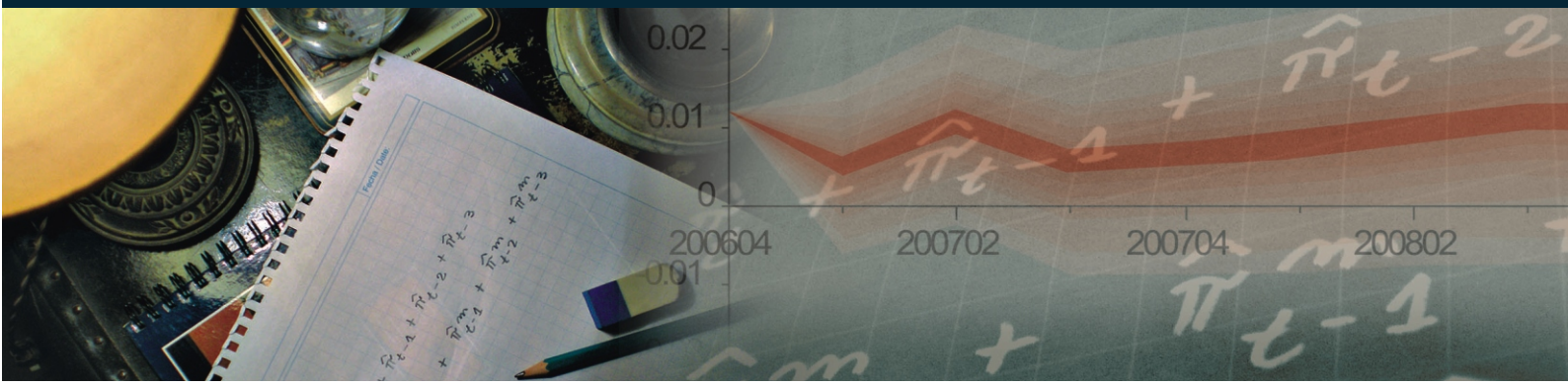


Estudios BCRA | 3

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina

Pedro Elosegui / Guillermo Escudé /

Lorena Garegnani / Juan Martín Sotes Paladino

Febrero de 2007

ie | BCRA

Investigaciones Económicas
Banco Central
de la República Argentina

Estudios BCRA | 3

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina

Banco Central
de la República Argentina

Presidente
Martín REDRADO

Vicepresidente
Miguel PESCE

Superintendente de Entidades Financieras
Waldo FARÍAS

Vicesuperintendente de Entidades Financieras
Zenón BIAGOSCH

Directores
Arnaldo BOCCO
Eduardo CAFARO
Luis CORSIGLIA
Jorge LEVY
Arturo O'CONNELL

Gerente General
Carlos PÉREZ

Subgerente General de Investigaciones Económicas
Hernán LACUNZA

Publicación editada por
Subgerencia General de Investigaciones Económicas / BCRA

Buenos Aires, febrero de 2007

NOTA DEL EDITOR

Los modelos macroeconómicos de proyección son ampliamente utilizados en los bancos centrales, tanto para el análisis de la coyuntura económica como para realizar proyecciones de mediano y largo plazo que contribuyan al diseño de la política monetaria.

Entre esos desarrollos se destacan los modelos macroeconómicos de pequeña escala que, aunque relativamente sencillos, son estructurados y tienen en cuenta los mecanismos de transmisión de las principales variables de interés para los bancos centrales: el producto, la inflación, la tasa de interés y el tipo de cambio. En línea con los desarrollos macroeconómicos modernos, estos modelos pueden derivarse a partir de fundamentos microeconómicos, especialmente en lo que respecta al rol que juegan las expectativas en el comportamiento de los agentes y a la existencia de rigideces nominales en los precios y en los salarios.

Este documento presenta el Modelo Económico Pequeño (MEP) del BCRA, que describe en forma estilizada la dinámica de la macroeconomía de un país pequeño y abierto. Atendiendo la realidad de un país en desarrollo, se presentan también variantes al modelo estándar que permiten simular diferentes regímenes monetarios y cambiarios, como -por ejemplo- la intervención simultánea del banco central en el mercado de dinero y en el mercado de divisas (flotación administrada).

Por supuesto no debe pensarse que esta herramienta constituye un insumo excluyente a la hora de diseñar la política monetaria, sino que constituye un elemento más de una batería de instrumentos que coadyuvan a dotar de mayor robustez a las decisiones de política. En definitiva, la difusión de este modelo pretende brindar mayor transparencia a los fundamentos y herramientas de la política monetaria, y someter el instrumento a la discusión y crítica de los analistas económicos con objeto de mejorar la capacidad de análisis de nuestros equipos técnicos.

Hernán Lacunza
Jefe de Estudios BCRA

Estudios BCRA | 3

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina

Pedro Elosegui / Guillermo Escudé / Lorena Garegnani /

Juan Martín Sotes Paladino

Febrero de 2007

ie | BCRA

Investigaciones Económicas
Banco Central
de la República Argentina

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina

Pedro Elosegui...[et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires : Banco Central de la República Argentina, 2007.

v. 3, 52 p. ; 30x21 cm. (Estudios BCRA dirigida por Hernán Lacunza)

ISBN 978-987-20003-8-7

1. Modelo Económico.
CDD 332.11

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina
1ª edición

ISBN: 978-987-20003-8-7

© Pedro Elosegui, Guillermo Escudé, Lorena Garegnani, Juan Martín Sotes Paladino, 2007

Serie Estudios BCRA
Director Hernán Lacunza
ISSN 1850-0137

Banco Central de la República Argentina
Reconquista 266 / Edificio Central Piso 8
(C1003ABF) Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Argentina
Tel.: (+5411) 4348-3719 Fax: (+5411) 4000-1257
Email: investig@bcra.gov.ar http://www.bcra.gov.ar

Fecha de publicación: febrero de 2007

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723.

Diseño editorial
Banco Central de la República Argentina
Gerencia Principal de Comunicaciones y Relaciones Institucionales
Área de Imagen y Diseño
Diagramación: N. G. Diseño Gráfico
Foto de tapa: Natalia González Ferrari

Impreso en Ediciones Gráficas Especiales
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, febrero de 2007
Tirada de 2000 ejemplares.

Las opiniones vertidas en este trabajo son exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente se corresponden con las del BCRA.

Libro de edición Argentina

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina

Contenido

Resumen/ Abstract | 11

Resumen Ejecutivo | 13

Executive Summary | 16

1. Introducción | 19

2. El MEP 1: ecuaciones del modelo | 21
- 2.1 La curva de Phillips | 24
- 2.2 La ecuación IS | 25
- 2.3 La ecuación de paridad no cubierta de tasas de interés | 25
- 2.4 La ecuación de política monetaria | 27
  - 2.4.1 Tipo de Cambio Fijo contra el dólar | 28
  - 2.4.2 Tipo de Cambio Fijo contra una canasta de monedas ponderadas por comercio | 29

3. El MEP 2: Intervención simultánea en el mercado de dinero y de divisas | 30
- 3.1 El equilibrio monetario y el balance del banco central | 31
- 3.2 La necesidad de incorporar dos ecuaciones de política | 33
- 3.3 Ecuaciones de política monetaria y cambiaria | 34

4. Estimaciones econométricas | 37
- 4.1 La estimación del MEP 1 | 38
- 4.2 La estimación del MEP 2 | 40

5. La resolución del MEP y un análisis impulso-respuesta | 41
- 5.1 El efecto de *shocks*: análisis impulso-respuesta | 43

6. Consideraciones finales | 46

Referencias | 47

Apéndice | 48
- A.1 Definición del TCRM | 48
- A.2 Tratamiento de variables exógenas | 50
  - A.2.1 Precios al consumidor de Brasil, Área Euro y EE.UU. | 50
  - A.2.2 Tipos de cambio bilaterales euro-dólar y real-dólar | 50
  - A.2.3 Tasa de interés internacional | 51

Un Modelo Económico Pequeño para Argentina

Pedro Elosegui / Guillermo Escudé / Lorena Garegnani / Juan Martín Sotes Paladino*

Resumen

La incertidumbre que rodea la toma de decisiones de política monetaria hace que la utilización de modelos macroeconómicos sea una práctica común entre los bancos centrales, tanto para el diseño de la política monetaria como para el análisis de la situación económica coyuntural y la realización de proyecciones de mediano y largo plazo. El Modelo Económico Pequeño (MEP) para Argentina describe en forma estilizada y estructurada la dinámica de la macroeconomía de un país pequeño y abierto. Este documento presenta la estructura del MEP en sus dos versiones: una primera que constituye el núcleo del modelo y una versión ampliada que incorpora la intervención simultánea de la autoridad monetaria en los mercados de dinero y de divisas. Se discuten sus principales características y limitaciones, los métodos de estimación de sus parámetros, y las funciones de impulso-respuesta que surgen de ambas especificaciones. Por último, se mencionan las restantes líneas de investigación tendientes a fortalecer las herramientas de análisis, simulación y predicción del BCRA.

Códigos JEL: C32, C61, E32, E37, E52, E58.
Palabras clave: política monetaria, proyecciones, modelos *New Keynesian*, equilibrio general.

A Small Economic Model for Argentina

Abstract

The uncertainty around monetary policy decision-making requires central banks to make extensive use of macroeconomic models both to analyze the current economic situation and to forecast the evolution of the main economic variables. The Small Economic Model (SEM) for Argentina describes in a stylized manner the macroeconomic dynamic of a small and open economy. This document describes the SEM's structure and its two versions: a first one that includes the model's core equations, and a second version that incorporates the simultaneous intervention in the money and foreign exchange markets by the central bank. The model's main characteristics and limitations, the techniques employed to estimate its parameters and impulse-response functions for both models are presented. Finally, the future research agenda aimed to strengthen the analysis, simulation and forecasting tools for monetary policy purposes is discussed.

JEL Codes: C32, C61, E32, E37, E52, E58.
Key Words: monetary policy, forecasting, New Keynesian models, general equilibrium.

---

* Los autores agradecen los aportes de Francisco Lepone en la solución numérica del modelo y en versiones preliminares. Se agradecen, asimismo, los comentarios de Daniel Heymann, Sebastián Katz, Hernán Lacunza, George Mc Candless y Demián Panigo. Las opiniones vertidas en este trabajo son exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de la República Argentina.

Resumen Ejecutivo

La toma de decisiones de política monetaria en un ambiente de incertidumbre involucra la necesidad de complementar el juicio de los expertos con adecuada información acerca de la estructura económica subyacente. En particular, interesa conocer la importancia relativa de los diversos canales de transmisión a través de los cuáles las alternativas de política influyen sobre las variables de interés. Por esta razón, los bancos centrales recurren a la utilización de modelos macroeconómicos tanto para el análisis de la situación económica actual como para la proyección de la evolución de las variables. Dentro de estos, los modelos macroeconómicos de pequeña escala tienen una amplia difusión. El presente documento presenta un Modelo Económico Pequeño (MEP) para Argentina que describe la dinámica de la macroeconomía de un país pequeño y abierto contemplando, en sus dos versiones, diferentes regímenes cambiarios y monetarios.

En su primera versión, el MEP está conformado por un sistema dinámico de ecuaciones que incluye: una ecuación que describe la dinámica de la inflación o "curva de Phillips", una ecuación que describe la dinámica de la brecha de producto, o "curva IS", una ecuación de paridad en descubierto de tasas de interés o "curva UIP", y una ecuación de política monetaria o "regla de Taylor". Las cuatro variables endógenas principales son la tasa de inflación, la brecha del producto, el tipo de cambio real y la tasa de interés real, medidas en desvíos respecto a sus valores de tendencia de largo plazo. La intervención del banco central en el mercado monetario se modela a través del uso de la tasa de interés como instrumento de política. Esta versión del modelo supone flotación pura aunque puede ser adaptado al supuesto de tipo de cambio fijo.

En la segunda versión, el MEP incorpora a la estructura núcleo del anterior la intervención simultánea del banco central en el mercado de dinero y en el mercado de divisas. Este agregado, que refleja una situación más acorde a la realidad de los países en desarrollo, constituye un aporte novedoso a la literatura acerca de estos modelos. De esta manera se agregan: una ecuación de equilibrio en el mercado de dinero o "curva LM", la esterilización de los efectos monetarios de la intervención en el mercado cambiario mediante la emisión de bonos y una regla de política adicional. Así, la cantidad de dinero, los bonos de la autoridad monetaria (utilizados para esterilizar) y el nivel de reservas internacionales se agregan como variables endógenas. Esta segunda versión del MEP permite modelar al menos cuatro regímenes monetarios alternativos: tipo de cambio fijo con el dólar, tipo de cambio fijo con una canasta de monedas, metas de inflación con flotación pura, y flotación administrada. En este último caso, el banco central utiliza simultáneamente la intervención en el mercado de dinero (tasa de interés) y la intervención en el mercado cambiario (nivel de reservas internacionales) como instrumentos. Para esto se introduce una regla de política adicional que supone que el banco central opone resistencia a los cambios en el tipo de cambio nominal contra el dólar o bien a los cambios en el tipo de cambio nominal contra la canasta de monedas o bien a los cambios en el tipo de cambio real multilateral.

Los parámetros de las ecuaciones cruciales del MEP se determinan a partir de estimaciones empíricas en ambas versiones, utilizando datos de frecuencia trimestral para el período 1993-2006. La metodología de análisis econométrico utilizada, el Método Gene-

ralizado de Momentos (MGM), permite no sólo tener en cuenta la característica de sistema de las ecuaciones del modelo, sino también corregir posibles problemas de endogeneidad, y otros que surgen de modelar el supuesto de expectativas racionales de los agentes.

Los resultados de la estimación econométrica del sistema muestran que en el caso de la ecuación de Phillips tanto el componente *forward* como el *backward* resultan individualmente significativos, siendo mayor la ponderación del pasado que la del futuro. La brecha del producto afecta con rezagos a la inflación presente, en tanto que la variable que incorpora a la depreciación real más la inflación doméstica (equivalente a la devaluación nominal más la inflación importada) resulta significativa con rezagos y tiene efecto positivo. En relación a la ecuación IS, el componente *backward* tiene mayor ponderación que el componente *forward*, mientras que la tasa de interés real entra con rezagos significativos que reflejan el retardo con el cual cambios en la tasa de interés afectan a la brecha de producto. Por otro lado, la variación del tipo de cambio real resulta significativa también con rezagos. En el caso de la UIP, se destaca que los resultados de las estimaciones convalidan la presencia de un rezago del tipo de cambio además del valor esperado de esta variable, en tanto que la ponderación del pasado es mayor que la del futuro.

Estos resultados son similares para el MEP en su segunda versión, con excepción de la UIP. A diferencia del modelo anterior, se incorpora una variable de bonos de la autoridad monetaria como medida de riesgo, siendo su impacto rezagado significativo y positivo, con considerable relevancia en términos de la capacidad explicativa del modelo. Adicionalmente, esta segunda versión del modelo incluye la ecuación de demanda de dinero en la que la dinámica del agregado monetario se explica por sus propios rezagos y por la tasa de interés nominal rezagada con signo negativo. Es necesario remarcar que en ambos modelos las estimaciones, ajustadas trimestre a trimestre en base a nuevas realizaciones de las variables exógenas, muestran una creciente estabilidad y consistencia en los parámetros fundamentales que determinan la estabilidad dinámica del sistema.

El MEP es un sistema lineal de ecuaciones en diferencias, con variables endógenas rezagadas (*backward*) y variables de expectativa (*forward*). Esto hace que la resolución del sistema requiera métodos numéricos. De esta manera, la proyección de las variables macroeconómicas se obtiene resolviendo el sistema a partir de una serie de condiciones iniciales y terminales, y utilizando información sobre la evolución de todas las variables exógenas que afectan al modelo. El sistema puede resolverse utilizando el valor futuro de las variables endógenas en lugar de las variables en expectativas, dado el supuesto de expectativas consistentes con el modelo. La solución del modelo se implementa utilizando el programa WinSolve. Asimismo, es posible incluir *shocks* exógenos que permiten ajustar las proyecciones a cambios no considerados en el modelo, mejorando la capacidad de predicción del mismo en el corto plazo. Sin embargo, el MEP es un modelo de mediano plazo que, como tal, permite desarrollar proyecciones de las principales variables macroeconómicas durante los siguientes dos a tres años (ocho a doce trimestres).

