \quad (32)$$

$$g_t = (1 - \rho_g)\mu_g + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (33)$$

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad (34)$$

$$\tau_t - \tau^* = \rho_\tau (\tau_{t-1} - \tau^*) + \varepsilon_t^\tau \quad (35)$$

donde se definieron las variables tby_t y cay_t , como el ratio de balanza comercial sobre producto y cuenta corriente sobre producto, respectivamente, ya que es de interés conocer la trayectoria de dichas variables.

Esto es un sistema de 18 ecuaciones por período para encontrar la evolución de 18 variables: 15 variables endógenas ($y_t, k_t, x_t, l_t, w_t, r_t, c_t, \lambda_t, q_t, b_{t+1}, i_t, tb_t, tby_t, ca_t, cay_t$) y 3 variables exógenas (z_t, g_t, τ_t).

3.3. Solución del modelo

Las ecuaciones del sistema anterior pueden ser expresadas como

$$E_t f(u_{t+1}, u_t, v_{t+1}, v_t) = 0$$

donde el vector v_t contiene variables predeterminadas (o de estado) y el vector u_t contiene variables no predeterminadas (o de control). El vector v_t puede ser particionado como $v_t = [v_t^1; v_t^2]'$, donde v_t^1 incluye las variables endógenas de estado, en este caso, $v_t^1 = [b_{t+1}, k_{t+1}]'$, y v_t^2 contiene las variables exógenas de estado, es decir, $v_t^2 = [g_t, z_t, \tau_t]'$. En particular, $v_{t+1}^2 = \Lambda v_t^2 + \varepsilon_{t+1}$, con $\varepsilon_t = [\varepsilon_t^g, \varepsilon_t^z, \varepsilon_t^\tau]'$.

Por su parte, el vector u_t queda conformado del siguiente modo: $u_t = [y_t, x_t, l_t, w_t, r_t, c_t, \lambda_t, q_t, i_t, tb_t, tby_t, ca_t, cay_t]'$. La solución a este modelo es de la forma

$$u_t = g(v_t)$$

$$v_{t+1} = h(v_t) + \varepsilon_{t+1}$$

Las funciones $g(\cdot)$ se denominan *policy functions*, o funciones de respuesta óptima, pero, dado que las ecuaciones del sistema (18) - (35) son no lineales, es imposible encontrar una expresión de forma cerrada. Por ello, se buscará una aproximación de segundo orden a las funciones $g(\cdot)$ y $h(\cdot)$ alrededor del estado estacionario no estocástico, definido como el estado en el cual todas las variables exógenas son iguales a su media en cada período y las variables endógenas son constantes para todo t . En otras palabras, se deben encontrar los vectores (\bar{v}, \bar{u}) tales que $f(\bar{u}, \bar{u}, \bar{v}, \bar{v}) = 0$.

Las funciones de respuesta óptima se obtendrán mediante los códigos desarrollados por Schmitt-Grohé y Uribe (2004) para MATLAB, los cuales sirven para implementar la aproximación de segundo orden propuesta por los autores.

Una forma alternativa para encontrar las funciones de respuesta óptima consiste en la log-linealización de las ecuaciones del sistema alrededor del estado estacionario, lo

cual permite obtener un sistema de ecuaciones de tipo lineal, con la mayor facilidad en el cálculo que esto supone. Posteriormente, la solución al sistema log-linealizado se encuentra mediante el código para MATLAB desarrollado por Uhlig (1997). Se obtuvieron las soluciones mediante ambas metodologías y los resultados fueron idénticos.

Para encontrar las funciones $g(\cdot)$ y $h(\cdot)$ es necesario previamente encontrar el estado estacionario no estocástico de esta economía, el cual se resume en las ecuaciones del Apéndice A.

La solución del modelo se representa a continuación a través de las funciones de impulso-respuesta. Estas funciones muestran la desviación de las variables del modelo con respecto a sus valores de estado estacionario ante un shock de un 1% en el shock permanente en el momento 0 (es decir, $\varepsilon_0^E = 0.01$) transitorio ($\varepsilon_0^T = 0.01$) y de demanda ($\varepsilon_0^D = 0.01$).

