

Dinámicas no lineales y ciclos asimétricos en Argentina, Brasil y Uruguay

Silvia Rodríguez Collazo
Ana Laura Badagián

Julio 2004

Serie documentos de trabajo
DT (04/02)

Dinámicas no lineales y ciclos asimétricos en Argentina, Brasil y Uruguay

Silvia Rodríguez, Ana Laura Badagián

Instituto de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración

RESUMEN

La presencia de asimetrías cíclicas en series económicas tiene importantes implicaciones tanto desde el punto de vista de la teoría económica como desde la perspectiva de la modelización y predicción. La idea de que algunas variables económicas presentan dinámicas asimétricas en el tiempo y que la economía opera en forma diferente en las distintas fases del ciclo de negocios no es nueva; en 1984 Neftci encuentra dinámicas asimétricas en el desempleo de Estados Unidos, pero recién en los noventa se retoma con fuerza esta preocupación en la literatura económica. Dado que en Uruguay no se han publicado gran cantidad de trabajos al respecto, este artículo pretende contribuir a la discusión de estos temas.

El documento abarca dos aspectos; primeramente, estudia si existen asimetrías en los componentes cíclicos de los productos de Argentina, Brasil y Uruguay, y en segundo lugar, analiza si los resultados del *test* Triples son sensibles a la aplicación de diversas metodologías de descomposición para obtener el ciclo.

Mediante la aplicación del *test* no paramétrico Triples, propuesto por Randles, Flinger, Policello y Wolfe en 1980, se contrasta la hipótesis de asimetría. El estudio de las dinámicas asimétricas se centra aquí en dos tipos específicos de asimetrías: transversal y/o longitudinal. Hay asimetría transversal si, durante las fases recesivas, los valles del ciclo son más profundos que el alto de los picos, cuando se transita por una expansión. Se verifica asimetría longitudinal cuando, en las recesiones, la caída en el producto es rápida y las recuperaciones son lentas.

Este *test* se realiza sobre uno de los componentes no observables del producto, el ciclo. Dado que existen diversas metodologías para extraer este componente, en este trabajo se estudia la sensibilidad de los resultados del *test* Triples a los métodos de descomposición aplicados. Así, el ciclo se estima mediante el método estructural propuesto por Harvey (1981), el método basado en modelos ARIMA propuesto por Maravall (1987) combinado con el filtro de Hodrick – Prescott (1982) y el método propuesto por Baxter King (1995).

Los resultados de los contrastes indican que existe evidencia para afirmar que hay asimetría de tipo *deepness* en los ciclos de los productos de Argentina y Uruguay, sin embargo la asimetría de tipo *steepness* sólo se verifica en el ciclo Argentino. El método de descomposición aplicado afecta los resultados del *test* de asimetría Triples.

silvia@iesta.edu.uy
analaura@iesta.edu.uy

Julio 2004

Introducción

El comportamiento de las variables macroeconómicas en las diferentes fases del ciclo de negocios ha sido objeto de interés desde hace largo tiempo; Keynes en 1936 y Burns y Mitchell en 1946, sugieren la posible existencia de asimetrías en el ciclo de negocios. En 1984 Neftci investiga las propiedades de la tasa de desempleo de Estados Unidos en las diferentes fases del ciclo.

La existencia de asimetría en el ciclo significa que la estructura probabilística del ciclo durante la fase de crecimiento es diferente a la de la fase de recesión. Cualquiera sea la fuente de estas asimetrías y no linealidades, es relevante estudiar la existencia de asimetrías en el ciclo de variables macroeconómicas como el producto bruto interno (PBI). Su confirmación posibilita utilizar modelos adecuados para representar la evolución de la serie y, a partir de ello, poder predecir adecuadamente su comportamiento, pues la existencia de asimetría aporta evidencia para no modelizar las series mediante modelos lineales con residuos simétricos. La existencia de asimetrías tiene también importantes implicaciones para los hacedores de política económica. Adicionalmente y como advierte Neftci considerar la constatación de asimetrías es importante a la hora de aplicar adecuadamente la teoría asintótica.