La posibilidad de incluir *shocks* que afectan la evolución de las variables endógenas permite analizar el comportamiento de las mismas ante cambios sorpresivos de la demanda, la oferta y el sector externo de la economía. En tal sentido, un *shock* positivo sobre la demanda puede modelarse a través de una perturbación a la curva IS. Las pro-

yecciones subsiguientes de las variables endógenas muestran el ajuste de la economía ante tal *shock*, que será diferente según el modelo considerado. En la segunda versión del MEP pueden notarse diferencias de magnitud en la respuesta de las variables, derivadas de la mayor riqueza en los mecanismos de transmisión. En particular, se observa el resultado de la intervención que realiza la autoridad monetaria en el mercado de divisas a partir de un menor efecto sobre la apreciación real del tipo de cambio. Asimismo, se nota un menor impacto sobre la tasa de interés nominal, que refleja la mayor liquidez derivada de la intervención de la autoridad monetaria en el mercado de divisas, a pesar del esfuerzo de esterilización.

En definitiva el MEP, en cualquiera de sus versiones, permite al BCRA contar con una herramienta analítica simple, capaz de evaluar las implicancias macroeconómicas de diferentes opciones de política y realizar proyecciones de las variables relevantes. Asimismo, posibilita nutrir, con sus proyecciones, modelos econométricos auxiliares de suma utilidad para proyectar variables macroeconómicas y monetarias. Este tipo de herramientas tienen un rol auxiliar importante en la toma de decisiones de política monetaria de manera informada y consistente. Sin embargo, debido a su baja complejidad, el modelo tiene limitaciones, especialmente al momento de evaluar y realizar análisis de políticas monetarias que operan a través de mecanismos de transmisión más sofísticados. Por esta razón, se continúa avanzando en el desarrollo de modelos alternativos y complementarios, principalmente con modelos dinámicos y estocásticos de equilibrio general (DSGE), en consonancia con los desarrollos recientes de la literatura económica y con las agendas de investigación de otras autoridades monetarias. Esto permitirá complementar y fortalecer la capacidad de realizar proyecciones y análisis de las diferentes opciones de política monetaria en la economía argentina.

Executive summary

Monetary policy decision-making under uncertainty requires complementing experts' judgments with adequate information regarding the structure of the economy. In particular, it is necessary to understand the relative importance of the diverse transmission channels of monetary policy. In this sense, central banks make extensive use of macroeconomic models both to analyze the current economic situation and to forecast the evolution of the main economic variables. Among the macroeconomic forecasting models used by central banks, small-scale macroeconomic ones play a main role. This document presents a Small Economic Model (SEM) for Argentina that describes the macroeconomic dynamic features of a small and open economy, contemplating in its two versions different exchange rate and monetary regimes.

In its first version, the SEM consists of a dynamic system of equations which includes an equation that describes the dynamics of inflation or "Phillips curve", an equation for the output gap, or "IS curve", an equation for the uncovered interest rate parity or "UIP curve", and a monetary policy equation or "Taylor rule". The four main endogenous variables are the inflation rate, the output gap, the real exchange rate, and the real interest rate, measured as deviations from their steady state values. Central bank intervention in the monetary market is modeled using the interest rate as a policy instrument. This version of the model assumes a pure floating exchange rate regime, although it could be adapted to a fixed exchange rate regime.

In its second version, the SEM incorporates to the core structure of the first version the simultaneous intervention by the central bank in the money and foreign exchange markets. This addition, which reflects a situation more in line with the reality of developing countries, constitutes a novel contribution to the literature on these models. An equation for the equilibrium in the money market, or "LM curve", the sterilization of the monetary effects of intervention in the foreign exchange market by means of the issuance of bonds, and an additional policy rule, are added. The amount of money, central bank bonds (used for sterilization purposes) and the level of international reserves are also added as endogenous variables. This second version of the SEM makes it possible to model four alternative monetary regimes: a fixed exchange rate against the dollar, a fixed exchange rate against a basket of currencies, a pure float inflation targeting, and managed floating. In the case of the latter, the central bank simultaneously intervenes in the money (interest rates) and the foreign exchange markets (level of international reserves) as instruments. With this purpose, an additional policy instrument is introduced. It assumes that the central bank resists changes either in the nominal exchange rate against the dollar, in the nominal exchange rate against the basket of currencies, or in the real multilateral exchange rate.

The parameters of the equations for the SEM are determined on the basis of empirical estimates in both versions, using data with a quarterly frequency for the 1993-2006 period. The econometric methodology used, the Generalized Method of Moments (GMM), not only makes it possible to jointly estimate the model's equations as a system, but also to correct possible problems of endogeneity, and others that arise from modeling the assumption of rational expectations.

The results of the econometric estimation of the system show that in the case of the Phillips equation both the forward and the backward components are individually significant,

being the weight of lagged inflation greater than that on the expected future inflation. The output gap has a lagged impact on current inflation, while the imported inflation (given by nominal devaluation plus foreign inflation) is significant with lags and has a positive effect. With respect to the IS equation, the backward component has a greater weight than the forward component, while the real interest rate has a lagged and significant effect in output gap, reflecting the delay with which changes in the interest rate affect the economy. The variation in the real exchange rate is significant, also lagged. In the case of the UIP curve, the estimation confirms the presence of a lead and a lagged effect in the exchange rate, while the weight of the past is greater than that of the future.

These results are similar for the SEM in its second version, except in the case of the UIP equation. The stock of bonds issued by the central bank is introduced as a risk measure. This variable has a significant positive lagged impact, with considerable relevance in terms of the goodness of fit of the model.

In addition, this second version of the model includes a money demand equation in which the dynamics of the monetary aggregate is explained by its own lags, the nominal interest rate and by the stock of central bank bonds. It should be noted that in the case of both models the estimates, adjusted quarter by quarter on the basis of new realizations of the exogenous variables, show growing parameter stability and consistency.

The SEM is a linear system of difference equations with lagged (backward) endogenous variables, and forward expectation variables. This means that the solution of the system requires numerical methods. The macroeconomic variables forecast is obtained by solving the system subject to initial and terminal conditions, and using information on the evolution of all the exogenous variables affecting the model.

Given the assumption that expectations are model consistent, the model can be solved using the future value of the endogenous variables instead of their expected values. The solution of the model is implemented using the WinSolve software. In addition, it is possible to include exogenous shocks that enable forecasts to be adjusted for changes not considered in the model, improving its predictive power in the short run. Nevertheless, the SEM is a medium-term model that as such, makes it possible to forecast the paths of the main macroeconomic variables during the following two to three years (eight to twelve quarters).

The inclusion of shocks affecting the dynamics of the endogenous variables makes it possible to analyze their behavior in the face of sudden changes in demand, supply, and the external sector of the economy. A positive shock to aggregate demand can be modeled by means of a disturbance to the IS curve. Subsequent projections of the endogenous variables show the adjustment by the economy to such a shock, which will differ according to the model considered. In particular, it can be seen that the second version of the SEM shows similar responses in the variables to the same initial impulse, although differences in magnitude can be detected due to the richer transmission mechanisms considered. In particular, monetary intervention in the foreign exchange market lessens the effect of the real exchange rate appreciation. In addition, it can be seen that there is a lower impact on the nominal interest rate, reflecting the increased liquidity arising from the monetary authority intervention in the foreign exchange market, despite sterilization efforts.

Finally, the SEM, in either of its versions, provides the Central Bank with a simple analytical tool capable of evaluating the macroeconomic implications of different policy options and forecasting relevant variables. In addition, the forecasts can be use as inputs for auxiliary econometric models to forecast other macroeconomic and monetary variables. These tools play an important auxiliary role in the monetary policy decision making process. Nevertheless, because of its low complexity, the model presents limitations, particularly when it comes to evaluating and analyzing monetary policies that function on the basis of more sophisticated transmission mechanisms. For this reason, progress continues to be made on the development of alternative, complementary models, mainly based on dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) models, in line with recent developments in economic literature and the research programs of other monetary authorities. This will make it possible to complement and strengthen the capacity to perform forecasts and analyses of the different monetary policy options in the Argentine economy.

1. Introducción

La complejidad y dificultad que entraña el proceso de diseño e implementación de la política monetaria requiere la utilización de herramientas que, haciendo uso de los desarrollos analíticos y empíricos incorporados en modelos macroeconómicos, complementen adecuadamente las decisiones de la autoridad monetaria. En tal sentido, el desarrollo y la utilización de herramientas que permitan una adecuada proyección de los efectos de diferentes políticas monetarias constituye uno de los objetivos de la Subgerencia General de Investigaciones Económicas del BCRA. Esto coincide con las prioridades fijadas en las agendas de investigación de otras autoridades monetarias, tanto de países desarrollados como en desarrollo, donde el uso de modelos macroeconómicos es una práctica común.[1] Estos modelos cumplen diversos propósitos, ya que se los utiliza para analizar la situación económica coyuntural, para evaluar empírica y cuantitativamente el efecto de políticas monetarias alternativas, así como para realizar proyecciones de mediano y largo plazo.

Entre la variedad de modelos macroeconómicos utilizados por las autoridades monetarias, los denominados modelos macroeconómicos de pequeña escala tienen un rol importante.[2] Estos modelos tienen estructura,[3] aunque la misma es relativamente sencilla, y han sido desarrollados para llevar adelante el análisis de políticas con adecuada flexibilidad y consistencia. La relativa sencillez hace más transparente los mecanismos de transmisión de la política monetaria facilitando su comprensión. En particular, estos modelos brindan un marco analítico ordenado para considerar los diversos mecanismos de transmisión de la política monetaria, al tiempo que la posibilidad de realizar proyecciones con resultados cuantitativos agrega información relevante al proceso de toma de decisiones. A pesar de no tratarse, en general, de modelos microfundados, sus ecuaciones pueden usualmente ser derivadas a partir de fundamentos microeconómicos en línea con la literatura macroeconómica moderna, especialmente en relación al papel central que juegan las expectativas en el comportamiento de los agentes económicos. Con estos ingredientes, estos modelos sencillos permiten complementar adecuadamente, junto con estimaciones econométricas, proyecciones del mercado y/o juicio de expertos, las decisiones de la autoridad monetaria.

El MEP desarrollado por el BCRA describe en forma estilizada la dinámica de la macroeconomía de un país pequeño y abierto, como lo es Argentina. En su primera versión, el mismo sigue los lineamientos más usuales de este tipo de modelos de amplio uso en diferentes bancos centrales. Tales modelos han sido desarrollados típicamente para economías industrializadas, en cuyos bancos centrales se practica una política monetaria de metas de inflación (MI) (sean explícitas o implícitas) y en donde el tipo de

[1] La utilización de modelos macroeconómicos por parte de los bancos centrales de los principales países industrializados se retrotrae al menos a finales de los 60. Ver Price (1996), pág. 6.

[2] Estos modelos tienen una tradición importante en Inglaterra, ver Bank of England (1999). Ver también Modelos Macroeconómicos y Proyecciones del Banco Central de Chile (2003).

[3] No son modelos de equilibrio parcial sino general. Dentro de la estructura del modelo existe interrelación entre las variables endógenas, siendo posible interpretar cada una de sus ecuaciones, así como considerar la causalidad y el efecto de los cambios de las variables de política. Por estas razones, según Berg y otros (2006) se trata de modelos estructurales.

cambio es, en general, flotante. Sin embargo, como se verá más adelante, esta versión del MEP puede ser modificada para tener en cuenta una política de tipo de cambio fijo. Por su parte, la segunda versión del MEP contempla una mayor variedad de políticas que pueden ajustarse de manera más directa a las aplicadas en las economías emergentes, incluyendo no sólo a las anteriormente mencionadas sino también a la intervención en el mercado de divisas o flotación administrada.

El núcleo del MEP, en su primera versión, está conformado básicamente por un sistema dinámico de ecuaciones que incluye: una ecuación que describe la dinámica de la inflación o "curva de Phillips", una ecuación que describe la dinámica de la brecha de producto, o "curva IS", una ecuación de paridad en descubierto de tasas de interés o "curva UIP", y una ecuación de política monetaria o "regla de Taylor." Las cuatro variables endógenas principales son la tasa de inflación, la brecha del producto, el tipo de cambio real y la tasa de interés real. En la segunda versión, el MEP incorpora una ecuación de equilibrio en el mercado de dinero o "curva LM", la esterilización de los efectos monetarios de la intervención en el mercado cambiario mediante la emisión de bonos y una regla de política adicional, lo que constituye una modificación significativa respecto a lo observado usualmente en la literatura acerca de estos modelos. En efecto, el desafío que se implementa en la segunda versión del modelo es el de modelar la intervención simultánea del banco central en el mercado de dinero y en el mercado de divisas. Ello requiere volver a introducir explícitamente el equilibrio monetario (o sea una ecuación LM, como en los libros de texto tradicionales) en el modelo, algo que tendió a ser dejado de lado en los modelos de los países industrializados.

Una característica de estos modelos que es también incorporada en el MEP se relaciona con el supuesto de que las expectativas de los agentes son consistentes con el modelo. Esto implica que en la solución hacia adelante del modelo la variable esperada o "de salto", por ejemplo la inflación, termina siendo plenamente compatible con la determinada por el propio modelo, y por ende, igual a la finalmente observada. Se trata de un supuesto más fuerte que el de expectativas racionales, que resulta relativamente fácil de modelar mientras que evita supuestos arbitrarios sobre las expectativas. Está implícito entonces que los agentes conocen el modelo, tienen acceso, y utilizan en forma eficiente, toda la información relevante para formar su pronóstico acerca de la evolución futura de las variables de interés.

Una característica adicional que diferencia al MEP de algunos otros modelos es que los parámetros de las ecuaciones cruciales no son calibrados sino que se determinan a partir de estimaciones empíricas. La metodología de análisis econométrico utilizada permite no sólo tener en cuenta la característica de sistema de las ecuaciones del modelo, sino también corregir posibles problemas de endogeneidad, así como aquellos que surgen de modelar el supuesto de expectativas consistentes de los agentes.

El MEP utiliza datos de frecuencia trimestral, generando valores de referencia o promedio de las variables durante el trimestre respectivo. La proyección de las variables macroeconómicas se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones dinámicas a partir de una serie de condiciones iniciales y terminales, y utilizando información sobre la evolución de todas las variables exógenas que afectan al modelo. Cabe consignar que ni la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía ni el tipo de cambio real multilateral de equilibrio

de largo plazo se determinan de manera endógena. El crecimiento de largo plazo se introduce en el modelo a través de una proyección exógena del producto potencial.[4] A su vez, el tipo de cambio real (bilateral o multilateral) de equilibrio de largo plazo se introduce imponiendo una condición terminal para esa variable. Por estas razones se dice que el MEP es un modelo de mediano plazo que, como tal, permite con relativa facilidad desarrollar proyecciones de las principales variables macroeconómicas durante los siguientes dos a tres años (ocho a doce trimestres).

El presente trabajo describe la estructura del MEP en su primera y segunda versión, indicando sus principales características y limitaciones, y ejemplificando las funciones de impulso-respuesta que surgen del mismo. Asimismo, se indican las modificaciones que se están realizando sobre el modelo, y las restantes líneas de investigación tendientes a fortalecer las herramientas de análisis, simulación y predicción del BCRA. En la sección 2 se describen las ecuaciones del modelo en su versión MEP 1, que constituyen el núcleo de los desarrollos posteriores, tales como el MEP 2, la versión de flotación administrada descripta en la sección 3. La sección 4 desarrolla la metodología de estimación de los parámetros del modelo y comenta los resultados en términos cualitativos. La sección 5 describe en forma general el proceso de resolución de este tipo de modelos y analiza las funciones impulso-respuesta que surgen del MEP 1 y el MEP 2, describiendo de esta manera una de las utilidades de este tipo de modelos para el análisis de política monetaria. Finalmente, la última sección concluye y enumera las líneas de trabajo futuras.