Se utiliza la misma calibración adoptada por Aguiar y Gopinath (2007),⁴ añadiendo los parámetros correspondientes al shock de demanda. Los parámetros se fijan en los siguientes valores:

Tabla 1. Calibración de parámetros

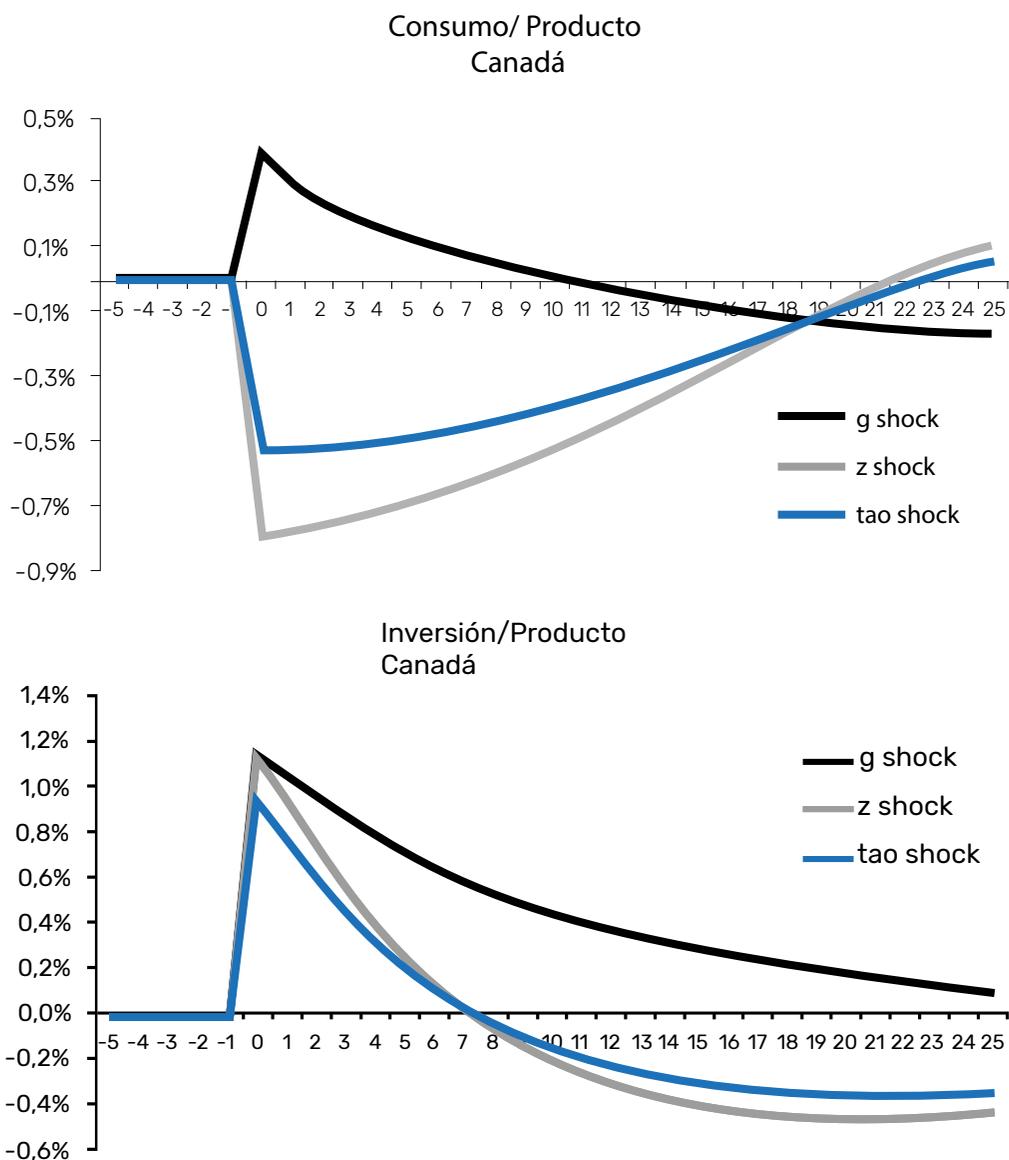
Tasa de preferencia temporal	β	.98
Exponente del consumo (utilidad)	γ	.36
Deuda normalizada en estado estacionario	b	.1
Premium de tasa de interés	Ψ	.001
Exponente del trabajo (producción)	α	.68
Aversión al riesgo	σ	2
Tasa de depreciación del capital	δ	.05
Costo de ajuste del capital	ϕ	4
Valor medio del impuesto al trabajo	τ^*	.4
Coefficiente autorregresivo del impuesto al trabajo	ρ_τ	.95
Varianza de ε_τ (en %)	σ_τ^2	1.75

Para calibrar los parámetros restantes, se utilizan las estimaciones de GMM realizadas por Aguiar y Gopinath (2007),⁵ es decir, se calibra distinto el parámetro ρ_g , en México y Canadá (0.11 y 0.03 respectivamente). Esto nos da como resultado comportamientos distintos en las impulso-respuesta, que se grafican a continuación.