En la literatura que se ha ocupado de este tema se han utilizado diferentes formas de contraste, dado que se han estudiado distintos tipos de asimetrías y, como consecuencia, se ha arribado a resultados diversos. Neftci (1984), Falk (1986) comparan las probabilidades de transición de un régimen a otro en las expansiones y en las recesiones. De Long y Summers (1986) testean la existencia de asimetría usando el coeficiente de curtosis, considerando la existencia de autocorrelación serial en los datos. Sichel (1993) distingue entre dos tipos de asimetría *deepness* y *steepness*, Verbrugge (1997) estudia estos dos tipos de asimetría, pero utilizando otro tipo de test.

En general estos estudios se han centrado en el análisis de dos tipos de variables macroeconómicas, las vinculadas al nivel de actividad y las relacionadas con el mercado de trabajo. En las investigaciones donde se analiza las características del producto, las conclusiones son diversas. Falk (1986) no encuentra evidencia de que el PBI de Estados Unidos presente asimetrías, Hamilton (1989) en cambio, muestra que un modelo que permita capturar asimetrías en el crecimiento del PBI de Estados Unidos es preferible a un modelo lineal para recoger sus regularidades. Utilizando distintos tipos de contrastes para probar la existencia de asimetría, Sichel (1993) y Verbrugge (1997) encuentran evidencia de asimetría de tipo transversal en el PBI real de Estados Unidos. Es probable que la diversidad de resultados a los que se llegó se deba, entre otras cosas, tanto a las diferentes metodologías utilizadas, como a los distintos tipos de asimetrías que se analizan. Bodman (2002) aplica el *test* Triples al PBI real de Australia y no encuentra evidencia ni de asimetría *deepness* ni *steepness*.

El objetivo de este trabajo es analizar la existencia de dinámicas asimétricas *deepness* (transversal) y *steepness* (longitudinal) en los ciclos de las series de producto real de Argentina, Brasil y Uruguay, mediante la aplicación del *test* Triples. La asimetría tipo *deepness* se da cuando los valles son más profundos que el alto de los picos, cuando la distribución de la serie sin tendencia es asimétrica.

La asimetría tipo *steepness* ocurre cuando las fases recesivas presentan pendientes más empinadas que las fases de crecimiento, cuando la distribución de la serie en primeras diferencias es asimétrica.

El documento se organiza de la siguiente forma: en la sección dos se detalla la metodología utilizada, en la sección tres se presentan los resultados y finalmente en la sección cuatro se señalan algunos comentarios finales.

Metodología

Test Triples

Se testea la existencia de dos tipos específicos de asimetría, asimetría *deepness* o transversal y asimetría *steepness* o longitudinal¹. Una serie posee una asimetría longitudinal o *steepness* cuando las fases recesivas presentan pendientes más empinadas que las fases de crecimiento, esto implica que la distribución de la serie en primeras diferencias, es asimétrica. La asimetría tipo *deepness* se da cuando los valles son más profundos que el alto de los picos, cuando la distribución de la serie sin tendencia es asimétrica. La serie puede presentar los dos tipos de asimetría al mismo tiempo.

Para detectar la presencia de estas dos clases de asimetría se seleccionó el *test* no paramétrico de Randles et.al. (1980). La idea intuitiva detrás de este *test* es la siguiente: se consideran todas las posibles combinaciones de N elementos tomadas de a tres, siendo N el tamaño de la muestra y si la mayor parte de estas combinaciones presentan asimetría positiva, se infiere que la distribución también presenta esta característica. El razonamiento es análogo para asimetría negativa.

Formalmente:

$$f^*(X_i, X_j, X_k) = \frac{1}{3} \left[\text{sign}(X_i + X_j - 2X_k) + \text{sign}(X_i + X_k - 2X_j) + \text{sign}(X_j + X_k - 2X_i) \right]$$

Los valores que puede asumir esta función f^* son $\left\{-\frac{1}{3}, 0, \frac{1}{3}\right\}$. Cuando el resultado es $1/3$ se habla de un conjunto de tres observaciones (X_i, X_j, X_k) con asimetría con cola a la derecha, mientras que si el resultado es $-1/3$ se trata de tres observaciones con asimetría con cola a la izquierda. El estadístico del *test* Triples viene dado por:

$$\frac{\mathbf{h} - \mathbf{h}}{\sqrt{\mathbf{s}_{\mathbf{h}}^2 / N}}$$

donde

$$\mathbf{h} = \frac{1}{\binom{N}{3}} \sum_{i < j < k} f^*(X_i, X_j, X_k),$$

y

$$\mathbf{s}_{\mathbf{h}}^2 / N = \frac{1}{\binom{N}{3}} \sum_{c=1}^3 \binom{3}{c} \binom{N-3}{3-c} \mathbf{v}_c$$