2. El MEP 1: ecuaciones del modelo

Tal como se menciona en la introducción, el núcleo del MEP está conformado, en su primera versión, por un sistema dinámico de cuatro ecuaciones: una ecuación que describe la dinámica de la inflación, otra que describe la dinámica de la brecha del producto, una ecuación de paridad no cubierta de tasa de interés que establece una relación de arbitraje entre la tasa de interés doméstica, la tasa de interés internacional (en dólares) y el tipo de cambio real bilateral con el área del dólar, y finalmente una ecuación de política monetaria. Adicionalmente se tienen dos identidades: la primera vincula el tipo de cambio real bilateral con el área del dólar con el tipo de cambio multilateral con una canasta de monedas (que incluye el dólar, el euro y el real), y la segunda relaciona la tasa de inflación intertrimestral con la tasa de inflación interanual (que figura en la ecuación de política cuando se usa la tasa de interés como instrumento). Esta segunda identidad se incluye debido a que para el banco central resulta natural pensar en términos de un objetivo de inflación interanual, por lo cual es conveniente distinguir la tasa de inflación intertrimestral (que figura en la ecuación IS y en la ecuación de Phillips) de la tasa interanual (que figura en la regla de política monetaria).

[4] Para ello, se utiliza un modelo de producto potencial desarrollado en base al enfoque de la función de producción. Ver Elosegui y otros (2006).

Cabe mencionar que el MEP trabaja con variables medidas como desvíos porcentuales (más precisamente, desvíos de los logaritmos) de las variables con respecto a sus valores de largo plazo. Para ello las ecuaciones dinámicas, que serían no lineales si el modelo fuera explícitamente microfundado, se expresan en forma log-lineal (o sea, lineal en los logaritmos de las variables). En cuanto a la notación, cabe advertir que en lo que sigue el acento circunflejo sobre una variable x_t significa que la variable está medida como desvío logarítmico con respecto a su valor de estado estacionario de largo plazo, $\overline{x}$.[5]

Las seis variables endógenas principales son: $\widehat{\pi}_t, \widehat{\pi}_t^{\circ}, \widehat{y}_t^{\circ}, \widehat{e}_t, \widehat{e}_t^{US}$, y, $\widehat{r}_t$ que representan la tasa de inflación doméstica en dos versiones (intertrimestral $\widehat{\pi}_t$ e interanual $\widehat{\pi}_t^{\circ}$) la brecha del producto,[6] el tipo de cambio real multilateral, tipo de cambio real bilateral con el área del dólar (EE.UU.)[7] y la tasa de interés real. Entonces, en su mínima expresión, el modelo está representado por las siguientes seis ecuaciones:

$$\widehat{\pi}_t = A^1\ (L)\widehat{\pi}_t + A^2\ E_t\widehat{\pi}_{t+1} + A^3\ (L)\widehat{y}_t^{\circ} + A^4\ (L)\Delta\widehat{e}_t \tag{1}$$

$$\widehat{y}_t^{\circ} = B^1\ (L)\widehat{y}_t^{\circ} + B^2\ E_t\widehat{y}_{t+1}^{\circ} + B^3\ (L)\widehat{r}_t + B^4\ (L)\Delta\widehat{e}_t \tag{2}$$

$$\widehat{r}_t = \widehat{r}_t^{*US} + E_t\Delta\widehat{e}_{t+1}^{US} + \widehat{\zeta}_t \tag{3}$$

$$\widehat{r}_t = C^1\widehat{r}_{t-1} + C^2(\widehat{\pi}_t^{\circ} - \widehat{\pi}_t^{\circ m}) + C^3\widehat{y}_t^{\circ} + (C^1\widehat{\pi}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1}) \tag{4}$$

$$\Delta\widehat{e}_t = \Delta\widehat{e}_t^{US} + \widehat{\pi}_t^{*} - \widehat{\pi}_t^{*US} - \widehat{\delta}_t^{*} \tag{5}$$

$$\widehat{\pi}_t^{\circ} = \widehat{\pi}_t + \widehat{\pi}_{t-1} + \widehat{\pi}_{t-2} + \widehat{\pi}_{t-3}. \tag{6}$$

Las variables exógenas, $\widehat{r}^{*US}$, ζ, π^*, π^{*US}, δ^* y $\pi^{\circ m}$ representan la tasa de interés real de EE.UU., la prima de riesgo, la tasa de inflación internacional multilateral, la tasa de inflación de EE.UU., la tasa de apreciación nominal del dólar con respecto a la canasta de monedas internacionales (dólar, real y euro), y el objetivo de inflación (interanual) que el banco central tiene en cuenta al determinar la tasa de interés. En tanto $A^i\ (L)$ y $B^i\ (L)$, con $i = 1,2,3,4$ representan polinomios en el operador de rezago *(L)*. Por su parte, A_j^i *y* B_j^i indican los coeficientes que acompañan al rezago *j* con *j* $= 0,1,2,..$ de

---

[5] $\widehat{x}_t = \log\left(\frac{x_t}{\overline{x}}\right) = \log x_t - \log\overline{x}$. Esto es aproximadamente equivalente al desvío porcentual, ya que: $\log\left(\frac{x_t}{\overline{x}}\right) = \log\left(\frac{x_t-\overline{x}}{\overline{x}} + 1\right) \approx \frac{x_t-\overline{x}}{\overline{x}}$.

[6] Como el MEP introduce el crecimiento de largo plazo a través del producto potencial (que es exógeno), resulta conveniente definir la brecha del producto como razón con respecto al producto potencial. De esta manera se define la brecha del producto como:

$$y_t^{\circ} \equiv \frac{y_t}{y_t^{\bullet}},$$

donde $y_t^{\bullet}$ es el producto potencial. Además, el MEP impone la condición terminal de que en el largo plazo (estado estacionario) el producto sea igual al producto potencial ($\overline{y} = \overline{y}^{\bullet}$). Luego, el desvío porcentual de la brecha del producto

$$\widehat{y}_t^{\circ} = \widehat{y}_t - \widehat{y}_t^{\bullet} = \log\frac{y_t}{\overline{y}} - \log\frac{y_t^{\bullet}}{\overline{y}^{\bullet}} = \log\frac{y_t}{\overline{y}} - \log\frac{y_t^{\bullet}}{\overline{y}} = \log y_t - \log y_t^{\bullet} = \log\frac{y_t}{y_t^{\bullet}}.$$

[7] En el Apéndice se tiene un desarrollo detallado de las diversas definiciones utilizadas para el tipo de cambio real.

la variable i. Estos coeficientes, incluido el número de rezagos, se determinan en forma econométrica.[8] En tanto, los parámetros C^1, C^2, C^3 también son exógenos y representan, respectivamente, la importancia que el banco central le asigna a la tasa de interés rezagada, al desvío de la tasa de inflación con respecto a la meta y a la brecha del producto al momento de determinar la tasa de interés. La ecuación (4) resume de manera estilizada, a través del instrumento de tasa de interés, la intervención del banco central en el mercado monetario. El último término de (4) proviene de expresar la ecuación de política, que usualmente se plantea en términos nominales,[9] en términos de la tasa de interés real para tener la versión del modelo con un número mínimo de variables.

En el sistema (1)-(6) se ha optado por trabajar con las tasas de depreciación real ($\Delta\widehat{e}_t, \Delta\widehat{e}_t^{US}$) y las tasas de interés real ($\widehat{r}_t, \widehat{r}_t^{*US}$). Utilizando las definiciones de estas variables, las mismas pueden ser reemplazadas por las tasas de depreciación e interés nominales. Las siguientes son las definiciones de las tasas de interés real y de las tasas de depreciación real:

$$\widehat{r}_t = \widehat{i}_t - E_t\widehat{\pi}_{t+1} \tag{7}$$

$$\widehat{r}_t^{*US} = \widehat{i}_t^{*US} - E_t\widehat{\pi}_{t+1}^{*US} \tag{8}$$

$$\Delta\widehat{e}_t = \widehat{\delta}_t - \widehat{\delta}_t^* + \widehat{\pi}_t^* - \widehat{\pi}_t \tag{9}$$

$$\Delta\widehat{e}_t^{US} = \widehat{\delta}_t + \widehat{\pi}_t^{*US} - \widehat{\pi}_t. \tag{10}$$

Aquí $\widehat{i}_t$, $\widehat{i}_t^{*US}$, $\widehat{\delta}_t$ representan la tasa de interés nominal en pesos, la tasa de interés nominal en EE.UU., y la tasa de depreciación nominal del peso contra el dólar.[10] Una vez determinadas la tasa de interés real doméstica y la tasa de depreciación real con respecto al dólar y a la canasta de monedas, es posible obtener las variables nominales correspondientes a partir de estas ecuaciones. Haciendo uso de estas definiciones, las ecuaciones (3) y (4) pueden reemplazarse por las siguientes:

$$\widehat{i}_t = \widehat{i}_t^{*US} + E_t\widehat{\delta}_{t+1} + \widehat{\zeta}_t \tag{11}$$

$$\widehat{i}_t = C^1\,\widehat{i}_{t-1} + C^2\,(\widehat{\pi}_t^{\circ} - \widehat{\pi}_t^{\circ m}) + C^3\,\widehat{y}_t^{\circ}. \tag{12}$$

La primera expresa la ecuación de paridad de tasas de interés ajustada por riesgo en términos de las variables nominales. La segunda ecuación expresa la política monetaria en términos de una regla para la tasa de interés nominal. La inclusión en la regla de Taylor de un término con la tasa de interés rezagada responde a la propensión de los bancos centrales a evitar una volatilidad excesiva de la tasa de interés nominal. La magnitud relativa de los coeficientes C^i $(i = 1,2,3)$ especifica qué fuerza le da a cada factor el

[8] Ver detalle en la sección 4.

[9] Ver (12).

[10] Obsérvese que (5) proviene de restar (10) de (9) término a término.

banco central.[11] Las ecuaciones del modelo se analizan con mayor detalle en las subsecciones siguientes.

2.1 La curva de Phillips

La primera ecuación del modelo refleja la evolución de la tasa de inflación en lo que sería una versión de la "curva de Phillips". En modelos microfundados esta ecuación surge de la optimización de las empresas, suponiendo que las mismas deciden sus precios (en base al costo marginal esperado) en un contexto de rigidez nominal de precios. Esto hace que las empresas deban contemplar a los precios futuros al momento de tomar sus decisiones. Como muestra Roberts (1995), diversos modelos *New Keynesian* derivan relaciones de este tipo, sea con contratos escalonados a la Taylor (1979, 1980) o mediante el artificio de que sólo un grupo (aleatorio) de empresas optimiza en cada período, a la Calvo (1983), mientras que las demás simplemente indexan su precio a la inflación rezagada. La configuración que surge de este tipo de modelos describe la dinámica de la inflación a partir de la expectativa acerca de los precios futuros y de la inercia captada por la inflación rezagada. Adicionalmente se incluye la brecha del producto, el efecto neto de la inflación internacional ("importada") y la variación de los tipos de cambio sobre la variación del tipo de cambio real multilateral (ver la ecuación (9)).

Esta ecuación representa en forma estilizada "el lado de la oferta" del modelo y es estimada econométricamente con datos trimestrales.[12] La misma queda especificada con un rezago y un adelanto de la tasa de inflación,[13] un rezago en la brecha del producto, y uno o dos rezagos en la tasa de depreciación real:

$$\widehat{\pi}_t = A_1^1 \widehat{\pi}_{t-1} + A^2\, E_t \widehat{\pi}_{t+1} + A_1^3 \widehat{y}^{\circ}_{t-1} + A_1^4 (\widehat{e}_{t-1} - \widehat{e}_{t-2}) + A_2^4 (\widehat{e}_{t-2} - \widehat{e}_{t-3}).$$

Si se reemplaza la depreciación real por su equivalente según (9) y se agrupan los términos con las tasas de inflación, la ecuación se transforma en

$$\begin{aligned} \widehat{\pi}_t = {} & A_1^{'1} \widehat{\pi}_{t-1} + A_2^1 \widehat{\pi}_{t-2} + A^2\, E_t \widehat{\pi}_{t+1} + A_1^3 \widehat{y}^{\circ}_{t-1} \\ & + A_1^4 \left(\widehat{\delta}_{t-1} - \widehat{\delta}^*_{t-1} + \widehat{\pi}^*_{t-1} \right) + A_2^4 \left(\widehat{\delta}_{t-2} - \widehat{\delta}^*_{t-2} + \widehat{\pi}^*_{t-2} \right) \end{aligned} \tag{13}$$

donde se definió

$$A_1^{'1} \equiv A_1^1 - A_1^4, \qquad A_2^1 \equiv -A_2^4. \tag{14}$$

[11] Como alternativa, puede reemplazarse el desvío de la tasa interanual con respecto a la meta de la inflación por el desvío esperado en un período futuro.

[12] Ver la sección 4 para detalles técnicos de las estimaciones econométricas.

[13] Los coeficientes rezagados y adelantados (expectativa) de la tasa de inflación suman la unidad, de manera que en el largo plazo no existe relación entre inflación y brecha de producto, si bien la presencia de inflación rezagada de manera significativa indica que en el corto plazo tal relación existe.

Puede notarse que los términos entre paréntesis reflejan la tasa de inflación internacional ponderada por comercio (inflación "importada") más la tasa de depreciación del peso contra la canasta de monedas ponderadas por comercio ($\widehat{\delta}_t - \widehat{\delta}_t^*$). Esta última está a su vez definida como la tasa de depreciación nominal del peso contra el dólar menos la tasa de apreciación del dólar contra la canasta de tres monedas (o sea, la tasa de depreciación nominal contra el dólar más la tasa de depreciación del dólar contra la canasta de monedas).

2.2 La ecuación IS

La segunda ecuación refleja la dinámica de la brecha de producto y el equilibrio del mercado de bienes, y es una versión de la "curva IS". En modelos microfundados esta ecuación surge a partir de la optimización intertemporal del consumo de las familias y la condición de equilibrio del mercado de bienes. En consecuencia, esta ecuación describe la relación dinámica entre la brecha del producto, la tasa de interés real y el tipo de cambio real desde el punto de vista de la demanda. La especificación que surge a partir de los parámetros identificados por la estimación econométrica indica que la brecha del producto depende positivamente tanto de su valor rezagado un trimestre como de su valor esperado para el trimestre siguiente. Además, depende de la tasa de interés real y de la tasa de depreciación real del peso con diversos rezagos:

$$\widehat{y}_t^{\circ} = B_1^1 \widehat{y}_{t-1}^{\circ} + B^2 \, E_t \widehat{y}_{t+1}^{\circ} - B_2^3 \widehat{r}_{t-2} - B_1^4 (\widehat{e}_{t-1} - \widehat{e}_{t-2}) + B_2^4 (\widehat{e}_{t-2} - \widehat{e}_{t-3}). \quad (15)$$

Tal como lo muestra Arreaza y otros (2003), esta ecuación puede incluir variables exógenas como el gasto público.[14] Esto permitiría considerar el posible efecto independiente de la política fiscal sobre la dinámica de la brecha de producto. Al incluir en las estimaciones el desvío del gasto público respecto a su tendencia, se obtiene un efecto positivo, independiente y significativo sobre la brecha de producto, que enriquece la aplicabilidad del modelo para el análisis de política monetaria y la proyección de las variables macroeconómicas.[15]

2.3 La ecuación de paridad no cubierta de tasas de interés

La derivación de la ecuación correspondiente a la Paridad No Cubierta de Tasas de Interés Ajustada por Riesgo (UIP) surge del supuesto de que existen activos domésticos denominados en dólares y en pesos. Adicionalmente, se supone que los inversores internacionales no invierten en activos en pesos y tienen la posibilidad de invertir en bonos internacionales denominados en dólares que son libres de riesgo (y rinden i_t^{*US}) y en títulos (públicos o privados) argentinos, también denominados en dólares, que son

[14] Definido también como desvío de un valor estacionario de largo plazo.