4 Ver tabla 3, página 86.

5 Corresponden a la columna 3 de la tabla 4, página 91.

Figura 1. Funciones de impulso-respuesta teóricas para Canadá



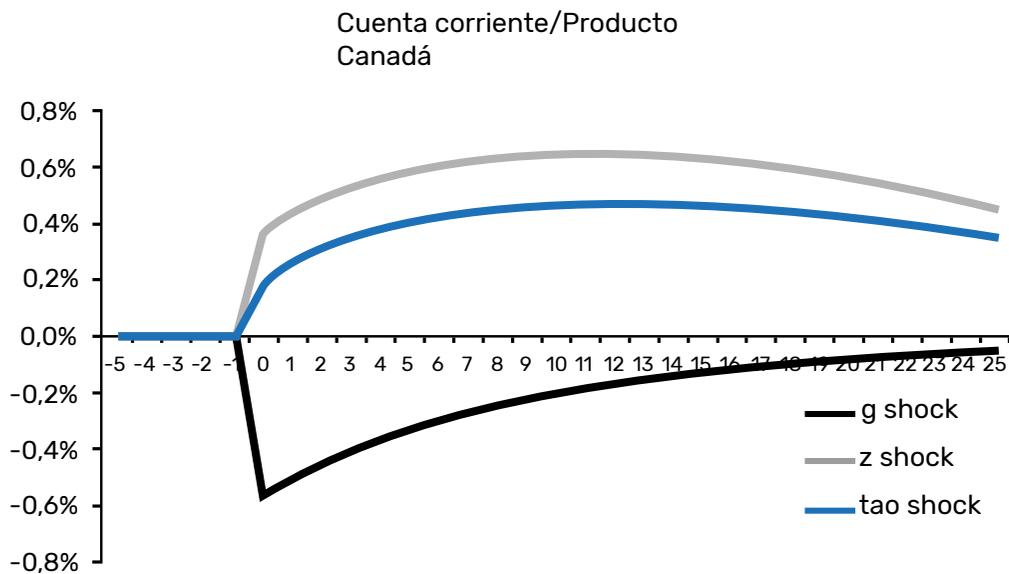