¹ La asimetría *deepness* es un ejemplo de asimetría transversal (ortogonal a la dirección del ciclo), la asimetría *steepness* es un ejemplo de asimetría longitudinal (en dirección del ciclo).

donde

$$\mathbf{v}_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_1^*(X_i) - \hat{\mathbf{h}})^2 \quad \text{con} \quad f_1^*(X_i) = \frac{1}{\binom{N-1}{2}} \sum_{\substack{j < k \\ i \neq j, i \neq k}} f^*(X_i, X_j, X_k),$$

$$\mathbf{v}_2 = \frac{1}{\binom{N}{2}} \sum_{j < k} [f_2^*(X_j, X_k) - \hat{\mathbf{h}}]^2 \quad \text{con} \quad f_2^*(X_i, X_k) = \frac{1}{N-2} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j \neq k}} f^*(X_i, X_j, X_k)$$

y

$$\mathbf{v}_3 = \frac{1}{9} - \hat{\mathbf{h}}^2.$$

La hipótesis nula es $\mathbf{h} = 0$, implica, en este contexto donde los datos presentan correlación serial, que el proceso generador de los datos es un proceso lineal ARMA, con errores bien comportados, simétricos, independientes e idénticamente distribuidos. La distribución asintótica del estadístico es la normal estándar, por lo que se utilizan los valores críticos convencionales para realizar el contraste.

Eubank et al (1992) y Verbrugge (1997) consideran que este contraste presenta dos ventajas: tiene considerablemente mayor potencia que los *test* comunes basados en el coeficiente de curtosis y, dado que no es un *test* basado en los momentos, no se ve influido por la presencia de puntos anómalos².

Dado que el *test* se aplica sólo a series estacionarias, a éstas se les debe aplicar un filtro adecuado, de modo que la transformada sea estacionaria. Pero el filtro debe ser apropiado; es necesario que cumpla con ciertas características para asegurarse que el proceso de filtrado no introduzca asimetrías de tipo espúreo. El primer requerimiento es que el filtro debe tener una representación lineal. Esta condición de linealidad es muy importante ya que si un filtro lineal se aplica sobre una serie simétrica, la serie resultante es simétrica³. El segundo requerimiento es que su aplicación debe inducir la estacionariedad.

Los contrastes de asimetría se aplican al componente cíclico de la serie; para la asimetría tipo *deepness* el *test* se realiza sobre el nivel del componente cíclico, para la asimetría de tipo *steepness*, el *test* se realiza sobre la primera diferencia del ciclo. En este trabajo se aplican tres filtros diferentes que cumplen con los requerimientos antes mencionados. Cualquier serie puede ser descompuesta en sus componentes no observables: tendencia, ciclo, componente estacional e irregular. El ciclo es el componente estacionario que se examina, sobre el que contrasta la existencia de asimetría longitudinal y/o transversal⁴. Por tanto es necesario estimar y separar este componente inobservable y para ello se aplican tres metodologías: el método basado en modelos ARIMA a través del que se obtiene el componente tendencia-ciclo, al que a su

² En el anexo se presentan los resultados de un *test* basado en el coeficiente de asimetría para las tres series analizadas. La implementación del mismo se realizó con MATLAB.

³ Dada una variable x_t generada por un proceso ARMA lineal y gaussiano: $A(L)x_t = B(L)\epsilon_t$, cuya representación como un MA infinito es: $x_t = A(L)^{-1}B(L)\epsilon_t$, donde $A(L)$ y $B(L)$ son polinomios finitos en el operador de rezagos L y ϵ_t es una perturbación que sigue un proceso ruido blanco Gaussiano. Como ϵ_t tiene distribución simétrica el proceso x_t , combinación lineal de esas perturbaciones es también simétrico. Por tanto un modelo ARMA lineal gaussiano no puede asintóticamente representar comportamientos asimétricos.