[15] Debe tenerse en cuenta que esta variable no es endógena y por lo tanto, el tipo de cambio real del estado estacionario debe ser compatible con el valor de largo plazo del gasto público. En el uso práctico del MEP las proyecciones de desvíos del gasto público con respecto a su valor de largo plazo son transitorias, no afectando el valor del tipo de cambio real.

riesgosos y de menor liquidez que los bonos internacionales. La correspondiente prima (ζ_t) por riesgo y liquidez es exógena y variable en el tiempo. La versión log-lineal de la formación de la tasa doméstica en dólares es:

$$\hat{i}_t^{US} = \hat{i}_t^{*US} + \hat{\zeta}_t \tag{16}$$

donde en el caso de las tasas de interés el acento circunflejo significa el desvío porcentual del factor de interés con respecto a su valor de estado estacionario.[16] Obsérvese que $\hat{\zeta}_t$ puede reflejar la situación de liquidez internacional, más allá de toda consideración sobre el riesgo o liquidez de los bonos domésticos en dólares.

Por otro lado, se supone que los agentes domésticos pueden invertir en bonos domésticos en dólares (emitidos por el Gobierno ya que los inter-privados se cancelan entre sí) y en bonos en pesos emitidos por el banco central cuyo *stock* (como proporción del producto) es constante. Podría suponerse que los agentes perciben al bono en pesos como riesgoso y que el riesgo es creciente con la cantidad total emitida como proporción del producto. Como se supone que esa proporción es constante, la prima de riesgo en cuestión también es constante, por lo cual su desvío porcentual con respecto a su valor de largo plazo es nulo. Los inversores exigen que la tasa de interés en pesos los compense por la depreciación esperada. La versión log-lineal de esta ecuación de arbitraje, entonces, corresponde a la ecuación de Paridad No Cubierta de Tasas de Interés:

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{US} + E_t\hat{\delta}_{t+1}. \tag{17}$$

Insertando (17) en (16), se ve que la tasa doméstica en pesos está afectada por la prima de riesgo, por lo cual puede denominarse a la ecuación resultante ecuación de *Paridad No Cubierta de Tasas de Interés Ajustada por Riesgo* (y/o liquidez internacional):

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{*US} + E_t\hat{\delta}_{t+1} + \hat{\zeta}_t. \tag{18}$$

Adicionalmente, puede suponerse que no todos los actores que intervienen en el mercado de divisas necesariamente optimizan período a período en base a los *fundamentales* que determinan el tipo de cambio de equilibrio, al momento de definir su demanda excedente. Por el contrario, puede fundamentarse que existen actores que deciden la intervención en el mercado a partir de analizar la evolución promedio (pasada) de la divisa. Estos actores, denominados "*cartistas*", intervienen en el mercado sin seguir necesariamente la evolución de los *fundamentales*.[17] Con este agregado, es posible derivar una ecuación de la *Paridad No Cubierta de Tasas de Interés Ajustada por Riesgo*, que incluya un componente contemporáneo y/o rezagado de la tasa de depreciación nominal:

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{*US} + E_t\hat{\delta}_{t+1} + D^3(L)\hat{\delta}_t + \hat{\zeta}_t. \tag{19}$$

---

[16] $\hat{i}_t \equiv \log\left(\frac{1+i_t}{1+\bar{i}}\right) = \log(1+i_t) - \log(1+\bar{i})$.

[17] Ver Schmidt y Wollmershauser (2004).

De hecho, la estimación econométrica convalida la presencia de este término adicional.

2.4 La ecuación de política monetaria

La especificación de la ecuación de política monetaria permite cerrar la estructura básica del modelo. En el primer modelo bajo análisis, esta ecuación modela la evolución de la variable instrumento de la autoridad monetaria, la tasa de interés, como función del resto de las variables endógenas, con ponderaciones que indican el efecto marginal que tienen los desvíos de estas variables endógenas sobre la variable instrumento. En particular, en la primera versión del MEP se supone que el banco central adecua su intervención en el mercado de dinero de manera tal que la tasa de interés se ajuste en base a una regla de retroalimentación (o "regla de Taylor") a partir de una combinación lineal de los desvíos de la tasa de inflación observada respecto a una tasa de inflación objetivo, del desvío del producto con respecto a su nivel potencial (o de largo plazo), y del valor rezagado de la tasa de interés. Esta especificación, que en sentido estricto supone flotación pura,[18] puede fácilmente ser modificada para suponer un régimen de tipo de cambio fijo.

Cuando la política monetaria está modelada a través de una regla de Taylor, el banco central utiliza la tasa de interés nominal como instrumento estableciendo una meta operativa para la tasa de interés de corto plazo y adecuando su intervención en el mercado de dinero para que la tasa de interés alcance esa meta. Para ello, sigue una regla de retroalimentación (*feedback*) que responde en forma lineal y positiva al desvío de la inflación interanual del trimestre en curso con respecto a la tasa interanual objetivo (o meta), al desvío del producto del trimestre en curso con respecto al producto potencial, y también a la tasa de interés rezagada un trimestre.

$$\hat{i}_t = C^1\, \hat{i}_{t-1} + C^2\, (\hat{\pi}^{\circ}_t - \hat{\pi}^{\circ m}_t) + C^3\, \hat{y}^{\circ}_t. \qquad (20)$$

Para obtener $\hat{\pi}^{\circ}_t$ (interanual) en base a $\hat{\pi}_t$ (intertrimestral) se utilizan las siguientes definiciones:

$$\begin{aligned} \pi^{\circ}_t &\equiv P_t/P_{t-4} = (P_t/P_{t-1})(P_{t-1}/P_{t-2})(P_{t-2}/P_{t-3})(P_{t-3}/P_{t-4}) = \\ &= \pi_t \pi_{t-1} \pi_{t-2} \pi_{t-3}, \\ \pi^{\circ m}_t &\equiv P^m_t/P^m_{t-4} = \pi^m_t \pi^m_{t-1} \pi^m_{t-2} \pi^m_{t-3}. \end{aligned}$$

Por consiguiente, si la inflación trimestral de estado estacionario es $\overline{\pi}$ los desvíos porcentuales con respecto a los valores de estado estacionario de la tasa de inflación interanual y de su meta son los siguientes:

$$\hat{\pi}^{\circ}_t = \hat{\pi}_t + \hat{\pi}_{t-1} + \hat{\pi}_{t-2} + \hat{\pi}_{t-3} \qquad (21)$$

$$\hat{\pi}^{\circ m}_t = \hat{\pi}^m_t + \hat{\pi}^m_{t-1} + \hat{\pi}^m_{t-2} + \hat{\pi}^m_{t-3}. \qquad (22)$$

[18] Se asimila a un Régimen de Metas de Inflación con Flotación Pura (MI-FP). Ver Escudé (2006).

2.4.1 Tipo de Cambio Fijo contra el dólar

El MEP puede ser adaptado a un contexto de régimen de tipo de cambio fijo (sea contra el dólar o contra una canasta de monedas ponderada por comercio). Debe notarse que estrictamente cada régimen define un modelo alternativo, ya que la dinámica del sistema difiere según cuál sea el régimen de política monetaria y cambiaria. Bajo tipo de cambio fijo con el dólar, el banco central usa la intervención en el mercado cambiario con suficiente rapidez e intensidad como para mantener el tipo de cambio con el dólar fijo en su valor inicial:

$$S_t = S_0.$$

Por consiguiente, la ecuación de política se convierte en:

$$\hat{\delta}_t = 0 \tag{23}$$

y el sistema se reduce a las siguientes cuatro ecuaciones, que determinan las trayectorias de las variables π, y°, e, i :

$$\begin{aligned}\hat{\pi}_t = {} & A_1^{'1}\hat{\pi}_{t-1} + A_2^1\hat{\pi}_{t-2} + A^2\, E_t\hat{\pi}_{t+1} + A_1^3\hat{y}^{\circ}_{t-1} + \\ & + A_1^4\left(\hat{\delta}_{t-1} - \hat{\delta}^*_{t-1} + \hat{\pi}^*_{t-1}\right) + A_2^4\left(\hat{\delta}_{t-2} - \hat{\delta}^*_{t-2} + \hat{\pi}^*_{t-2}\right)\end{aligned} \tag{24}$$

$$\begin{aligned}\hat{y}^{\circ}_t = {} & B_1^1\hat{y}^{\circ}_{t-1} + B^2\, E_t\hat{y}^{\circ}_{t+1} - B_2^3(\hat{i}_{t-2} - \hat{\pi}_{t-1}) - B_1^4(\hat{e}_{t-1} - \hat{e}_{t-2}) + \\ & + B_2^4(\hat{e}_{t-2} - \hat{e}_{t-3})\end{aligned} \tag{25}$$

$$\hat{e}_t - \hat{e}_{t-1} = \hat{\pi}^*_t - \hat{\delta}^*_t - \hat{\pi}_t \tag{26}$$

$$\hat{i}_t = i_t^{*US} + \hat{\zeta}_t. \tag{27}$$

Se observa que la depreciación real del peso ($\hat{e}_t - \hat{e}_{t-1}$) queda determinada por la inflación internacional (trilateral) corregida por la apreciación nominal del dólar contra la canasta de monedas de los socios comerciales y la inflación doméstica.[19] Además, la tasa de interés local en pesos queda determinada exclusivamente por la tasa de interés de EE.UU. y la prima de riesgo. Por ello, no cabe una ecuación que refleje la determinación de la tasa de interés por parte del banco central.

[19] Obsérvese que esta fórmula refleja claramente lo acontecido durante la última fase de la Convertibilidad (entre 1995 y 2001), en que la depreciación real del peso fue negativa (o sea, la apreciación real fue positiva) debido a que el dólar se apreció con respecto a todas las restantes monedas en un contexto de inflación baja o levemente negativa. Esta deflación fue insuficiente para compensar la caída del tipo de cambio.

2.4.2 Tipo de Cambio Fijo contra una canasta de monedas ponderadas por comercio

Alternativamente, el banco central podría utilizar la intervención en el mercado cambiario con suficiente rapidez e intensidad como para mantener el tipo de cambio con la canasta de monedas ponderadas por comercio fijo en su valor inicial:[20]

$$S_t/\rho_t = S_0/\rho_0.$$

Por consiguiente, la tasa de depreciación nominal del peso se mantiene igual a la tasa de apreciación del dólar contra una canasta de monedas ponderadas por comercio:

$$\widehat{\delta}_t = \widehat{\delta}_t^*. \tag{28}$$

Esta es la ecuación que ahora reemplaza a la regla de Taylor. Por consiguiente, el sistema se reduce a las siguientes ecuaciones, que nuevamente determinan las trayectorias de las variables π, y°, e, i.

$$\widehat{\pi}_t = A_1^{'1}\widehat{\pi}_{t-1} + A_2^1\widehat{\pi}_{t-2} + A^2\ E_t\widehat{\pi}_{t+1} + A_1^3\widehat{y}_{t-1}^\circ + A_1^4\widehat{\pi}_{t-1}^* + A_2^4\widehat{\pi}_{t-2}^* \tag{29}$$

$$\widehat{y}_t^\circ = B_1^1\widehat{y}_{t-1}^\circ + B^2\ E_t\widehat{y}_{t+1}^\circ - B_2^3(\widehat{i}_{t-2} - \widehat{\pi}_{t-1}) - B_1^4(\widehat{e}_{t-1} - \widehat{e}_{t-2}) + \\ + B_2^4(\widehat{e}_{t-2} - \widehat{e}_{t-3}) \tag{30}$$

$$\widehat{e}_t - \widehat{e}_{t-1} = \widehat{\pi}_t^* - \widehat{\pi}_t \tag{31}$$

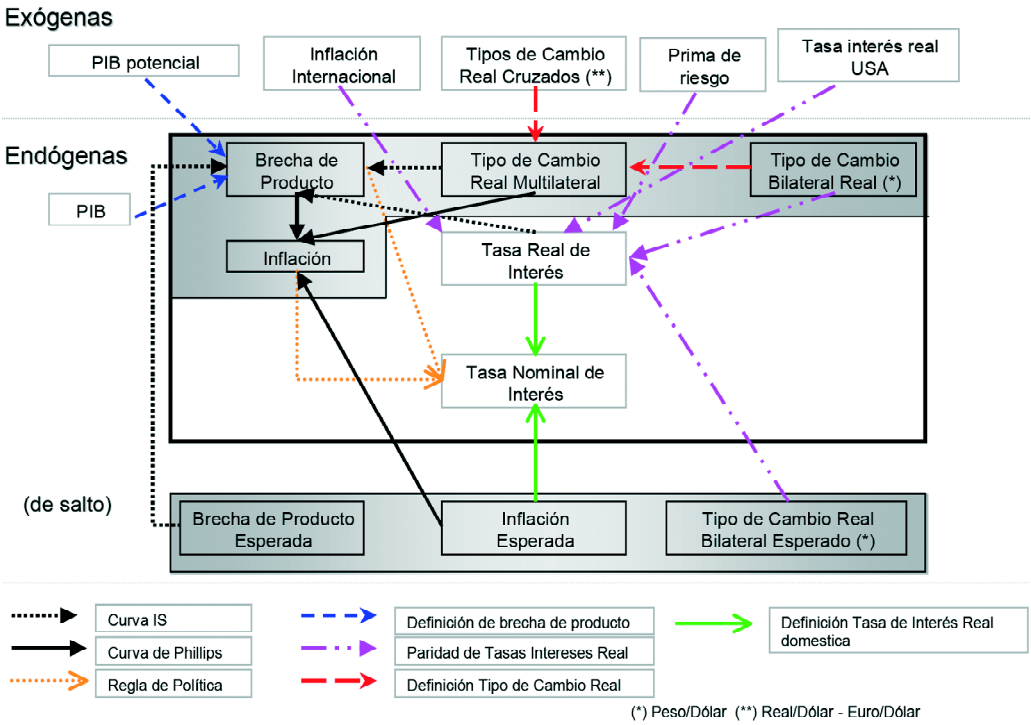
$$\widehat{i}_t = i_t^{*US} + E_t\widehat{\delta}_{t+1}^* + \widehat{\zeta}_t. \tag{32}$$

En este caso la depreciación real del peso queda determinada por el exceso de la inflación internacional sobre la inflación doméstica. Además, la tasa de interés local en pesos queda determinada por la tasa de interés de EE.UU. más la apreciación esperada del dólar contra la canasta de monedas de los socios comerciales (ponderadas por comercio) y más la prima de riesgo.

La Figura 1 muestra de manera sintética las variables del MEP 1 y sus mecanismos de transmisión, identificando las variables exógenas y las endógenas, distinguiendo las variables de salto o expectativas.

[20] Note que ρ_t se define en el Apéndice, sección A.1.

Figura 1
MEP 1: Mecanismos de transmisión



Para analizar la forma de transmisión de modificaciones en las variables del modelo debe tenerse en cuenta que las mismas están definidas como desvío de su nivel de largo plazo o estado estacionario. Por ejemplo, un cambio en la tasa de interés generará un efecto directo sobre el tipo de cambio actual a través de la UIP. A su vez repercute sobre el desvío de la brecha de producto en relación al estado estacionario, a través de la curva IS. Este efecto opera sobre la inflación, actual y esperada, a través de la ecuación de Phillips. A su vez, la variación del tipo de cambio tiene efectos sobre estas dos variables también de manera directa. Por último, el cambio en las mismas origina una reacción de la tasa de interés a través de la ecuación de Taylor. El efecto final, por ende, depende de la interacción de estos mecanismos en el equilibrio general del modelo. El efecto de los *shocks* se analizan en la sección 5, incluyendo el impulso inicial y la respuesta del modelo en cada una de sus variables endógenas principales.

3 El MEP 2: Intervención simultánea en el mercado de dinero y de divisas

En la segunda versión el MEP ha sido modificado de manera de incorporar un espectro más amplio de políticas monetarias y cambiarias. En particular, se considera relevante que el MEP pueda reflejar la intervención simultánea de parte de la autoridad monetaria en el mercado de dinero y en el de divisas. Para ello es necesario introducir el mercado de dinero y el balance del banco central en forma explícita. La ecuación de equilibrio monetario ha tenido un lugar destacado en la macroeconomía monetaria tradicionalmente a través de la ecuación LM. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha desarrollado una

"macroeconomía sin la LM", como reflejo, fundamentalmente, de la política que más prevalece en los países industrializados (por lo menos para los tiempos normales) de metas de inflación (MI) con flotación libre del tipo de cambio. En cierto sentido, la regla de Taylor sustituyó a la ecuación LM. Sin embargo, la necesidad de reflejar la situación típica de los países en desarrollo, en la cual la intervención en el mercado de dinero convive con la intervención en el mercado de divisas, puede tratarse reintroduciendo la ecuación LM en el modelo macroeconómico básico.