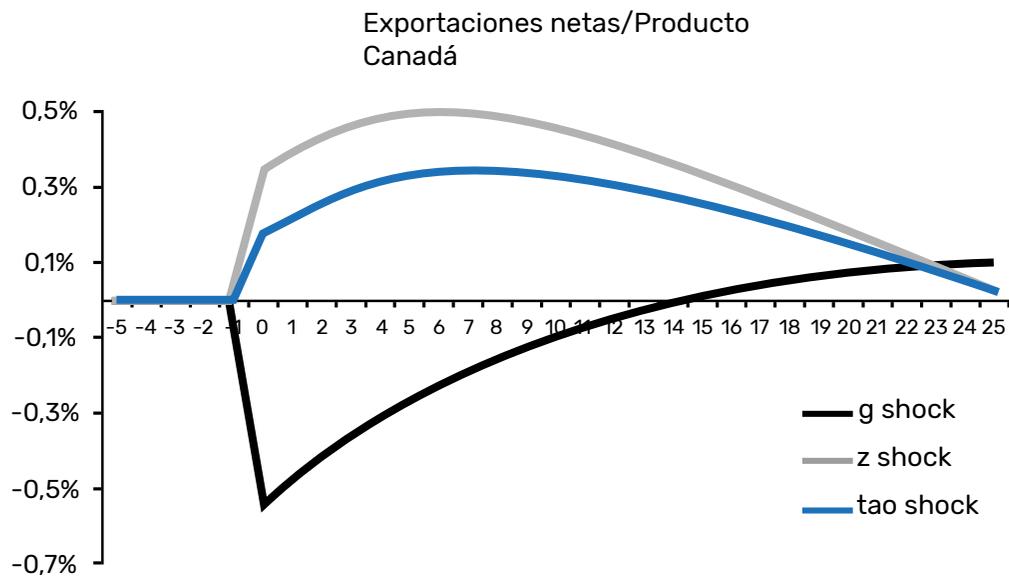
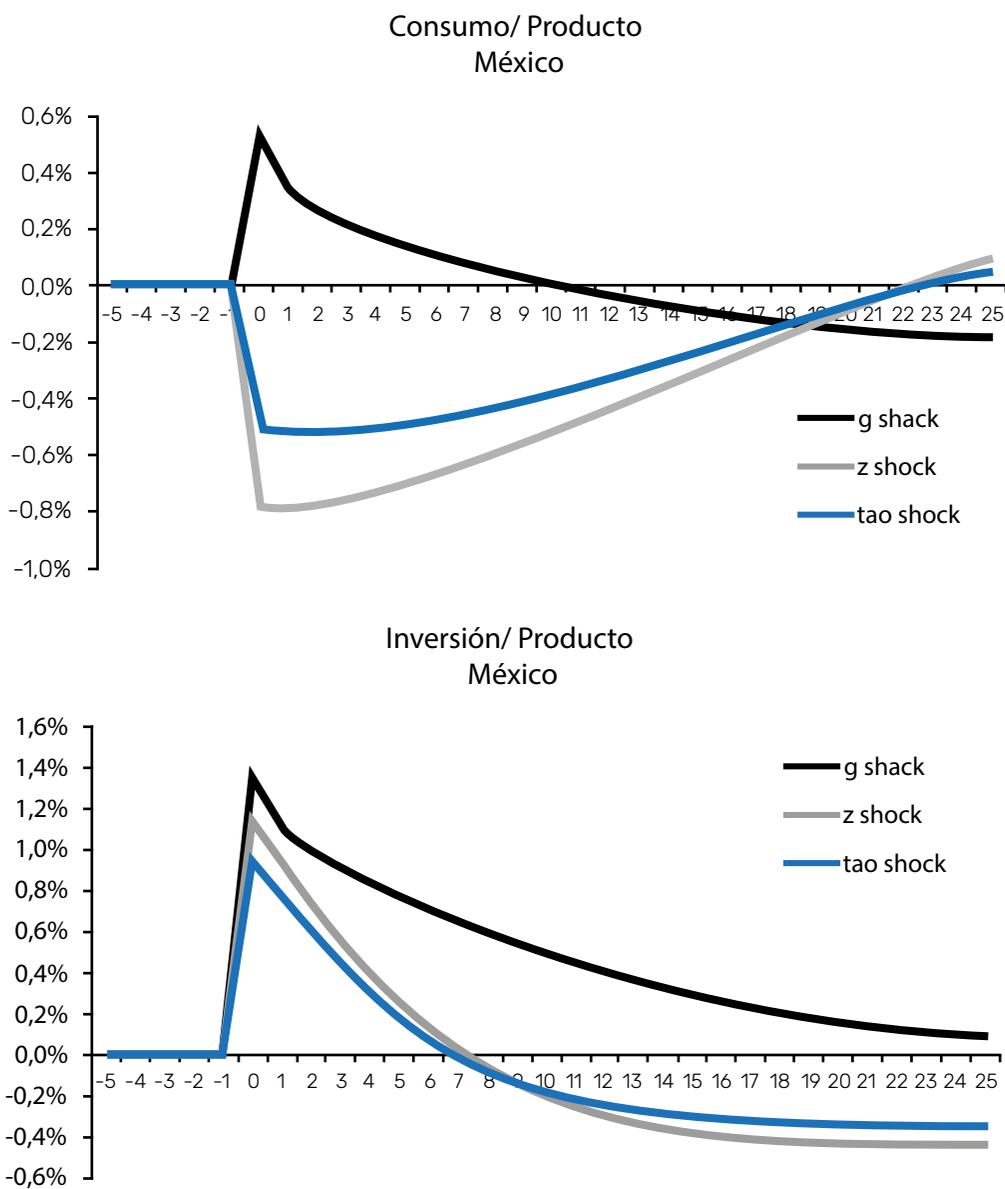
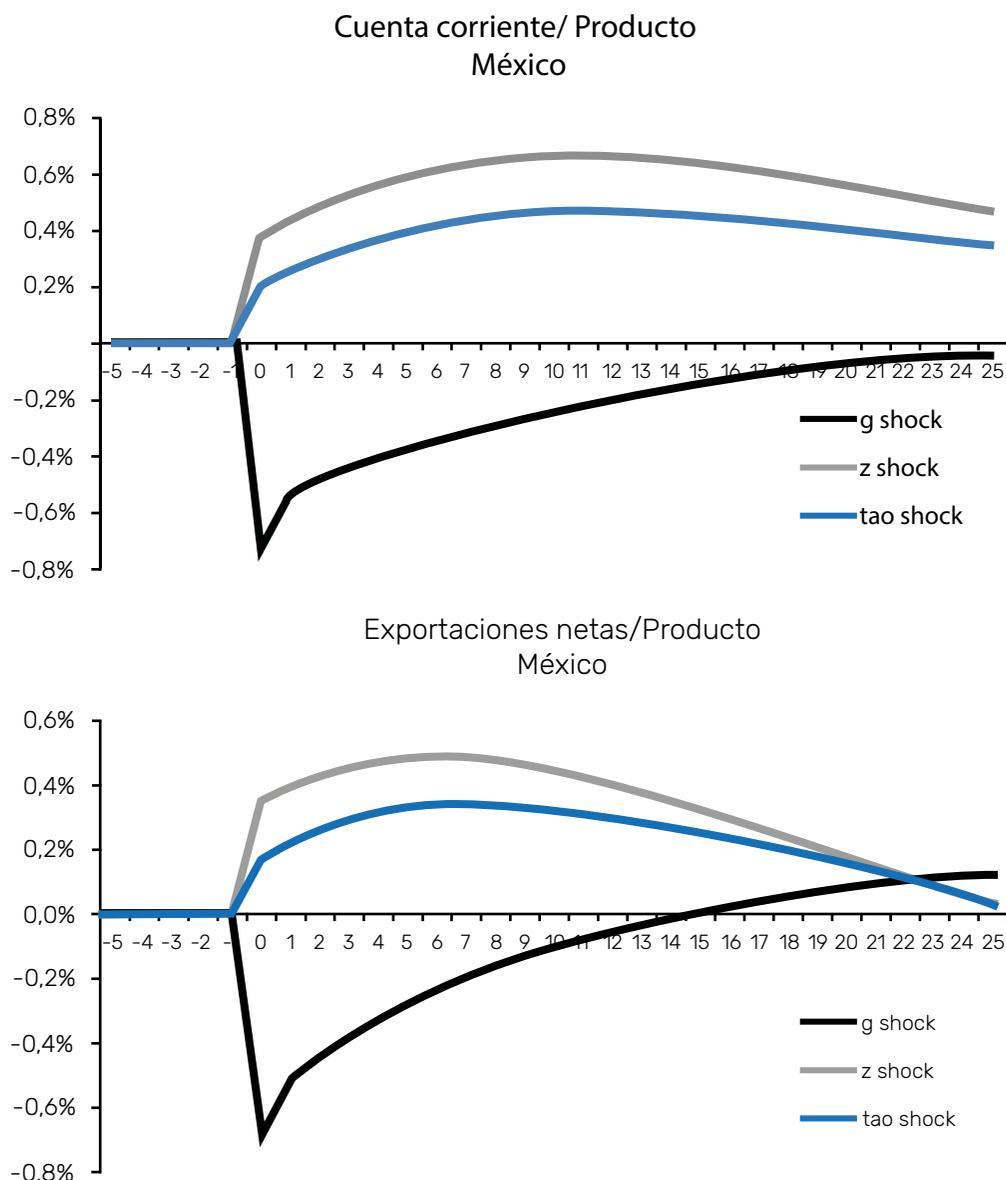