⁴ El *test* se aplica al componente cíclico, y no a los residuos del proceso ARIMA con que se modeliza la serie, por lo que no está previsto distinguir entre un proceso generador de datos no lineal y un proceso lineal con perturbaciones asimétricas.

vez se le aplica el filtro Hodrick-Prescott y del que se obtiene el componente cíclico (MA-HP), Maravall (1987) y Hodrick-Prescott (1982), el método estructural (ME), Harvey (1981) y el filtro de Baxter y King (BK), Baxter y King (1995).

Datos

Las series que se estudian son el PBI de Argentina a precios constantes⁵, expresado en millones de pesos de 1993, el índice de volumen físico del PBI de Brasil (base 1990=100) y el índice de volumen físico del PBI de Uruguay (base 1983=100). La frecuencia de las series es trimestral. El período de análisis comprende el período 1980.01 – 2004.01.

En las Figuras 1 a 3 se presentan los gráficos de los ciclos estimados a través de las metodologías mencionadas⁶.

En la Figura 1 se presentan las tres estimaciones del componente cíclico del PBI de Uruguay. Como se puede ver en ella, las estimaciones no parecen diferir sustancialmente de acuerdo al filtro utilizado. Hay cuatro episodios claros de recesión, de los cuales dos son sustancialmente más profundos de acuerdo a todas las estimaciones, en el primer episodio, el valle se registró entre 1981.04 y 1982.03 (según el ciclo estimado por el método basado en modelos ARIMA y según el ciclo estimado por el método estructural) y finalizó en 1986 (1986.01 de acuerdo a MA-HP y 1986.03 por ME). Este episodio tuvo una duración aproximada de cuatro años y medio, aunque el proceso de contracción comienza en 1981.03 y en ello coinciden ambos métodos de descomposición. En el segundo episodio de recesión, la contracción se inicia entre el 2001.01 (MA-HP) y 2001.02 (ME), los valores por debajo de la tendencia se comienzan a dar en el 2001.03 de acuerdo a las metodologías ME y MA-HP y a partir 2002.01 según BK y finaliza entre el tercer y cuarto trimestre de 2003. Tuvo una duración aproximada de dos años y medio.

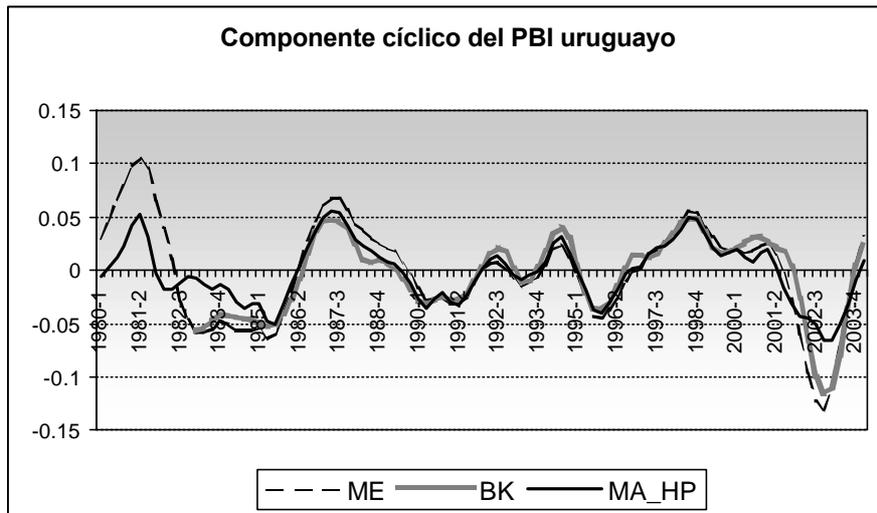
La última crisis fue mucho más profunda que la de los ochenta y menos duradera.

Los tres métodos coinciden en que los picos más altos alcanzados durante el período se registraron en el segundo trimestre de 1981 y en el segundo trimestre de 1987.

⁵ Las fuentes de información son las siguientes: PBI del Uruguay: Banco Central del Uruguay, PBI de Argentina: Ministerio de Economía de Argentina, PBI de Brasil: Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE).