3.1 El equilibrio monetario y el balance del banco central

El equilibrio monetario viene dado por una ecuación LM, que en formato general (no lineal) puede escribirse del siguiente modo:

$$m_t = \ell(1 + i_t, b_t^\circ, y_t),$$

donde m_t es la base monetaria, o más sencillamente, la circulación monetaria (billetes y monedas), $\ell(.)$ es una función decreciente de la tasa de interés y creciente del *stock* real de bonos en pesos (aproximado a partir de la deuda emitida por el banco central) como proporción del producto $b_t^\circ \equiv (B_t/P_t)/y_t$ y del producto. Esta ecuación refleja que la demanda de circulante depende positivamente del nivel de actividad (medida por el PIB) y negativamente del costo de oportunidad de mantener saldos ociosos. El costo de oportunidad de mantener saldos ociosos refleja la sustitución imperfecta entre el circulante y los activos alternativos que rinden una tasa de interés. Tal sustitución imperfecta implica que para que el mercado absorba un aumento en el volumen de bonos que rinden interés (dado el nivel de actividad y el volumen de circulante) es necesario que aumente la tasa de interés. A los efectos de la modelación, el efecto es similar a cuando se trata de una consideración de riesgo. En tal caso, se supone que a causa del riesgo el mercado exige una mayor tasa de interés nominal cuanto mayor sea el *stock* existente de bonos como proporción del producto b_t°.[21] Si se supone elasticidad-producto unitaria de la demanda de circulante, una especificación plausible es la siguiente:

$$m_t = (1 + i_t)^{-\varepsilon_{b1}} (b_t^\circ)^{\varepsilon_{b2}} y_t.$$

Al dividir ambos lados de esa ecuación por el producto, se obtiene:

$$m_t^\circ = (1 + i_t)^{-\varepsilon_{b1}} (b_t^\circ)^{\varepsilon_{b2}}.$$

Y si se aproxima linealmente (con las variables en logaritmos), se obtiene:

$$\widehat{m}_t^\circ = -\varepsilon_{b1}\left(\widehat{i}_t - \varepsilon_{b2}\widehat{b}_t^\circ\right) = -G^1\,\widehat{i}_t + G^2\,\widehat{b}_t^\circ, \qquad (33)$$

[21] El supuesto de sostenibilidad intertemporal mencionado anteriormente también implica un sendero sustentable para la deuda pública, por lo que se hace abstracción de los efectos de aumentos en la tasa de interés sobre la sostenibilidad de la deuda del gobierno.

donde $G^1 = \varepsilon_{b1}$ y $G^2 = \varepsilon_{b1}\varepsilon_{b2}$ son coeficientes fijos positivos. Obsérvese que en el lado derecho de (33) se resta a la tasa de interés un término positivo, acorde con el supuesto de que el mercado "descuenta" la tasa de interés nominal por sustitución imperfecta. No importa cual sea su política monetaria, el banco central debe siempre tener en cuenta el equilibrio del mercado de dinero representado por esta ecuación.

Se supone que el público considera que los bonos en pesos emitidos por el banco central son sustitutos imperfectos de los bonos en dólares emitidos en EE.UU. Por consiguiente, la prima de riesgo y liquidez de la ecuación de Paridad No Cubierta de Tasas de Interés debe incluir no sólo el componente puramente exógeno (ζ_t), sino también un componente que refleje la necesidad de aumentar la tasa de interés en pesos, dada la tasa de interés en dólares y la tasa de depreciación esperada del peso con respecto al dólar, cuando aumenta el *stock* de bonos en pesos como fracción del producto.[22] Se asume que este componente varía linealmente con el *stock* de bonos ($\hat{b}_t^{\circ}$). Por consiguiente, las ecuaciones (17), (18) y (19) se convierten en:

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{US} + E_t\hat{\delta}_{t+1} + \varepsilon_{b2}\hat{b}_t^{\circ} \tag{34}$$

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{*US} + E_t\hat{\delta}_{t+1} + \hat{\zeta}_t + \varepsilon_{b2}\hat{b}_t^{\circ} \tag{35}$$

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{*US} + E_t\hat{\delta}_{t+1} + D^3\,\hat{\delta}_t + \hat{\zeta}_t + \varepsilon_{b2}\hat{b}_t^{\circ}. \tag{36}$$

Suponemos que el banco central tiene la política de pasarle al gobierno cualquier superávit o déficit "cuasi-fiscal", de manera tal que el "patrimonio neto" del banco central se mantenga invariablemente en cero.[23] Esto equivale a decir que el banco central mantiene, en todo período, un respaldo total de sus pasivos monetarios (base monetaria más bonos en pesos) en reservas internacionales:

$$(S_t/P_t)R_t = m_t + b_t.$$

Dividiendo ambos lados por el producto y usando la definición del tipo de cambio real bilateral con EE.UU. (61), se tiene:

$$e_t^{US}R_t^{\circ} = m_t^{\circ} + b_t^{\circ}, \tag{37}$$

donde se definió el *stock* de reservas internacionales en dólares constantes por unidad de producto:

$$R_t^{\circ} \equiv \frac{R_t/P_t^{US}}{y_t}. \tag{38}$$

[22] Véase Escudé (2006).

[23] Para el funcionamiento del modelo es suficiente con suponer que ese patrimonio se mantiene constante, pero para simplificar lo hacemos cero.

Suponemos aquí, para simplificar, que las reservas internacionales se invierten en bonos internacionales denominados en dólares, libres de riesgo. En términos log-lineales, la ecuación (37), se convierte en:

$$\widehat{R}_t^{\circ} = \alpha_m \widehat{m}_t^{\circ} + (1-\alpha_m)\widehat{b}_t^{\circ} - \widehat{e}_t^{US}, \tag{39}$$

donde α_m es la participación de m en los pasivos en pesos del banco central en el estado estacionario determinístico.

3.2 La necesidad de incorporar dos ecuaciones de política

Suponiendo, para simplificar, que en la ecuación de paridad de tasas de interés sólo entra la tasa de depreciación contemporánea (además de la esperada), las ecuaciones resultantes, sin considerar la política monetaria y/o cambiaria, son las siguientes:

$$\begin{aligned}\widehat{\pi}_t = {} & A_1^{'1}\widehat{\pi}_{t-1} + A_2^1\widehat{\pi}_{t-2} + A^2\, E_t\widehat{\pi}_{t+1} + A_1^3\widehat{y}_{t-1}^{\circ} + \\ & + A_1^4\left(\widehat{\delta}_{t-1} - \widehat{\delta}_{t-1}^{*} + \widehat{\pi}_{t-1}^{*}\right) + A_2^4\left(\widehat{\delta}_{t-2} - \widehat{\delta}_{t-2}^{*} + \widehat{\pi}_{t-2}^{*}\right)\end{aligned} \tag{40}$$

$$\begin{aligned}\widehat{y}_t^{\circ} = {} & B_1^1\widehat{y}_{t-1}^{\circ} + B^2\, E_t\widehat{y}_{t+1}^{\circ} - B_2^3(\widehat{i}_{t-2} - \widehat{\pi}_{t-1}) - B_1^4(\widehat{e}_{t-1} - \widehat{e}_{t-2}) + \\ & + B_2^4(\widehat{e}_{t-2} - \widehat{e}_{t-3})\end{aligned} \tag{41}$$

$$\widehat{i}_t = \widehat{i}_t^{*US} + E_t\widehat{\delta}_{t+1} + D^3\,\widehat{\delta}_t + \widehat{\zeta}_t + \varepsilon_{b2}\widehat{b}_t^{\circ} \tag{42}$$

$$\widehat{m}_t^{\circ} = -G^1\widehat{i}_t + G^2\widehat{b}_t^{\circ} \tag{43}$$

$$\widehat{R}_t^{\circ} = \alpha_m \widehat{m}_t^{\circ} + (1-\alpha_m)\widehat{b}_t^{\circ} - \widehat{e}_t^{US} \tag{44}$$

$$\Delta\widehat{e}_t = \widehat{\delta}_t - \widehat{\pi}_t + \widehat{\pi}_t^{*} - \widehat{\delta}_t^{*} \tag{45}$$

$$\Delta\widehat{e}_t^{US} = \widehat{\delta}_t - \widehat{\pi}_t + \widehat{\pi}_t^{*US}. \tag{46}$$

Estas siete ecuaciones no son suficientes para determinar la evolución de las nueve variables que nos interesan, $\widehat{\pi}_t$, $\widehat{y}_t^{\circ}$, $\widehat{e}_t$, $\widehat{e}_t^{US}$, $\widehat{\delta}_t$, $\widehat{i}_t$, $\widehat{m}_t^{\circ}$, $\widehat{R}_t^{\circ}$, $\widehat{b}_t^{\circ}$, o variables endógenas, dadas las trayectorias (esperadas) de las variables exógenas $\widehat{\delta}_t^{*}$, $\widehat{i}_t^{*US}$, $\widehat{\pi}_t^{*US}$, $\widehat{\pi}_t^{*}$, $\widehat{\zeta}_t$. En consecuencia, se necesitan al menos dos ecuaciones adicionales, las que pueden reflejar la política monetaria y cambiaria del banco central.

3.3 Ecuaciones de política monetaria y cambiaria

Este marco más general de la versión "de segunda generación" del MEP permite acomodar diversos regímenes monetarios y cambiarios incluyendo algunos que en la primera versión no podían incluirse. Cada régimen se especifica ahora por dos ecuaciones de política y, nuevamente, cada régimen define un modelo alternativo. Se plantean a continuación dos ecuaciones adicionales que corresponden a cada uno de cuatro regímenes alternativos: 1) Fijación del tipo de cambio al dólar (FIJ-U, por FIJación Unilateral), 2) Fijación del tipo de cambio a una canasta de monedas ponderadas por comercio (FIJ-M, por FIJación Multilateral), 3) Metas de Inflación con Flotación Pura (MI-FP), y 4) Metas de Inflación con Flotación Administrada (MI-FA).

1) **FIJ-U:** el banco central usa la intervención en el mercado cambiario con suficiente rapidez como para mantener el tipo de cambio con el dólar clavado en su valor inicial. Además, el banco central mantiene constante el *stock* real de bonos en pesos como proporción del producto. Por consiguiente, se tienen las siguientes ecuaciones:

$$\hat{\delta}_t = 0,$$

$$\hat{b}_t^{\circ} = 0.$$

2) **FIJ-M:** el banco central usa la intervención en el mercado cambiario con suficiente rapidez como para mantener el tipo de cambio con la canasta de monedas ponderada por comercio en su valor inicial. Además, el banco central mantiene constante el *stock* real de bonos en pesos como proporción del producto:

$$\hat{\delta}_t = \hat{\delta}_t^{*},$$

$$\hat{b}_t^{\circ} = 0.$$

3) **MI-FP:** el banco central tiene una meta operativa para la tasa de interés de corto plazo y adecua su intervención en el mercado de dinero para que la tasa de interés alcance esa meta (o esté muy cerca de ella), o sea, para que se cumpla la regla de Taylor.

$$\hat{i}_t = C^1\ \hat{i}_{t-1} + C^2\ (\hat{\pi}_t^{\circ} - \hat{\pi}_t^{\circ m}) + C^3\ \hat{y}_t^{\circ}. \qquad (47)$$

Además, cuando hay flotación pura suponemos que el banco central restringe su intervención en el mercado cambiario a mantener constante el *stock* de reservas internacionales como proporción del producto: [24]

$$\hat{R}_t^{\circ} = 0.$$

[24] Obviamente, las reservas podrían cambiar adicionalmente por una política que se refiere a razones prudenciales de liquidez internacional. Para simplificar, aquí nos abstenemos de abordar esa cuestión.

4) **MI-FA:** en este caso el banco central utiliza simultáneamente la intervención en el mercado de dinero (tasa de interés) y la intervención en el mercado cambiario como instrumentos.

$$\hat{i}_t = C^1\ \hat{i}_{t-1} + C^2\ (\hat{\pi}_t^{\circ} - \hat{\pi}_t^{\circ m}) + C^3\ \hat{y}_t^{\circ},$$

$$\hat{R}_t^{\circ} = K^o \hat{R}_{t-1}^{\circ} - K^1\left[\hat{\delta}_t - a\hat{\delta}_t^{*} - b(\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_t^{*})\right]. \qquad (48)$$

Aquí la regla de intervención en el mercado de divisas se ha expresado en una forma genérica que tiene varios subcasos posibles según a y b tomen valores cero o uno. El banco central opone resistencia a los cambios en el tipo de cambio nominal contra el dólar (MI-FA-NU) ($a = b = 0$) o bien a los cambios en el tipo de cambio nominal contra la canasta de monedas (MI-FA-NM) ($a = 1,\ b = 0$) o bien a los cambios en el tipo de cambio real multilateral (MI-FA-RM) ($a = b = 1$). Para ser específicos, tomemos el caso MI-FA-NU, y supongamos que en la ecuación de paridad de tasas de interés sólo entra la tasa de depreciación contemporánea (además de la esperada).

Las ecuaciones del sistema son las siguientes:

$$\hat{\pi}_t = A_1^{'1}\hat{\pi}_{t-1} + A_2^1\hat{\pi}_{t-2} + A^2\ E_t\hat{\pi}_{t+1} + A_1^3\hat{y}_{t-1}^{\circ} + \\ + A_1^4\left(\hat{\delta}_{t-1} - \hat{\delta}_{t-1}^{*} + \hat{\pi}_{t-1}^{*}\right) + A_2^4\left(\hat{\delta}_{t-2} - \hat{\delta}_{t-2}^{*} + \hat{\pi}_{t-2}^{*}\right) \qquad (49)$$

$$\hat{y}_t^{\circ} = B_1^1\hat{y}_{t-1}^{\circ} + B^2\ E_t\hat{y}_{t+1}^{\circ} - B_2^3(\hat{i}_{t-2} - \hat{\pi}_{t-1}) - B_1^4(\hat{e}_{t-1} - \hat{e}_{t-2}) + \\ + B_2^4(\hat{e}_{t-2} - \hat{e}_{t-3}) \qquad (50)$$

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^{*US} + E_t\hat{\delta}_{t+1} + D^3\ \hat{\delta}_t + \hat{\zeta}_t + G^2\hat{b}_t^{\circ} \qquad (51)$$

$$\hat{m}_t^{\circ} = -G^1\hat{i}_t + G^2\hat{b}_t^{\circ} \qquad (52)$$

$$\hat{R}_t^{\circ} = \alpha_m\hat{m}_t^{\circ} + (1 - \alpha_m)\hat{b}_t^{\circ} - \hat{e}_t^{US} \qquad (53)$$

$$\hat{i}_t = C^1\ \hat{i}_{t-1} + C^2\ (\hat{\pi}_t^{\circ} - \hat{\pi}_t^{\circ m}) + C^3\ \hat{y}_t^{\circ} \qquad (54)$$

$$\hat{R}_t^{\circ} = K^0\ \hat{R}_{t-1}^{\circ} - K^1\hat{\delta}_t \qquad (55)$$

$$\Delta\hat{e}_t = \hat{\delta}_t - \hat{\pi}_t + \hat{\pi}_t^{*} - \hat{\delta}_t^{*} \qquad (56)$$