Figura 2. Funciones de impulso-respuesta teóricas para México





Varias conclusiones se pueden obtener a partir de la representación gráfica de las funciones de impulso-respuesta. En primer lugar, tanto el ratio de exportaciones netas sobre el producto como el de cuenta corriente sobre producto tienen una respuesta positiva a un shock transitorio en la productividad. Dado que el ingreso permanece por encima de su tendencia en la transición, un shock a z tiende a producir una relación positiva entre producto y balanza comercial y entre producto y cuenta corriente. Sin embargo, la respuesta de la cuenta corriente y la balanza comercial ante un shock en el crecimiento de la tendencia es completamente diferente. Siguiendo a un shock positivo permanente de un 1%, acontece un déficit de cuenta corriente y de balanza comercial, que persiste por varios períodos.

El motivo de esta diferencia se explica por el comportamiento del consumo. Dado que un shock a la tendencia implica un aumento mayor en el ingreso permanente que en el caso de un shock transitorio, el consumo responderá más cuando el shock a la oferta es de tipo permanente. En respuesta a un shock a la tendencia de productivi-

dad, el consumo responde más que el ingreso, dado que los consumidores anticipan incluso un ingreso mayor en el futuro. Los consumidores esperan un ingreso incluso mayor en el futuro, por el hecho de que una innovación presente impacta permanentemente en el producto, pero el capital ajusta gradualmente. Por el contrario, cuando el shock de oferta es de tipo transitorio, aumenta el ahorro de las familias porque anticipan un ingreso menor en el futuro. Esto resulta en la reducción del ratio consumo sobre ingreso. Por su parte, la respuesta del ratio inversión sobre producto es similar en ambos tipos de shock de oferta, aunque el efecto es mayor inicialmente en el caso del shock permanente. Adicionalmente, el efecto de la inversión es más persistente en el caso de un shock a la tendencia de productividad.

Con respecto al shock de demanda (recordar que se grafica un shock de demanda expansivo, es decir, una disminución del impuesto proporcional al trabajo), las respuestas de las variables bajo análisis son similares a las de un shock transitorio de oferta. Esto se debe a que una disminución de impuestos en el presente aumenta solo transitoriamente el ingreso disponible, lo cual induce a las familias a ahorrar para afrontar la disminución del ingreso futuro. Esto genera que el ratio consumo sobre ingreso caiga, provocando un aumento de la cuenta corriente de la economía.

Las conclusiones expuestas hasta el momento son válidas tanto para el caso de la parametrización de la economía mexicana como canadiense. Sin embargo, existen ciertas diferencias para los dos tipos de calibración adoptados. Como se puede observar, para las cuatro variables graficadas, el impacto inicial del shock permanente de oferta es relativamente mayor con respecto al transitorio, en México que en Canadá. Por ejemplo, para la variable consumo sobre producto, el ratio entre el efecto inicial de un shock permanente de oferta y el efecto inicial de un shock transitorio de oferta es 0.5 / 0.8 para México y 0.4 / 0.8 para Canadá. Para la variable inversión sobre ingreso, el ratio es 1.3 / 1.1 para México, mientras que para Canadá es 1.1 / 1.1 y para la variable cuenta corriente sobre producto, los ratios son 0.7 / 0.4 y 0.6 / 0.4 para México y Canadá respectivamente.⁶ Estas observaciones implican que los ciclos de las economías en desarrollo (o al menos la economía mexicana) están explicados en mayor parte por shocks a la tendencia estocástica que por shocks transitorios a la productividad, desde un punto de vista teórico, para la calibración adoptada.

En relación al shock de demanda incluido, como es de esperarse, los efectos son idénticos en los dos tipos de economía caracterizados, y esto se debe a que la calibración de los parámetros relacionados con este proceso fue la misma para México y Canadá. Una calibración diferenciada o la estimación empírica del modelo mediante algún método que se considere pertinente (por ejemplo, la estimación de modelos VAR estructurales) podrían arrojar diferencias interesantes en este aspecto desde el punto de vista analítico.

Adicionalmente, cabe destacar que la inclusión del shock a la demanda propuesto no modifica la reacción de las variables endógenas del modelo ante perturbaciones transitorias o permanentes a la oferta, en relación a lo expuesto en el modelo de Aguiar y Gopinath. En otras palabras, las conclusiones teóricas a las que arriban estos autores se mantienen al agregar el shock de demanda propuesto en el presente trabajo.

⁶ Todos los ratios son presentados en valor absoluto.

4. Conclusiones

En esta investigación se estimó la contribución teórica de distintos tipos de shock estructurales en el comportamiento de algunas variables relevantes para pequeñas economías abiertas. Se consideró la influencia de tres shocks diferenciados: uno de demanda y dos de oferta o productividad, uno con efecto permanente en el ingreso y otro con efecto transitorio, que se diluye en el tiempo.

Para ello, se extendió el modelo desarrollado por Aguiar y Gopinath, a fin de incluir, además de los dos shocks de oferta considerados por los autores, una perturbación de demanda, que se modeló a través de un impuesto *ad valorem* al trabajo.