⁶ En el caso de la descomposición MA-HP el test se aplica al logaritmo del ciclo el que se obtiene realizando una descomposición multiplicativa en niveles y aditiva en logaritmos. En la descomposición SE ME obtiene el ciclo de la serie de partida expresada en logaritmos y finalmente en el filtro BK la serie de partida es la serie original extendida con predicciones a doce pasos, obtenida a partir del modelo ARIMA estimado en el modelo MA.

Figura 1

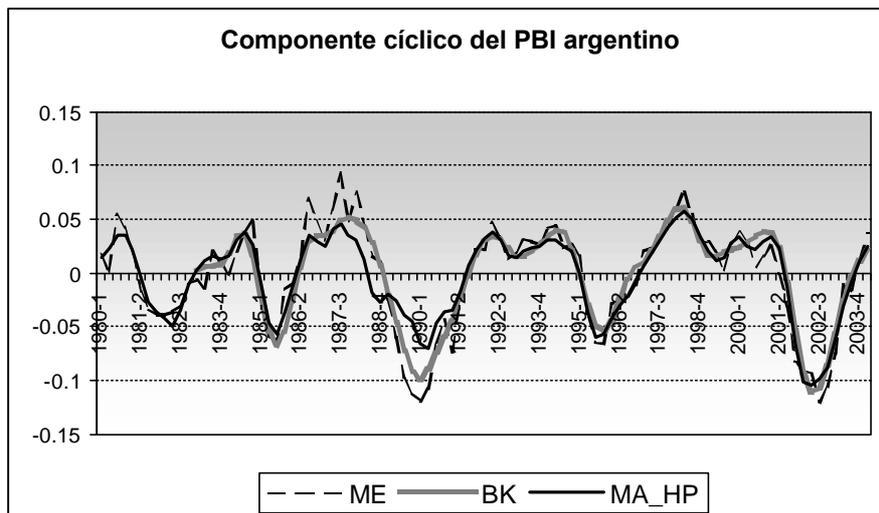


Fuente : Elaboración propia

En la Figura 2 se presentan los ciclos estimados por las tres metodologías para el PBI de Argentina. Se observan cuatro episodios recesión, dos de ellos sustancialmente más profundos, el primero se registró sobre 1988.03 (BK) y 1989.01 (ME y MA-HP) variando la fecha de inicio del valle de acuerdo a los métodos y tuvo una duración de entre dos años y medio y tres años. El segundo episodio comienza entre 2001.02 y 2001.03 y tiene una duración de entre 9 trimestres y dos años y medio.

El pico más alto de las fases de expansión se registró en 1998.02, fecha en la que coinciden las estimaciones por los tres métodos.

Figura 2



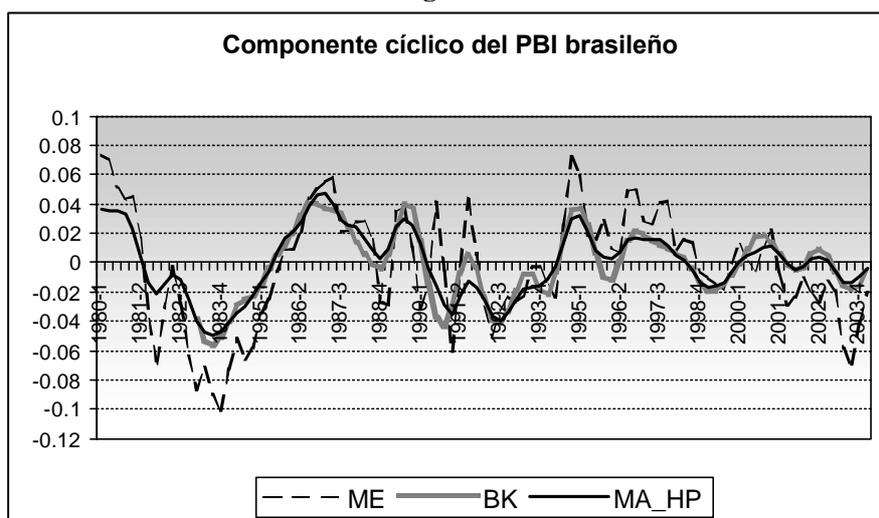
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 3 se presenta el ciclo estimado del PBI de Brasil, el método estructural (ME) da como resultado un ciclo con mayores oscilaciones y rugosidades que los otros dos métodos de descomposición. Los episodios de recesión más impactantes se dan en la primera mitad de los ochenta y al inicio de los noventa. El ciclo comienza a caer a partir del tercer o cuarto trimestre de 1980 (ME o MA-HP), y los cuatro años donde el