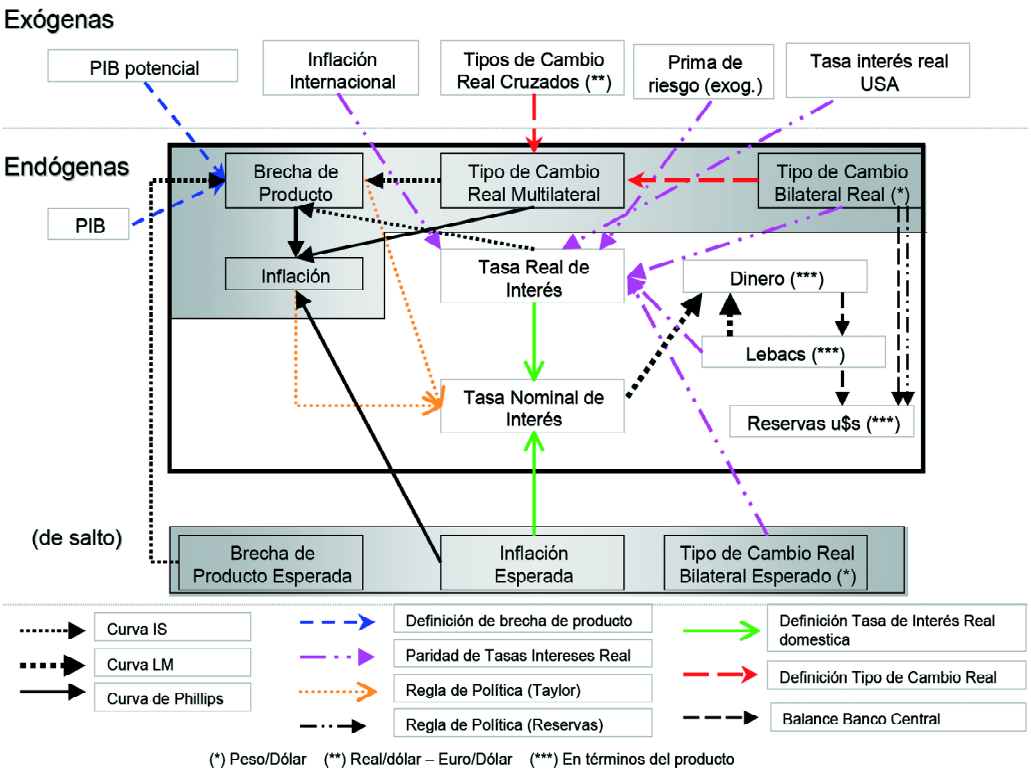
$$\Delta\hat{e}_t^{US} = \hat{\delta}_t - \hat{\pi}_t + \hat{\pi}_t^{*US} \qquad (57)$$

$$\hat{\pi}_t^{\circ} = \hat{\pi}_t + \hat{\pi}_{t-1} + \hat{\pi}_{t-2} + \hat{\pi}_{t-3}. \qquad (58)$$

Estas diez ecuaciones deben determinar la evolución de las diez variables endógenas [25] $\hat{\pi}_t$, $\hat{\pi}_t^{\circ}$, $\hat{y}_t^{\circ}$, $\hat{e}_t$, $\hat{e}_t^{US}$, $\hat{\delta}_t$, $\hat{i}_t$, $\hat{m}_t^{\circ}$, $\hat{R}_t^{\circ}$, $\hat{b}_t^{\circ}$, a partir de las trayectorias (esperadas) de las variables exógenas $\hat{\pi}_t^{\circ m}$, $\hat{\delta}_t^{*}$, $\hat{i}_t^{*US}$, $\hat{\pi}_t^{*US}$, $\hat{\pi}_t^{*}$, $\hat{\zeta}_t$. Este es el sistema que corresponde a la segunda versión del MEP.

La Figura 2 muestra las variables del MEP 2, tanto endógenas como exógenas, y sus mecanismos de transmisión. A diferencia del MEP 1, estos involucran relaciones más complejas, incluida la interacción entre variables monetarias y reales.

Figura 2
MEP 2: Mecanismos de transmisión



La incorporación del balance del banco central y de la demanda de dinero, adiciona mayor complejidad a los mecanismos de transmisión. Este hecho se observa claramente en la intervención simultánea de la autoridad monetaria en el mercado de dinero y de divisas. Un aspecto central se relaciona con la prima de riesgo en la ecuación UIP y en la demanda de dinero, ya que su presencia (o más en general la sustitución imperfecta entre activos denominados en moneda doméstica y extranjera) hace más rica la interacción entre los bloques monetarios y real de este modelo, en términos de los mecanismos de transmisión.

[25] La regla de política sobre la tasa de interés introduce una variable endógena adicional a las 9 consideradas en el sistema (38) a (44), la tasa de inflación interanual $\hat{\pi}_t^{\circ}$, lo que requiere introducir la ecuación (58).

4. Estimaciones econométricas

Una vez evaluado el modelo teórico existen dos cuestiones adicionales a resolver, tal como remarca Favero (2001): una es la parametrización del modelo y la otra es su simulación. En esta sección nos concentraremos en detalle en la primera de estas cuestiones y en los desafíos técnicos que implica, mientras que la simulación será estudiada en la sección siguiente.

En efecto, como paso previo a su solución y utilización para realizar proyecciones y análisis de política, deben definirse los parámetros correspondientes a las variables que determinan la dinámica del modelo y, por ende, su estabilidad. En un modelo microfundado estos coeficientes quedan definidos a partir de los valores correspondientes a sus propios parámetros subyacentes. Esto no es posible en el caso de modelos macroeconómicos no microfundados como el MEP. Una alternativa es utilizar valores de parámetros provenientes de modelos similares de otras economías y calibrar los mismos a partir de los datos empíricos de la economía en cuestión. Otra alternativa es determinar los valores de los parámetros a partir de estimaciones econométricas.

La literatura no muestra un claro consenso en relación a los métodos de parametrización ya que en todos los casos existen aspectos a favor y en contra. La utilización de parámetros provenientes de otras economías puede no ser aconsejable cuando se trata de economías que tienen diferente estructura económica y desempeño macroeconómico (por ej. modelos de economías desarrolladas para proyectar en economías en desarrollo) y, especialmente, si la economía bajo análisis ha sufrido *shocks* externos de relevancia.

En este trabajo se sigue el enfoque de estimación econométrica de los parámetros. Entre las restricciones más importantes de su implementación se destacan la necesidad de disponer de series estadísticas con suficiente cobertura temporal consistentes con las variables del modelo, y la presencia de quiebres institucionales y cambios de régimen dentro del período. Ambas restricciones están presentes en el caso bajo estudio, por lo que la estimación econométrica requiere de un adecuado tratamiento de las mismas de manera de minimizar su posible impacto sobre la capacidad predictiva del modelo.

El modelo teórico subyacente detrás de la forma reducida del modelo económico pequeño cobra relevancia cuando se considera la metodología econométrica apropiada para la estimación de los parámetros. En particular, los modelos como el MEP que pueden ser racionalizados a partir de microfundamentos y de decisiones de optimización intertemporal dan como resultado parámetros diferentes a los estimados a través de modelos macroeconométricos tradicionales, ya que se basan en definitiva en los parámetros profundos que describen, por ejemplo, las preferencias y tecnología. Si al paradigma de la optimización intertemporal se agregan expectativas consistentes o que se forman racionalmente, los errores de predicción no estarán relacionados con la información que tiene disponible al momento de hacer la predicción quien toma decisiones intertemporales. Si es posible observar el subconjunto de información que los agentes económicos po-

seen al momento de tomar sus decisiones, el enfoque de expectativas racionales sugiere el uso de condiciones de ortogonalidad que conducen al método de estimación econométrica conocido como Método Generalizado de Momentos.[26] Esta metodología encierra una generalización de los métodos de variables instrumentales y posee dos ventajas fundamentales: (i) no requiere la imposición de una determinada distribución de probabilidad a la variables y (ii) es consistente con el comportamiento de optimización intertemporal de los agentes económicos. A fin de corregir el problema de endogeneidad en el que se incurre al estimar cada ecuación individualmente, se utiliza la estimación por sistema del MGM para considerarlas en forma simultánea.

En las subsecciones siguientes se analizan los resultados que surgen de la estimación de los parámetros. A los fines de su interpretación, es necesario tener en cuenta que: (i) las especificaciones de los modelos MEP 1 y MEP 2 que surgen de las estimaciones son compatibles con la estructura de rezagos de los modelos desarrollados anteriormente, es decir con las ecuaciones {(13), (15), y (19)} y {(49), (50), (51) y (52)};[27] (ii) las estimaciones son ajustadas trimestre a trimestre en base a nuevas realizaciones de las variables exógenas e incluyen diversas variables binarias de control para diferentes períodos. Por esta razón, y considerando que tanto en el caso del MEP 1 como del MEP 2 las estimaciones de los parámetros fundamentales (aquellos que determinan la dinámica del sistema) muestran cierta estabilidad y consistencia, se analizarán descriptivamente los principales mecanismos de transmisión y su relevancia a partir de la estimación más reciente del modelo. Sin embargo, debe considerarse que trimestre a trimestre pueden registrarse cambios en los valores estimados de estos parámetros derivados de la relación sistémica entre las variables.[28]

4.1 La estimación del MEP 1

Las estimaciones de las ecuaciones núcleo del MEP se realizaron utilizando datos trimestrales correspondientes al período 1993-2005. Si bien la extensión del período es suficiente para llevar adelante las estimaciones, debe considerarse que la economía argentina experimentó etapas diversas durante el mismo. En particular, el país atravesó dos importantes crisis económicas: en 1995 con los efectos regionales de la devaluación mexicana ("Efecto Tequila"), y a fines de 2001 con la salida del régimen de Convertibilidad. Asimismo, deben considerarse las diferencias sustanciales en los regímenes económicos vigentes: Plan de Convertibilidad (1991-2001), un período de crisis desde la salida de la Convertibilidad (primer trimestre de 2002) hasta el primer trimestre de 2003 y el período

[26] Hansen (1982).

[27] Las ecuaciones (20), (53), (54), (55) reflejan reglas de política o ecuaciones de balance cuyos parámetros no son estimados sino calibrados.

[28] Ver por ejemplo, Polovnov y Nikolaychuk (2006).

de post-crisis desde el segundo trimestre de 2003 hasta el final de la muestra. La influencia de las mencionadas crisis sobre los valores de los parámetros se controló mediante el uso de variables binarias.

A esto se agrega una de las restricciones más importantes en términos de disponibilidad de datos, relacionada con la ausencia de series robustas y extensas de tasas de interés para el período completo bajo análisis. De hecho, la tasa de interés real ex ante utilizada en las ecuaciones IS y UIP se calcula en base a la serie mensual de la tasa nominal anual por depósitos a plazo fijo 30-59 días, promedio ponderado por montos de datos diarios del mes. Esta tasa se calcula en términos reales en base a la serie mensual de la inflación esperada.[29] Con relación al resto de las variables, la tasa de interés internacional de referencia utilizada es la tasa Libor a 3 meses. El cálculo de la inflación doméstica se hizo en base al índice de precios al consumidor (IPC), el tipo de cambio real utilizado es el multilateral con los tres principales socios comerciales de Argentina (Brasil, EE.UU. y la zona del Euro) y la inflación importada es calculada en base a los precios al consumidor de estos mismos socios.

Entre los resultados más salientes de la estimación econométrica del sistema puede destacarse que en el caso de la ecuación de Phillips (ecuación (13)) tanto el componente *forward* como el *backward* resultan individualmente significativos, siendo levemente mayor la ponderación del pasado que la del futuro. Esto determina una especificación híbrida de la curva de Phillips, en la que el componente *backward* está asociado al comportamiento inercial de la inflación y el componente *forward* refleja el efecto de las expectativas de cambios en los precios sobre la inflación corriente. Los *tests* no rechazan la verticalidad de esta ecuación en el largo plazo, es decir que la suma de los valores de ambos coeficientes es uno. La brecha del producto afecta con rezagos a la inflación presente, pero de manera diferencial según el período considerado.[30] El valor del coeficiente para el período post-crisis, con el cual se han efectuado las simulaciones de la sección siguiente, indica que el canal de transmisión de la actividad a los precios es significativo. La incorporación de la inflación importada (aproximada a partir de la depreciación nominal más inflación internacional) resulta significativa con rezagos y efecto total positivo. El canal de transmisión de esta variable a precios es significativamente menor que el observado para el caso de la actividad económica en el período post-crisis.[31]

En relación a la ecuación IS (ecuación (15)), el componente *backward* de la brecha de producto tiene mayor ponderación que el componente *forward*. La mayoría de los estu-

[29] Sería deseable incorporar una tasa de interés de largo plazo en la IS, que refleje de manera más apropiada el impacto de la intervención de la autoridad monetaria sobre la inversión. Sin embargo, no se encuentran disponibles series de tasas con tal característica.

[30] Convertibilidad, período de crisis (primer trimestre de 2002 a primer trimestre de 2003) y período post-crisis (segundo trimestre de 2003 hasta el final de la muestra).

[31] En el marco del MEP resulta conveniente utilizar la depreciación real más la inflación doméstica en reemplazo de la devaluación nominal más la inflación "importada", ya que son idénticos por definición.

dios empíricos imponen que ambos coeficientes sumen a uno; en el caso de estudio, esta restricción se cumple sin ser impuesta. Respecto a la tasa de interés real, se encuentran rezagos significativos que reflejan, tal como es usual, el retardo con el cual cambios en la tasa de interés afectan a la brecha de producto. Por otro lado, la variación del tipo de cambio real resulta significativa también con rezagos. Si bien ambas variables afectan a la brecha del producto con un rezago de dos períodos el canal de transmisión más importante es el del tipo de cambio.

En el caso de la Paridad de Tasas de Interés (ecuación (19)), se destaca que los resultados de las estimaciones convalidan la presencia de un rezago y un adelanto en la variación del tipo de cambio, mientras que la ponderación del pasado es mayor que la del futuro.

En general, resulta necesaria la inclusión de variables binarias puntuales para diversos períodos, particularmente para el cuarto trimestre de 2001, el primer trimestre de 2002, así como para otros trimestres de 2003 sólo en el caso de la UIP.

4.2 La estimación del MEP 2

Como fuera mencionado, el modelo MEP en su segunda versión enriquece el sistema de ecuaciones con variables adicionales y agrega la ecuación de demanda de dinero (LM) y la condición de balance del banco central. La inclusión de variables adicionales y de la ecuación de demanda de dinero en el sistema a estimar por el método MGM no genera modificaciones sustanciales en los parámetros estimados.

En particular, en el caso de la ecuación de Phillips (ecuación (49)), nuevamente tanto el componente *forward* como el *backward* resultan individualmente significativos, siendo mayor la ponderación del componente pasado que la del futuro. El peso de ambos términos no es significativamente diferente al observado en el caso del MEP 1.[32] Asimismo, la brecha del producto afecta con rezagos a la inflación presente, pero de manera diferencial según el período considerado, incrementándose el impacto positivo con respecto al MEP 1 para el período post-crisis. El parámetro correspondiente a la inflación importada resulta significativo con rezagos y efecto total positivo al igual que en el MEP 1. Nuevamente el canal de transmisión a precios de la brecha del producto es más relevante que el de la inflación importada.

En relación a la ecuación IS (ecuación (50)), al igual que en el MEP 1 el componente *backward* de la brecha del producto tiene mayor ponderación que el componente *forward*. La tasa de interés real afecta a la brecha del producto con dos rezagos, al igual que la variación del tipo de cambio real, aunque el impacto de este último es significativamente mayor. A esta ecuación se le agrega el efecto de una variable fiscal, Gasto Público/ Producto Interno Bruto,[33] que mejora la bondad del ajuste de la ecuación respecto del

[32] Nuevamente no se rechaza la hipótesis de verticalidad de la curva de Phillips en el largo plazo.

[33] Esta variable se expresa en desvíos de su tendencia de largo plazo, utilizando el filtro de Hodrick y Prescott (1980).

MEP 1 con un efecto positivo muy significativo del rezago de dicha variable sobre la brecha del producto. A pesar de la inclusión de esta variable, las estimaciones de los restantes coeficientes de esta ecuación permanecen estables con respecto al MEP 1.