Se obtuvieron las ecuaciones que caracterizan al equilibrio competitivo de la economía y al estado estacionario no estocástico, para encontrar la solución del modelo, representada por las denominadas *policy functions*. Para obtener estas funciones, se recurrió a una aproximación de segundo orden alrededor del estado estacionario obtenido.

Las funciones de impulso-respuesta se obtuvieron a partir de la calibración de parámetros adoptada por Aguiar y Gopinath para los casos de México y Canadá, que los autores toman como representantes de las economías emergente y desarrollada, respectivamente.

El modelo teórico permite entender que el ratio de cuenta corriente sobre PBI es fundamental para separar empíricamente los shocks transitorios de los permanentes a la productividad. Debido a que un shock permanente positivo induce a un aumento del consumo mayor que el aumento del ingreso presente, caen los ahorros de la economía y disminuye, en consecuencia, el ratio de cuenta corriente sobre ingreso. Para el caso de los shocks transitorios, ocurre lo contrario. Un shock transitorio a la productividad aumenta el ingreso presente, pero este efecto tiende a desvanecerse en el tiempo. Esto genera un aumento del ahorro de los consumidores, ya que los mismos tienen el objetivo de suavizar su consumo en el tiempo, lo cual produce un incremento de la cuenta corriente de la economía.

Es decir, el modelo predice que, en economías donde prevalezcan los shocks permanentes, el ratio de cuenta corriente sobre PBI debería ser contracíclico, mientras que en economías donde primen los shocks transitorios de oferta, este ratio debería mostrar un comportamiento procíclico. Esta conclusión, a la luz de la evidencia empírica internacional, valida la hipótesis de investigación, que establece que en las economías emergentes la principal fuente de fluctuación en los ciclos son shocks a la tendencia del crecimiento, mientras que las desarrolladas se caracterizan por exhibir fluctuaciones transitorias alrededor de una tendencia estable.

La adición del shock de demanda realizada en el presente trabajo es importante, tanto desde el punto de vista teórico como empírico. En el primer punto, es fundamental formalizar teóricamente la existencia de los shocks de demanda, ya que una gran cantidad de trabajos empíricos muestran que una fracción importante de la volatilidad en el ingreso y otras variables económicas puede ser atribuida a este tipo de perturbaciones.

Los resultados obtenidos según el modelo desarrollado muestran que, ante un shock de demanda positivo (es decir, una reducción del impuesto proporcional al trabajo), la respuesta de los ratios de consumo, inversión, cuenta corriente y exportaciones netas sobre el producto son similares a las de un shock transitorio de oferta. Esto se debe a que una disminución de impuestos en el presente aumenta solo transitoriamente el

ingreso disponible, lo cual induce a las familias a ahorrar para afrontar la disminución del ingreso futuro. Esto genera que el ratio consumo sobre ingreso caiga, provocando un aumento de la cuenta corriente y exportaciones netas de la economía.

Futuras extensiones de la presente investigación incluirán la estimación empírica del modelo desarrollado. Se propone utilizar una metodología distinta a la desarrollada por Aguiar y Gopinath. Mientras que estos autores realizan una estimación estructural de los parámetros del modelo a través del Método de los Momentos Generalizado, se considera una alternativa interesante la estimación mediante Modelos Autorregresivos en Vectores Estructurales (SVAR, por su sigla en inglés), utilizando restricciones de signo para identificar los shocks estructurales.

Bajo esta metodología, se impone el signo de los efectos que los shocks modelados generan sobre las distintas variables económicas consideradas, con el fin de medir la importancia relativa que cada shock tiene para explicar su variabilidad. Los signos a imponer se obtienen de un modelo teórico que los respalde, con lo cual cobra un rol fundamental el modelo teórico desarrollado en el presente trabajo.

En definitiva, la estimación empírica del modelo permitiría comprobar si las conclusiones obtenidas por Aguiar y Gopinath son robustas respecto a la metodología de estimación utilizada. Además, se podría medir la contribución de los shocks de demanda en las economías de México y Canadá, un punto que en la investigación original de estos autores no se ha tenido en cuenta.

Otras líneas de investigación abarcan el desarrollo y estimación de un modelo que incluya el efecto de las tasas de interés en las decisiones económicas, así como también la inclusión de imperfecciones de mercado en el modelo teórico desarrollado.

