

El ciclo económico
Enfoques e ilustraciones
Los ciclos económicos de Estados Unidos y Colombia.

Por: Mauricio Avella G. y Leopoldo Fergusson T.¹

RESUMEN

La explicación del ciclo económico fue uno de los intereses principales de los economistas en la primera mitad del siglo XX. Tal empeño dejó de ser prioritario en la agenda de la profesión entre fines de la segunda guerra mundial y el advenimiento del primer choque sobre los precios petroleros a mediados de los setenta. Desde entonces el ciclo económico volvió a ocupar una posición prominente en la investigación económica. Este ensayo destaca grandes líneas de investigación sobre el ciclo emprendidas a lo largo del siglo, se cita la controversia acerca de los eventuales cambios del ciclo en la segunda parte de la centuria anterior, y se introduce la discusión de los vínculos entre ciclos de diferentes economías. Este último tópico sirve de introducción al tema de las correlaciones entre ciclos de economías, y a su aplicación a las posibles correlaciones entre los Estados Unidos y Colombia durante el último siglo.

^{1/} Banco de la República. Diciembre de 2003. Investigador en la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República e Investigador en el CEDE de la Facultad de Economía de la Universidad de los Andes, respectivamente. En el momento de participar en este estudio, Fergusson trabajaba en la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los autores agradecen la asesoría de Martha Misas Arango durante la realización de las secciones estadísticas del trabajo, así como los comentarios sobre las mismas de Luis Fernando Melo Velandia.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN. | 4 |
| I. EN BÚSQUEDA DE UNA EXPLICACIÓN DEL CICLO ECONÓMICO. | 5 |
| <i>A. Perspectiva.</i> | 5 |
| <i>B. La teoría del ciclo económico en el período de entreguerras.</i> | 7 |
| 1. <i>La Escuela de Viena</i> | 7 |
| a. El legado de Wicksell. | 7 |
| b. El modelo monetario de Hayek. | 8 |
| 2. <i>La escuela de Cambridge.</i> | 9 |
| a. La inestabilidad inherente del crédito según Hawtrey. | 9 |
| b. Lavington, Pigou y Robertson. | 11 |
| c. El Keynes del Tratado y el Keynes de la Teoría General en cuanto al ciclo. | 12 |
| 3. El florecimiento de la investigación acerca del ciclo en los años treinta. | 14 |
| a. El enfoque de Slutsky y Frisch. | 15 |
| b. Modelos de multiplicador y acelerador de Harrod, Samuelson y Hicks. | 16 |
| c. Modelos no lineales de Kalecki, Kaldor y Goodwin. | 18 |
| <i>C. Teoría y medición.</i> | 20 |
| 1. <i>El ciclo económico según Mitchell.</i> | 20 |
| 2. <i>Mitchell, el NBER, y sus críticos.</i> | 22 |
| <i>D. Hacia el renacimiento de la teoría del ciclo económico.</i> | 24 |
| 1. <i>El modelo neoclásico de crecimiento económico.</i> | 25 |
| 2. <i>Las expectativas racionales en modelos del ciclo económico.</i> | 26 |
| <i>E. El enfoque del ciclo económico real.</i> | 28 |
| II. CONTEXTOS HISTÓRICOS Y CICLOS ECONÓMICOS. | 32 |
| III. LOS CICLOS ECONÓMICOS DE LOS ESTADOS UNIDOS Y COLOMBIA. METODOLOGÍA Y RESULTADOS. | 36 |
| A. Metodología | 37 |
| 1. Correlaciones | 37 |
| a. Los ciclos | 37 |
| b. La correlación entre los ciclos | 39 |
| Preblanqueo | 39 |
| Correlación cruzada entre las brechas del producto | 39 |
| 2. Modelos VAR | 40 |
| a. Causalidad instantánea y en el sentido de Granger: | 41 |
| b. Funciones de impulso-respuesta | 42 |
| B. Resultados | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 1. Correlaciones | 43 |
| a. El período 1910-2000 | 43 |
| b. El período 1910-1940. | 46 |
| c. El período 1940-2000 | 47 |
| d. El período 1980.1-2001.2 | 48 |
| e. El período 1980.1-1990.2 | 51 |
| f. El período 1990.3-2001.2 | 52 |
| 2. Modelos VAR | 54 |
| a. Causalidad de Granger | 57 |
| b. Causalidad instantánea. | 57 |
| c. Impulso respuesta. | 58 |
| | |
| IV. REFERENCIAS. | 62 |
| | |
| ANEXO 1: EL FILTRO DE HODRICK-PRESCOTT Y EL FILTRO DE BAXTER Y KING | 67 |
| | |
| ANEXO 2: LA CORRELACIÓN CRUZADA ENTRE SERIES NO PREBLANQUEADAS | 68 |
| | |
| ANEXO 3: UNA PRUEBA DE CAUSALIDAD INSTANTÁNEA | 70 |
| | |
| ANEXO 4: PREBLANQUEO DE LOS CICLOS | 74 |

Introducción.