En el caso de la ecuación UIP (ecuación (51)), nuevamente los resultados de las estimaciones convalidan la presencia de un rezago en la variación del tipo de cambio, en tanto que la ponderación del pasado es muy superior a la del futuro comparativamente al MEP 1. A diferencia del MEP 1, en esta ecuación se incorpora el *stock* de bonos públicos (aproximados a partir del *stock* de LEBAC)[34] como *proxy* a la prima de riesgo endógena. Esta variable se torna significativa -estadística y económicamente- a partir de 2003. Su impacto es positivo, siendo de gran relevancia en la capacidad explicativa del modelo.

Adicionalmente, el MEP 2 incluye la ecuación de demanda de dinero en la que se considera como variable dependiente al agregado monetario M1 como proporción del PIB nominal.[35] Esta variable es explicada por sus propios rezagos, la tasa de interés nominal rezagada, con signo negativo, y la *proxy* de riesgo (el *stock* de LEBAC), con signo positivo.

Finalmente debe tenerse en cuenta, tal como sugiere Favero (2001), que en la implementación del MGM la estabilidad de las estimaciones de los parámetros profundos con datos agregados de serie de tiempo es un tema clave. Esta propiedad se cumple en el caso del MEP, ya que los parámetros fundamentales muestran una creciente estabilidad y consistencia.[36]

5. La resolución del MEP y un análisis impulso-respuesta

El modelo MEP detallado en la sección anterior constituye un sistema lineal de ecuaciones en diferencias, con variables endógenas rezagadas (*backward looking*) y en expectativas (*forward looking*). La presencia de variables de expectativa en el sistema implica que la solución del modelo, y la posibilidad de utilizar el mismo para realizar proyecciones, requiere de supuestos acerca de cómo se conforman tales expectativas. Una forma conveniente de resolver esta dificultad es suponer que los agentes forman sus expectativas de forma consistente. De esta manera puede suponerse que los agentes conocen el

[34] Las LEBACs o Letras del Banco Central comienzan a emitirse a partir del primer trimestre del 2002, siendo relevantes como instrumentos de control monetario a partir del año 2003.

[35] Para el período analizado el agregado M1 (efectivo más depósitos en cuenta corriente) presenta ventajas en comparación con la base monetaria en términos de bondad del ajuste de la demanda de dinero. Por ello, la estimación econométrica se efectúa considerando este agregado monetario que contempla el motivo transacciones de la especificación teórica de la curva LM. Se realiza el supuesto implícito de que los depósitos en cuenta corriente varían proporcionalmente con la circulación monetaria, ya que no se modela el sistema bancario.

[36] Los estudios de simulación que investigan la distribución en muestras pequeñas de los estimadores de MGM y los estadísticos asociados (ver, por ejemplo, Hayashi (2000)) encuentran que los estadísticos usuales para evaluar la significatividad de las variables rechazan demasiado a menudo la hipótesis nula de ausencia de significatividad. Este hallazgo también puede afectar las pruebas de constancia de parámetros dado que estimaciones tan precisas hacen que los intervalos de confianza sean demasiado estrechos y, por lo tanto, podrían aumentar la probabilidad de detectar cambios en los parámetros.

modelo y realizan sus proyecciones acerca de la evolución futura de las variables en forma consistente con el mismo y con la información disponible (incluida la posible presencia de *shocks* en las ecuaciones del sistema). Con este supuesto, el modelo puede resolverse utilizando el valor futuro de las variables endógenas en lugar de las variables en expectativa.

La resolución de estos modelos no siempre es unívoca, ni estable, y requiere de la utilización de métodos numéricos. En particular, la evaluación de la dinámica del modelo requiere del estudio adecuado de las características que imponen las estimaciones, considerando asimismo el posible impacto que surja por el accionar de la política económica, es decir incluyendo los parámetros estimados y los que se corresponden con las decisiones de política de la autoridad monetaria. Debe notarse que a fin de que exista un sendero único de equilibrio dinámico es necesario probar que la cantidad de autovalores explosivos coincide exactamente con el número de variables *forward looking* en el sistema, en cuyo caso existe un sendero único de equilibrio dinámico. Para la solución numérica se utiliza el programa WinSolve, especialmente diseñado para resolver y simular modelos.

Asimismo, la resolución del sistema de ecuaciones dinámicas para la realización de proyecciones de las variables macroeconómicas requiere de condiciones iniciales, tomándose usualmente el valor correspondiente al último período incluido en la estimación para las variables endógenas utilizadas. Por otro lado, la solución requiere también que se impongan los valores de largo plazo de las variables no predeterminadas del modelo. Así, se definen valores finales para la inflación π_∞, la brecha del producto y_∞,[37] la tasa de interés real r_∞ y el tipo de cambio real peso-dolar e_∞^{USA}. Los valores numéricos correspondientes a estas variables pueden ser modificados de acuerdo a los requerimientos del ejercicio de política.

También es necesario estimar la evolución de todas las variables exógenas que afectan al modelo. Las variables exógenas que intervienen en el modelo son los IPCs de USA, zona del Euro y Brasil, los tipo de cambio nominales euro-dólar y real-dólar y una tasa de interés internacional de referencia (Libor 3-meses).[38] En el Apéndice se encuentra una descripción detallada de la metodología empleada. Por último, es posible incluir en el modelo *shocks* exógenos. Estos *shocks* permiten incorporar información existente sobre probables cambios futuros en la economía que no pueden ser capturados internamente en las variables endógenas del modelo (ej: aumento salariales, tarifarios, cambio en las condiciones internacionales, etc.), incluyendo variaciones estacionales. Bajo el supuesto de expectativas consistentes, una vez establecidos estos *shocks* serán internalizados por los propios agentes de la economía al momento de proyectar las expectativas futuras de las variables endógenas. La posibilidad de introducir tales *shocks* permite ajustar las proyecciones a cambios no considerados en el modelo, mejorando la capacidad de predicción del mismo en el corto plazo.

[37] Como se mencionara, se asume una brecha de producto nula en el largo plazo.

[38] Dadas las dificultades para pronosticar el componente exógeno de la prima de riesgo y liquidez, se supone que ésta es nula a lo largo del horizonte de proyección del modelo.

5.1 El efecto de *shocks*: análisis impulso-respuesta

Las proyecciones de las variables endógenas del MEP están condicionadas por tres tipos de factores: la regla (o las reglas en el modelo MEP 2) de política adoptada, la proyección de las variables exógenas y la presencia de *shocks* no anticipados que afecten las variables endógenas. A través de estos últimos, es posible analizar la reacción de las variables endógenas del modelo a perturbaciones exógenas. En particular es factible analizar la presencia de perturbaciones exógenas sobre el lado de la oferta, la demanda o el sector externo, en la medida que los *shocks* operen a través de la ecuación de Phillips, la ecuación IS o la ecuación UIP. El análisis de impulso-respuesta brinda información acerca de la consistencia del modelo en términos de la interrelación entre las variables en el sistema, al tiempo que indica el nivel de persistencia de los mismos, considerando que los *shocks* perturban las variables medidas como desvíos de sus valores de equilibrio general de largo plazo. Esta última característica es un aporte singularmente importante al momento de evaluar opciones de política monetaria.

A manera de ejemplo, en la presente sección, se muestra y analiza el impacto de un *shock* de demanda. Partiendo del estado estacionario se perturba al modelo con un *shock* de un punto porcentual positivo sobre la ecuación IS. El impacto de la perturbación se propaga entonces a la totalidad del sistema, por cuanto las variables endógenas responden desviándose de sus valores de equilibrio de largo plazo (esto se mide en el eje de las ordenadas) de acuerdo a la relación sistemática y de equilibrio general entre las variables del modelo a través de los mecanismos de transmisión ilustrados en las figuras 1 y 2. Esta simulación se realiza tanto para el MEP 1 como para el MEP 2.

El Gráfico 1 muestra las reacciones de impulso-respuesta para el MEP 1. El efecto de una perturbación sobre la ecuación IS origina un desvío positivo de la brecha del producto respecto de su valor de estado estacionario, que en primera instancia es superior al valor de la perturbación inicial dado que el valor esperado de la brecha también afecta el valor actual de este desvío. Se observa un aumento de la tasa de interés nominal, un incremento de la inflación, un aumento de la tasa de interés real (dado el nivel de la variación en las variables antes mencionadas) y una apreciación del tipo de cambio real. Por su parte, el eje de abcisas indica el número de trimestres que requiere cada una de estas variables para recuperar su valor de equilibrio de largo plazo.

El Gráfico 2 muestra la respuesta del MEP 2 ante el mismo impulso inicial. En este caso, la reacción de las variables es similar en términos cualitativos. Sin embargo, se pueden notar diferencias de magnitud en la respuesta de las variables relacionadas con la mayor riqueza en los mecanismos de transmisión y con la operación de la intervención que realiza la autoridad monetaria en el mercado de divisas. En particular, puede notarse el menor efecto sobre la apreciación real del tipo de cambio y sobre la tasa de interés nominal, que refleja la mayor liquidez derivada de la intervención de la autoridad monetaria en el mercado de divisas a pesar del esfuerzo de esterilización. Por otro lado, se observa una mayor reacción de la tasa de inflación y más persistencia en la respuesta de la brecha del producto, ya que en esta versión del MEP permanece positiva por un período de tiempo más prolongado luego del impulso inicial.

Gráfico 1

MEP 1: Impulso-respuesta a *shock* de 1% sobre Curva IS

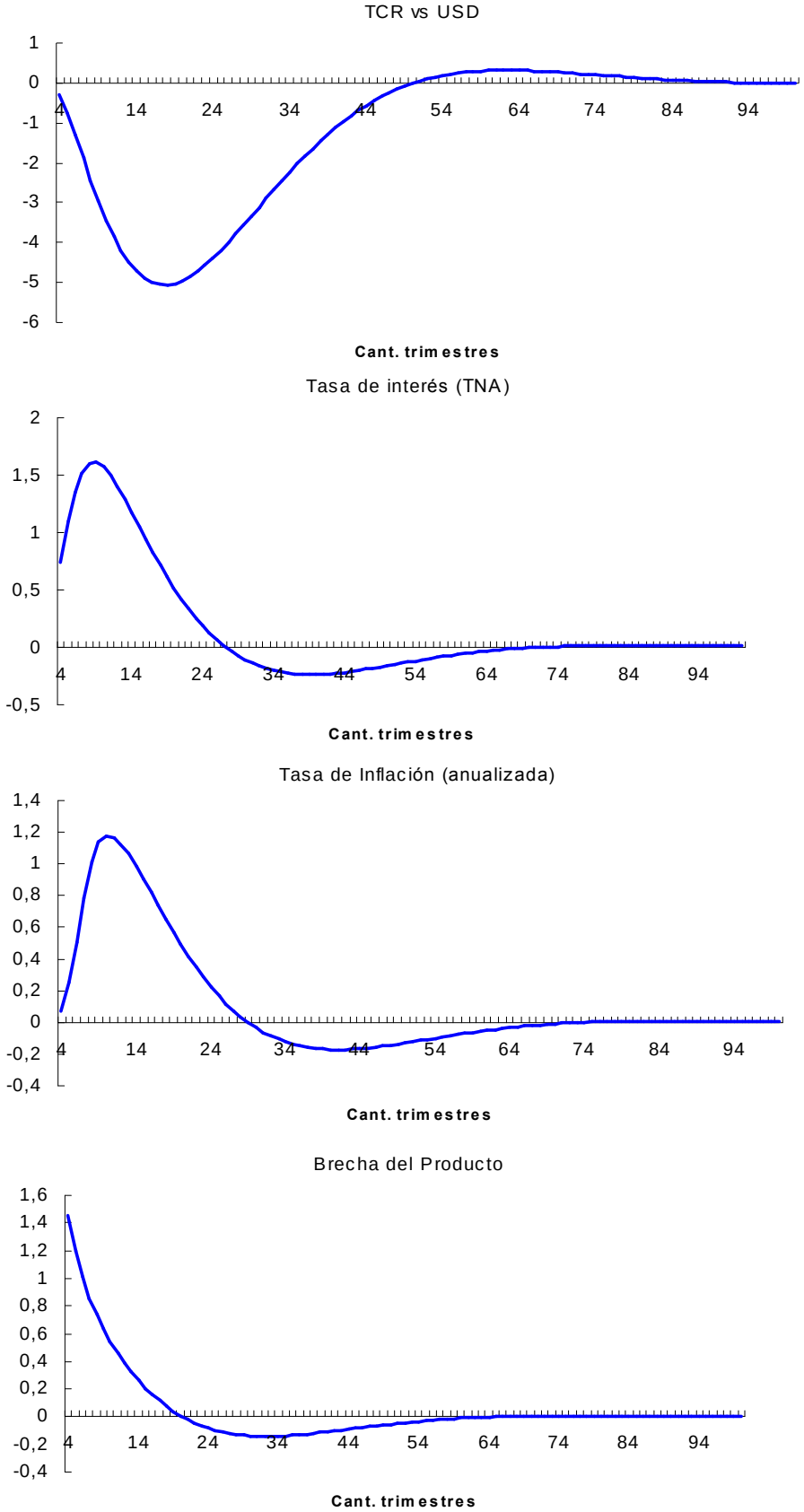
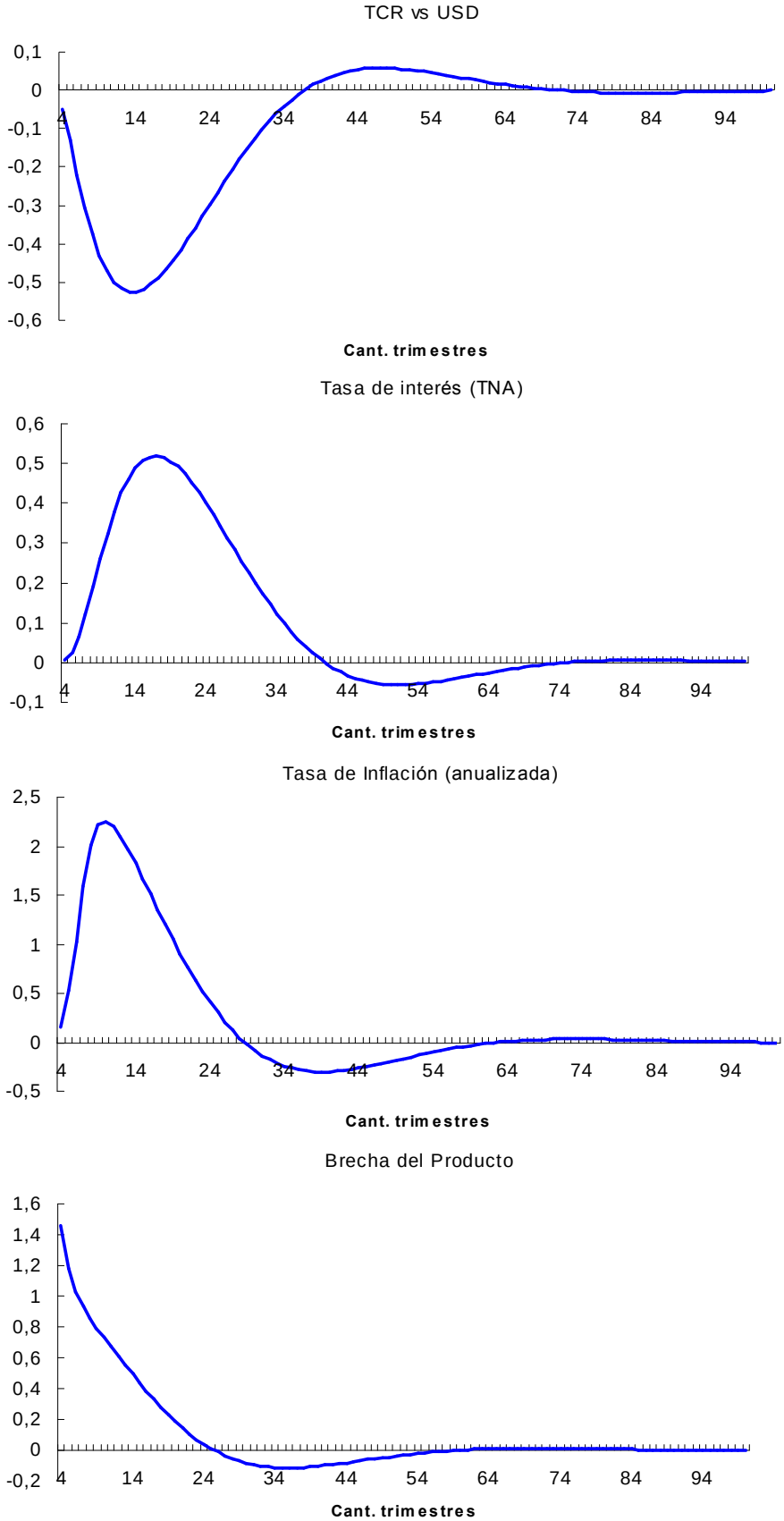


Gráfico 2

MEP 2: Impulso-respuesta a *shock* de 1% sobre Curva IS



6. Consideraciones finales

El desarrollo y la implementación del MEP, en cualquiera de sus versiones, permite al BCRA contar con una herramienta analítica simple, capaz de evaluar las implicancias macroeconómicas de diferentes opciones de política y realizar proyecciones de las variables relevantes. El MEP permite nutrir con sus proyecciones modelos econométricos auxiliares de suma utilidad para proyectar variables macroeconómicas y monetarias, tales como la brecha de producto,[39] los agregados monetarios,[40] y componentes de la demanda agregada tales como el consumo y la inversión. De esta manera, este tipo de herramientas tienen un rol importante como auxiliar para la toma de decisiones de política monetaria de manera informada y consistente. Asimismo, el modelo incorpora de manera adecuada el comportamiento pasado de las principales variables macroeconómicas y permite al mismo tiempo proyectarlas hacia el futuro de manera consistente.