ciclo está por debajo de su valor tendencial van desde 1981.03 a 1985.03 (ME) o desde 1981.03 a 1985.02 (MA-HP). El segundo episodio se inicia en 1989.04 y el ciclo permanece por debajo de la tendencia durante 4 años, 1990.01 (ME) o 1990.02 (BK y MA-HP) hasta 1994.02, fecha en la que los tres métodos coinciden.

De acuerdo al ME la última crisis fue tan profunda como la de los noventa, sin embargo las estimaciones del ciclo obtenidas mediante los otros dos métodos no da lugar a pensar que fue similar a la de los noventa, sino menos profunda que aquella.

Figura 3



Fuente : Elaboración propia

Resultados

En el Cuadro 1 se presenta los resultados de la aplicación del *test* Tripes a los ciclos estimados mediante tres métodos de descomposición⁷.

Cuadro 1

Variable	Asimetría <i>Depnesss</i>			
	Filtro cíclico	Estadístico	Valor-p	Resultado
PBI uruguayo	MA- HP	0,08	0,936	Simetría
	BK	-2,86	0,004	Asimetría
	ME	-0,91	0,363	Simetría
PBI argentino	MA-HP	-4,75	0,000	Asimetría
	BK	-6,88	0,000	Asimetría
	ME	-4,51	0,000	Asimetría
PBI brasileño	MA-HP	-0,46	0,646	Simetría
	BK	-0,66	0,509	Simetría
	ME	-0,92	0,358	Simetría

⁷ La programación del *test* Triples se realizó en MATLAB. Para estimar el ciclo por el método estructural (ME) se utilizó el software STAMP, para estimar el ciclo por el método basado en modelos ARIMA y su filtrado por Hodrick-Prescott (MA-HP) se estimaron con el paquete DEMETRA, los ciclos estimados mediante el filtro propuesto por Baxter y King (BK) se estimaron mediante la programación del algoritmo en MATLAB.

Variable	Asimetría <i>Stepness</i>			
	Filtro cíclico	Estadístico	Valor-p	Resultado
PBI uruguayo	MA-HP	-0,96	0,337	Simetría
	BK	-0,21	0,834	Simetría
	ME	-0,21	0,834	Simetría
PBI argentino	MA-HP	-2,67	0,008	Asimetría
	BK	-3,39	0,001	Asimetría
	ME	0,21	0,834	Simetría
PBI brasileño	MA-HP	-1,57	0,116	Simetría
	BK	-0,31	0,757	Simetría
	ME	0,08	0,936	Simetría

Fuente: Elaboración propia

La evidencia empírica confirma la existencia de asimetría *deepness* y *stepness* en el ciclo del PBI de Argentina. En este caso se confirma la existencia de los dos tipos de asimetrías estudiados, las fases recesivas presentan pendientes más empinadas que las fases de crecimiento y los valles son más profundos que el alto de los picos.

En el caso del PBI de Brasil no es posible verificar asimetría en el ciclo, ni de tipo transversal ni longitudinal. Este resultado no se modifica por el método de descomposición aplicado, es muy claro que no es posible rechazar la hipótesis de linealidad.

En el caso del ciclo del PBI de Uruguay la evidencia no es tan contundente, se rechaza la hipótesis de linealidad cuando el filtro utilizado es el propuesto por Baxter y King, el que estaría indicando asimetría de tipo *deepness*. Este resultado implica que las fases recesivas tendrían pendientes más empinadas que las fases de crecimiento que se llega más rápidamente al valle de lo que se sale de él. En cambio no se obtiene este resultado si el ciclo se obtiene mediante los otros dos métodos de descomposición. Por tanto si bien existe evidencia de asimetría tipo *deepness* en el producto Uruguayo, la misma no es contundente.