Referencias bibliográficas

- AGUIAR, Mark y GOPINATH, Gita (2007). Emerging Market Business Cycles: The Cycle Is the Trend. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, **115**, 69-102.
- CHANG, Roberto y FERNÁNDEZ, Andrés (2013). On The Sources Of Aggregate Fluctuations In Emerging Economies. *International Economic Review*, Department of Economics, University of Pennsylvania y Osaka University Institute of Social and Economic Research Association, **54**, 1265-1293.
- CIOCCHINI, Francisco (2012). Neoclassical Growth Model. Notas de clase de Macroeconomía II, Universidad Torcuato Di Tella.
- CIOCCHINI, Francisco (2012). Recursive Problems and Dynamic Programming, Notas de clase de Macroeconomía II, Universidad Torcuato Di Tella.
- GARCÍA-CICCO, Javier; PANCRAZI, Roberto y URIBE, Martín (2010). Real Business Cycles in Emerging Countries? *American Economic Review*, **100**(5), 2510-31.
- HAMILTON, James (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University Press.
- HEVIA, Constantino (2013a). Structural Vector Autoregressions. Notas de clase de Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural, Universidad Torcuato Di Tella.
- HEVIA, Constantino (2013b). RBC Model with Technology and Demand Shocks. Notas de clase de Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural, Universidad Torcuato Di Tella.
- HEVIA, Constantino (2013c). Numerical approximation of DSGE models. Notas de clase de Métodos Empíricos en Macroeconomía Estructural, Universidad Torcuato Di Tella.
- HEVIA, Constantino (2014). Emerging market fluctuations: What makes the difference? *Journal of International Economics*, **94**(1), 33-49.
- KYDLAND, Finn y PRESCOTT, Edward (1982). Time to build and aggregate fluctuations, *Econometrica*, **50**(6), 1345-1370.
- KILIAN, Lutz (2011). Structural Vector Autoregressions. CEPR Discussion Papers No. DP8515. Recuperado de: <https://ssrn.com/abstract=1908563>
- LÜTKEPOHL, Helmut (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin Heidelberg: Springer.
- NEUMEYER, Pablo Andrés y PERRI, Fabrizio (2005). Business Cycles In Emerging Economies: The Role Of Interest Rates. *Journal of Monetary Economics*, **52**(2, Mar), 345-380.
- REBELO, Sergio (2005). Real Business Cycle Models: Past, Present And Future. *Scandinavian Journal of Economics*, **107**(2), 217-238.
- SCHMITT-GROHÉ, Stephanie y URIBE, Martín (2004). Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function. *Journal of Economic Dynamics & Control*, **28**, 755-775.
- UHLIG, Herald (1997). A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily. Center Discussion Paper, vol. 1995-97.
- URIBE, Martín y SCHMITT-GROHÉ, Stephanie (2015). *Open Economy Macroeconomics*. New York: Columbia University.

Apéndice A

Las ecuaciones que caracterizan al estado estacionario no estocástico de esta economía son:

$$\bar{g} = \mu_g$$

$$z = 0$$

$$\bar{\tau} = \tau^*$$

$$r^* = \bar{r}$$

$$\beta(1 + r^*) = e^{\mu_g[1-\gamma(1-\sigma)]}$$

$$r^* + \delta = \bar{r}$$

$$\bar{w} = \alpha \left(\frac{1-\alpha}{\bar{r}} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} e^{\mu_g}$$

$$\bar{k} = \frac{b - \bar{q} b e^{\mu_g} + (1-\tau^*) \frac{\gamma}{1-\gamma} \bar{w}}{\frac{\bar{r}}{1-\alpha} + (1-\tau^*) \frac{\gamma}{1-\gamma} \bar{w} \left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} - e^{\mu_g} + 1 - \delta}$$

$$\dot{i} = \bar{k}(e^{\mu_g} - 1 + \delta)$$

$$\bar{l} = \left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} \bar{k}$$

$$\bar{y} = \left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right) \bar{k}$$

$$\bar{c} = (1 - \tau^*) \frac{\gamma}{1-\gamma} \bar{w} \left[1 - \left(\frac{\bar{r}}{1-\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{e^{\mu_g}} \bar{k} \right]$$

$$\bar{b} = \bar{y} - \bar{c} - \dot{i}$$

$$\bar{\lambda} = \gamma \bar{c}^{\gamma(1-\sigma)-1} (1 - \bar{l})^{(1-\gamma)(1-\sigma)}$$