Sin embargo, debido a su escasa complejidad, el modelo tiene limitaciones, especialmente al momento de evaluar y realizar análisis de políticas monetarias que operan a través de mecanismos de transmisión más sofisticados. Por esta razón, se continúa avanzando en el desarrollo de modelos alternativos y complementarios, principalmente, con modelos dinámicos y estocásticos de equilibrio general (DSGE), en consonancia con los desarrollos recientes de la literatura económica y con las agendas de investigación de la mayoría de los bancos centrales. Esto permitirá complementar y fortalecer la capacidad de realizar proyecciones y de analizar el impacto económico de diferentes medidas de política monetaria.

Debe tenerse en cuenta que una de las restricciones que se enfrentan a la hora de realizar proyecciones y ajuste de modelos (microfundados o no) a la economía local, se relaciona directamente con la disponibilidad de datos y la presencia de importantes *shocks* y cambios estructurales. Por esta razón, se realiza un importante esfuerzo en la adecuada implementación econométrica de los modelos. Por último, el ajuste y la implementación de las proyecciones que surgen de los modelos requiere de la utilización de técnicas de proyección que son realizadas en diversas plataformas, tales como WinSolve y MATLAB. Esto demuestra que el desarrollo de los modelos de proyección constituye un desafío importante para el área de investigaciones económicas por cuanto conlleva esfuerzos de investigación en teoría, estimación econométrica y métodos cuantitativos. Tales esfuerzos tienen su correlato en el desarrollo de herramientas analíticas de utilidad para la toma de decisiones de política monetaria.

[39] Elosegui y otros (2006).

[40] Aguirre y otros (2006).

Referencias

- Aguirre, H., Burdisso, T. y Grillo, F. (2006). *"Hacia una Estimación de la Demanda de Dinero con Fines de Pronóstico: Argentina, 1993-2005."* Ensayos Económicos, 45, Octubre. 7-45.
- Arreaza, A., Blanco, E. y Dorta, M. (2003). *"A small-scale macroeconomic model for Venezuela."* Banco Central de Venezuela. Serie Documentos de Trabajo. Oficina de Investigaciones Económicas. Nro. 43.
- Banco Central de Chile (2003). *"Modelos Macroeconómicos y Proyecciones del Banco Central de Chile."*
- Bank of England (1999). *"Economic Models at the Bank of England."*
- Berg, A., Karam, P. y Laxton D. (2006). *"A Practical Model-Based Approach to Monetary Policy Analysis. Overview."* IMF Working Paper. WP/06/80.
- Calvo, G. (1983). *"Staggered Contracts in a Utility Maximizing Framework."* Journal of Monetary Economics, 12, September, 383-98.
- Elosegui, P., Garegnani, L., Lanteri, L., Lepone, F. y Sotes Paladino, J. M. (2006). *"Estimaciones Alternativas de la Brecha del Producto de la Economía Argentina."* Ensayos Económicos, 45, Octubre. 95-119.
- Escudé, G. J. (2006). *"Alternative Monetary Regimes in a DSGE Model of a Small Open economy with sticky Prices and Wages."* Documento de Trabajo Nro 11. BCRA.
- Favero, C. (2001). *"Applied Macroeconometrics."* Oxford University Press.
- Hansen, L.P. (1982). *"Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators."* Econometrica, 50, 4, 1029-1054.
- Hayashi, F. (2000). *"Econometrics."* Princeton University Press.
- Hodrick, R. y Prescott, E. C. (1980). *"Post-war U.S. Business Cycles: an empirical investigation."* Mimeo. Carnegie-Mellon University.
- Price, L. (1996). *"Economic Analysis in a Central Bank - Models Versus Judgment."* Handbooks in Central Banking Nro 3. Centre for Central Bank Studies. Bank of England.
- Polovnov, Y. y Nikolaychuk, S. (2006). *"Modeling of Transition from Exchange Rate Peg to Inflation Targeting Regime: Case of Ukraine."* National Bank of Ukrania.
- Roberts, J. (1995). *"New Keynesian Economics and the Phillips Curve."* Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 27, Nro 4. November. 42
- Taylor, J. (1979). *"Staggered Contracts in a Macro Model."* American Economic Review, 69, May, 108-13.
- Taylor, J. (1980). *"Output and Price Stability: An International Comparison."* Journal of Economics Dynamics and Control 2, February, 109-32.

A. Apéndice

A.1 Definición del TCRM

El MEP utiliza un TCRM que incorpora tres socios, EE.UU., el Área Euro, y Brasil, que tienen participaciones α_{US}, α_{EU}, y α_{BR} (que suman a uno). A continuación se define el TCRM (e_t) de dos formas alternativas y equivalentes: la primera como promedio geométrico de los TCR bilaterales con los socios comerciales, y la segunda como razón entre el producto del tipo de cambio nominal multilateral (TCNM) y el IPC de Argentina:

$$e_t = \left(\frac{S_t P_t^{US}}{P_t}\right)^{\alpha_{US}} \left(\frac{(S_t/\rho_t^{EU})P_t^{EU}}{P_t}\right)^{\alpha_{EU}} \left(\frac{(S_t/\rho_t^{BR})P_t^{BR}}{P_t}\right)^{\alpha_{BR}} = \frac{P_t^* S_t/\rho_t}{P_t}, \qquad (59)$$

donde P_t^j es el IPC del socio j (j=US, EU, BR), P_t es el IPC de Argentina, S_t es el tipo de cambio pesos/dólar, y ρ_t^k es el tipo de cambio de k contra el dólar (moneda de k/dólares; k=EU, BR),

$$\rho_t \equiv (\rho_t^{EU})^{\alpha_{EU}} (\rho_t^{BR})^{\alpha_{BR}} = (1)^{\alpha_{US}} (\rho_t^{EU})^{\alpha_{EU}} (\rho_t^{BR})^{\alpha_{BR}}$$

es el tipo de cambio de una canasta de monedas ponderada por comercio en relación con el dólar (unidades de la canasta por dólar),

$$S_t/\rho_t = (S_t)^{\alpha_{US}} (S_t/\rho_t^{EU})^{\alpha_{EU}} (S_t/\rho_t^{BR})^{\alpha_{BR}}$$

es el tipo de cambio nominal multilateral (TCNM), y

$$P_t^* \equiv (P_t^{US})^{\alpha_{US}} (P_t^{EU})^{\alpha_{EU}} (P_t^{BR})^{\alpha_{BR}}$$

es el índice de precios de los socios comerciales, ponderado por las participaciones en el comercio de Argentina.

Obsérvese que (59) también puede escribirse como:

$$e_t = (e_t^{US})^{\alpha_{US}} (e_t^{EU})^{\alpha_{EU}} (e_t^{BR})^{\alpha_{BR}} \qquad (60)$$

si definimos los tipos de cambio reales bilaterales:

$$e_t^{US} = \frac{S_t P_t^{US}}{P_t} \qquad (61)$$

$$e_t^{EU} = \frac{(S_t/\rho_t^{EU})P_t^{EU}}{P_t} \qquad (62)$$

$$e_t^{BR} = \frac{(S_t/\rho_t^{BR})P_t^{BR}}{P_t}. \qquad (63)$$

Como se observa en (59), los cambios en los precios de los socios comerciales y en los tipos de cambio cruzados entre sus monedas afectan directamente al TCRM de Argentina. En el MEP, las variables que determinan a P_t^* y ρ_t (o sea, ρ_t^{EU}, ρ_t^{BR} y P_t^k $(k = US, EU, BR)$) son exógenas, es decir, variables cuyos valores no están determinados por el modelo. Los movimientos de P_t^* y ρ_t indican qué sucede con los precios de los socios y con sus monedas en relación con el dólar. Por ello, podemos utilizar al tipo de cambio nominal con el dólar S_t para definir la política cambiaria argentina. Al ser el MEP un modelo de plazo intermedio, se supone que en el largo plazo del modelo no han tenido tiempo de cambiarse las participaciones de los socios en el comercio exterior de Argentina. Por ello, los coeficientes α_{US}, α_{EU} y α_{BR} son constantes.

Utilizando la segunda igualdad de (59) se obtiene:

$$\frac{e_t}{e_{t-1}} = \frac{(P_t^*/P_{t-1}^*)(S_t/S_{t-1})/(\rho_t/\rho_{t-1})}{P_t/P_{t-1}} = \frac{\pi_t^* \delta_t/\delta_t^*}{\pi_t}, \tag{64}$$

donde en la segunda igualdad se definieron la tasa de depreciación nominal del peso con el dólar, la tasa de inflación local, la tasa de apreciación del dólar contra una canasta de monedas ponderadas por comercio, y la tasa de inflación de los socios ponderadas por comercio:

$$\begin{aligned} \delta_t &\equiv S_t/S_{t-1}, \\ \pi_t &\equiv P_t/P_{t-1}, \\ \delta_t^* &\equiv \rho_t/\rho_{t-1}, \\ \pi_t^* &\equiv P_t^*/P_{t-1}^*. \end{aligned}$$

Por ende la versión log-lineal de (64) es:

$$\hat{e}_t - \hat{e}_{t-1} = \hat{\delta}_t - \hat{\pi}_t + \hat{\pi}_t^* - \hat{\delta}_t^*. \tag{65}$$

Luego (65) dice que la depreciación real multilateral del peso es necesariamente igual a la tasa de depreciación nominal con el dólar, menos la tasa de inflación doméstica, más la tasa de inflación internacional y menos la tasa de apreciación del dólar contra la canasta de monedas de los socios de Argentina, ponderadas por las participaciones en el comercio, donde además todas estas variables están expresadas como desvíos porcentuales con respecto a sus valores de largo plazo. Para conocer la metodología de cálculo del tipo de cambio real multilateral ver "Índice del Tipo de Cambio Real Multilateral" en *www.bcra.gov.ar*, Subgerencia General de Investigaciones Económicas, BCRA, Mayo de 2005.

A.2 Tratamiento de variables exógenas

A.2.1 Precios al consumidor de Brasil, Área Euro y EE. UU.

Para EE.UU. y el Área Euro se utilizan las proyecciones de inflación interanual de precios al consumidor provistas por *Bloomberg* en su *survey Consensus Forecast* de periodicidad mensual, en el que se resumen los pronósticos efectuados por diversas instituciones del mercado. Estos abarcan el trimestre en curso y los próximos cuatro/cinco trimestres. En el caso de Brasil se utilizan las expectativas de mercado respecto a la inflación IPCA para los próximos doce/trece meses que releva semanalmente el Banco Central de Brasil.

Más allá de ese horizonte de proyección y hasta completar los veinticinco años que necesita el MEP como insumos, se procede de distinta forma en los casos del Área Euro y EE.UU., por un lado, y Brasil por el otro. Para los dos primeros se supone que ambos alcanzan una inflación de estado estacionario de 2% anual hasta finalizar el período relevante. En el caso de Brasil, se supone que este país cumple las metas de inflación fijadas por su Banco Central y, a partir del año para el que aún no se han anunciado metas, se asume que resta economía alcanza una inflación de estado estacionario de 3% anual.

A.2.2 Tipos de cambio bilaterales euro-dólar y real-dólar

Los pronósticos de tipo de cambio para corto y mediano plazo se toman de las proyecciones de consenso relevadas por *Bloomberg* para el euro y el real *vis-a-vis* con el dólar.

Para el tipo de cambio euro-dólar se dispone, adicionalmente, de proyecciones a corto y mediano plazo provistas por el FMI, que cubren más de cinco años hacia delante y que sirven de base para sus informes semestrales *World Economic Outlook.* Los valores tomados por el MEP para cada tipo de cambio corresponden al promedio simple de los valores proyectados, para cada trimestre, por las dos fuentes mencionadas.

Para proyectar el tipo de cambio cruzado euro/dólar de largo plazo a partir del momento en que no hay pronósticos disponibles (más de cinco años hacia delante) se utilizan los valores negociados en contratos *forward* sobre esta divisa, a los diversos plazos disponibles (con un máximo de diez años). No se dispone de este tipo de valores de referencia para la divisa brasileña más allá de los cinco años vista.

Finalmente, para el período restante hasta completar veinticinco años hacia delante, se supone que los respectivos tipos de cambio reales bilaterales versus el dólar se mantienen constantes en la paridades reales dadas por el último valor proyectado a partir de los datos mencionados más arriba.

A.2.3 Tasa de interés internacional

La tasa de interés internacional utilizada por el MEP es la LIBOR a 3 meses en dólares. Los pronósticos para esta variable se obtienen de dos fuentes. La primera es *JPMorgan*, a través de su informe *US Weekly Prospects* (semanal). Éste provee pronósticos para el trimestre corriente y los cuatro/cinco siguientes.

La segunda fuente es el FMI, a partir de la base de datos mencionada en la sección de tipos de cambio cruzados. Esta provee pronósticos trimestrales de LIBOR a 6 meses para los próximos cinco años, que es llevada a una tasa nominal anual a 3 meses mediante la transformación correspondiente.

Más allá de ese horizonte y hasta completar el período relevante (veinticinco años) se supone que la tasa nominal converge (en forma suave), en un año, hacia el valor compatible con una tasa de interés real de 2,5% anual, dada la proyección de inflación para EE.UU. en cada período. Este valor para la tasa real es el que se supone de estado estacionario, y se calculó como el promedio de la tasa LIBOR real a 3 meses observada durante el período.

Este libro se terminó de imprimir
en Ediciones Gráficas Especiales,
Ciudad Autónoma de Buenos Aires,
en el mes de febrero de 2007,
con una tirada de 2000 ejemplares.

El presente documento refleja parte del trabajo de desarrollo e implementación de modelos económicos de proyección que utiliza el BCRA para la toma de decisiones de política monetaria. El trabajo presenta el Modelo Económico Pequeño (MEP), que contempla de manera estilizada la dinámica de una economía pequeña y abierta, como lo es Argentina. Se describe una versión estándar del MEP, con estructura similar a la de los modelos de uso habitual en los bancos centrales, a la que se incorporan variantes que permiten simular diferentes regímenes monetarios y cambiarios conforme a la realidad de un país en desarrollo. Una de estas variantes contempla un régimen de flotación administra da o intervención simultánea del banco central en el mercado monetario y cambiario. A pesar de la simplicidad del modelo, el trabajo muestra cómo puede ser utilizado para analizar la impor tancia relativa de los diversos canales de transmisión y los rezagos con los que opera la política monetaria.

ISBN: 978-987-20003-8-7

ie | BCRA

Investigaciones Económicas
Banco Central
de la República Argentina