La sensibilidad del resultado para el ciclo del PBI de Uruguay al método de descomposición utilizado no es sorprendente. En Sichel (1993) donde se utiliza el filtro de Hodrick- Prescott y la descomposición de Beveridge Nelson, los resultados difieren de acuerdo al filtro utilizado. En Verbrugge (1997) se utilizan los mismos métodos de descomposición que en Sichel (1993) y allí también los resultados varían con el método de filtrado.

Comentarios finales

En este trabajo se analiza la presencia de dinámicas asimétricas en los componentes cíclicos de los productos de Argentina, Brasil y Uruguay, mediante la realización del *test* no paramétrico Triples y considerando la posible sensibilidad de los resultados al método de descomposición.

Se encuentra evidencia de asimetría *deepness* y *steepness* en el ciclo argentino cualquiera sea el filtro utilizado para obtener el ciclo. Este resultado conduce a pensar que la estructura probabilística en las diversas fases del ciclo de este producto no es la misma. De acuerdo a la asimetría *deepness*, los valles serían más profundos que el alto

de los picos y de acuerdo a la asimetría *steepness*, las fases recesivas presentarían pendientes más empinadas que las fases de crecimiento.

El ciclo del producto de Uruguay presenta asimetría de tipo *deepness* si el componente cíclico se estima aplicando el filtro de Baxter y King. Esta sensibilidad al tipo de filtro lineal aplicado no es un resultado particular de este trabajo, otros autores han encontrado esta sensibilidad en los resultados para el caso del producto de Estados Unidos.

No se encontró evidencia de que el ciclo del PBI de Brasil presente asimetría tipo *deepness* ni *steepness*. En este caso cualquiera sea el método de descomposición utilizado para estimar el componente no observable, los resultados a los que se arriba son idénticos, el ciclo es simétrico, es posible pensar, que la estructura probabilística de las diferentes fases del ciclo son similares.

Bibliografía

- Baxter, M. And King, R (1995) – “Measuring Business Cycle: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series”. *NBER Working Paper 5022*.
- Bodman, P. (2002) – “ Dynamic Asymmetries in the Australian Labor Market”. *Working Paper. Department of Economics, University of Queensland, Brisbane, Australia*.
- De Long, B. and Summers, L. (1986) – “Are Business Cycle Symmetrical?” in *American Business Cycle: Continuity and Change*, ed. R. Gordon, Chicago: NBER and University of Chicago Press.
- Falk, B. (1986) – “ Further Evidence on the Asymmetric Behavior of Economic Time Series over the Business Cycle”. *Journal of Political Economy*. N° 94
- Harvey, A. (1981) – “*The Time Series Models*”. Phillip Allan, Oxford.
- Harvey, A. (1985)- “ Trends and Cycles in Macroeconomic Time Series”. *Journal of Business Administration*. N° 3.
- Hodrick, R. And Prescott, E. (1982) – “Post War US. Business Cycles: An Empirical Investigation”. *Working Paper, Carnegie-Mellon University*.
- Maraval, A. (1987) – “ Descomposición de series temporales: especificación, estimación e inferencia” *Estadística Española*. N° 114
- Neftci, S. (1984) – “Are Economic Time Series Asymmetric over the Business Cycle?”. *Journal of Political Economy*. Vol 92.
- Randles, R ; Flinger, M ; Policello, G. and Wolfe, D. (1980) – “ An Asymptotically Distribution –Free Test for Symmetry Versus Asymmetry”. *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 75, N° 369.
- Sichel, D. (1993) – “ Business Cycle Asymmetry: a Deeper Look”. *Economic Inquiry*. Vol XXXI.
- Verbrugge, R. (1997) – “Investigating Cyclical Asymmetries”. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*. Vol 2. N°1
- Whitney, N. and Kenneth, W. (1987) – “A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix”. *Econometrica*. Vol 55, N° 3

Anexo

Otro contraste de asimetría, que tiene la característica de ser paramétrico, basándose en el coeficiente de asimetría se presenta a continuación⁸.

Considere una serie de tiempo de la forma

$$y_t = t_t + c_t$$

donde t_t es el componente de tendencia no estacionario y c_t es el componente cíclico estacionario. Si y_t es no estacionaria, el análisis de c_t requiere extraer la tendencia para la aplicación del contraste.

El contraste de asimetría tipo *deepness* utiliza el coeficiente de asimetría de c_t que se calcula como

$$D(c) = \left[(1/T) \sum_t (c_t - \bar{c})^3 \right] / s(c)^3$$

donde \bar{c} es la media de c_t , $s(c)$ es la desviación estándar de c_t y T es el tamaño de la muestra.

Como las observaciones de c_t se encuentran autocorrelacionadas, la fórmula para el error estándar asintótico del coeficiente de asimetría de una variable aleatoria *iid* no es aplicable, sino que debe calcularse utilizando el procedimiento sugerido por Newey y West (1987). Este considera una serie z_t en la que cada observación se construye mediante el siguiente cálculo:

$$z_t = (c_t - \bar{c})^3 / s(c)^3.$$

Se regresa esta variable sobre una constante y se calcula el error estándar de Newey-West. La estimación de la constante en esta regresión coincide con $AS(c)$ y el error estándar de Newey-West es consistente aún en la presencia de heteroscedasticidad y autocorrelación. El cociente entre la constante y su error estándar es asintóticamente normal, de forma que la significación de $AS(c)$ puede analizarse utilizando los valores críticos de la tabla normal estándar.

Si una serie de tiempo exhibe asimetría tipo *steepness*, entonces su primera diferencia debería exhibir asimetría negativa. Las recesiones agudas son más profundas, pero menos frecuentes que los períodos de crecimiento, que resultan más moderados. Por tanto, un contraste para *steepness* puede realizarse utilizando el coeficiente de asimetría de $\mathbf{D}c_t$ (la primera diferencia de c_t).

$$ST(\mathbf{D}c) = \left[(1/T) \sum_t (\mathbf{D}c_t - \bar{\mathbf{D}c})^3 \right] / s(\mathbf{D}c)^3$$

donde $\bar{\mathbf{D}c}$ y $s(\mathbf{D}c)$ son la media muestral y el desvío estándar de $\mathbf{D}c_t$. Este contraste examina si las tasas de cambio en c_t son asimétricas alrededor de su media. El error estándar asintótico para el contraste de *steepness* se calcula de forma análoga que para el contraste *deepness*.

⁸ Este contraste se realiza en Sichel (1993).

Los resultados de la implementación de este contraste a las series analizadas en este trabajo se presentan en el siguiente cuadro.

<i>Deepness</i>				
Variable	Filtro	Estadístico	Valor-p	Resultado
PBI uruguayo	MA_HP	-0,35	0,73	Simetría
	BK	-0,94	0,34	Simetría
	MM	-0,39	0,70	Simetría
PBI argentino	MA_HP	-1,26	0,21	Simetría
	BK	-1,45	0,15	Simetría
	MM	-1,17	0,24	Simetría
PBI brasileño	MA_HP	-0,17	0,87	Simetría
	BK	-0,36	0,72	Simetría
	MM	-0,47	0,64	Simetría
<i>Steepness</i>				
PBI uruguayo	MA_HP	-0,51	0,61	Simetría
	BK	0,03	0,97	Simetría
	MM	-0,03	0,98	Simetría
PBI argentino	MA_HP	-1,17	0,24	Simetría
	BK	-0,97	0,33	Simetría
	MM	0,08	0,94	Simetría
PBI brasileño	MA_HP	-0,53	0,59	Simetría
	BK	-0,38	0,71	Simetría
	MM	0,73	0,46	Simetría

Fuente: Elaboración propia

La evidencia se inclina hacia la simetría de los ciclos de los PBI de Argentina, Brasil y Uruguay. Aún en el caso de Argentina, para el que mediante el *test* Triples se rechaza la hipótesis de simetría, cualquiera sea el método de descomposición utilizado.

En este contraste, los valores del estadístico no son lo suficientemente altos en valor absoluto para rechazar la hipótesis de simetría. Es muy posible que este resultado se relacione a que la potencia del *test*⁹.

⁹ Véase el estudio de Verbrugge (1997) en el que se realiza una comparación de la potencia de ambos contrastes.