El ciclo económico ha sido siempre un tema controvertido. Cuando en los años cuarenta la Asociación Económica Norteamericana decidió publicar un volumen de ensayos sobre el ciclo económico, creó un comité de selección para que asumiera “una tarea singularmente ardua” ya que la materia comprendía “además del análisis técnico de las fluctuaciones cíclicas, la expresión de diferencias profundas y a veces violentas de filosofía económica y social”.

En diferentes momentos durante los últimos cien años, coincidiendo con épocas de prosperidad en los países industrializados, se llegó a hablar de la extinción del ciclo económico. Así ocurrió en los 1920, en los 1960 y según algunos especialistas en la primera mitad de los 1990. Quienes no llegaban al extremo de proclamar la muerte del ciclo, argumentaban que el desarrollo de las instituciones capitalistas había llegado a tal capacidad de control de la economía, especialmente después de la segunda guerra mundial, que para el futuro sólo podrían esperarse fluctuaciones económicas muy moderadas. En cada caso, la evolución posterior de la economía, y el cuestionamiento de los economistas dejaron sin piso aquellas expresiones de optimismo.

El debate sobre el ciclo en el siglo XX no siguió un proceso lineal, sin solución de continuidad, tanto en el terreno de la teoría como en relación con los métodos de medición. Diferentes enfoques alentaron la discusión, la cual se vio enriquecida por los avances en la capacidad analítica de la profesión.

Independientemente de sus divergencias, las distintas aproximaciones teóricas coinciden en que usualmente el ciclo puede durar varios años, que es lo suficientemente persistente como para que se presenten movimientos correlacionados en las series de tiempo, así como interacciones entre las variables macroeconómicas relevantes. En las explicaciones del ciclo de la primera mitad del siglo XX es común encontrar que aquellos movimientos tienden a acumularse antes de llegar a un punto en el cual todo el proceso acumulativo se reversa.

En la primera parte del trabajo se esbozan las contribuciones de destacadas escuelas al proceso de interpretación del ciclo económico. El énfasis recae en el período de entreguerras y en desarrollos ulteriores ocurridos principalmente en los años ochenta. La pregunta acerca de qué es el ciclo económico sigue abierta. Los diferentes enfoques continúan desbrozando el camino hacia una explicación teórica satisfactoria de los eventos agrupados bajo la expresión *ciclo económico*.

La tradición analítica del ciclo asociada a la Oficina Nacional de Investigación Económica de los Estados Unidos (National Bureau of Economic Research, NBER) sostiene que en perspectiva histórica la fase expansiva del ciclo se ha venido haciendo más larga, y la fase recesiva más corta y menos severa. Dicha lectura ha sido cuestionada en el terreno

estadístico, y el tema sigue siendo objeto de discusión. La segunda parte de este ensayo se ocupa de dichas discusiones.

La revisión de la bibliografía alrededor del ciclo revela su raigambre tanto en la dinámica económica como en la historia. La complejidad de los fenómenos asociados al ciclo desborda los procesos económicos, integrando también procesos políticos y sociales. Las exposiciones clásicas citan experiencias de economías nacionales, incorporando una variedad de sectores y regiones dentro de un mismo país. Pero los ciclos adquieren mayor alcance al transmitirse entre economías nacionales a través de canales como el comercio y las finanzas.

Las relaciones económicas internacionales posibilitan la interdependencia regional y propician eventuales simetrías entre los ciclos de negocios de los socios comerciales. En perspectiva histórica, la experiencia de mayor relevancia para Colombia sería la de potenciales correlaciones entre los ciclos económicos de los Estados Unidos y de Colombia. Este es el tema de la tercera parte del trabajo.

Para la construcción de los ciclos se emplean filtros estadísticos que permiten separar el componente permanente y las desviaciones transitorias de las series del producto de cada país. Con el fin de estudiar la relación entre los ciclos de Colombia y de los Estados Unidos, se presenta un análisis de la relación entre las brechas del producto, a partir de la correlación cruzada de las series construidas. Posteriormente se discute la relación de causalidad entre las series, así como las respuestas de las brechas a innovaciones en el comportamiento de las series. En general, los resultados revelan la ausencia de correlaciones estadísticamente significativas entre los ciclos económicos de Colombia y de los Estados Unidos.

I. En búsqueda de una explicación del ciclo económico.

A. Perspectiva.

El concepto de ciclo económico es un legado del siglo XIX. Los primeros autores advirtieron la presencia de “movimientos ondulantes” en el proceso económico, caracterizados por una “secuencia definida de fases”. Dicha secuencia aparecería reiteradamente, pero sin una duración determinada². En 1862 Clément Juglar publicó el

^{2/} Las frases entre comillas son tomadas de Schumpeter ((1954), 1971, pp. 627) El autor destaca las contribuciones de Tooke, Lord Overstone y Marx en los primeros análisis del ciclo. En 1837, Samuel Jones Loyd (conocido en la vida pública como Lord Overstone) empleó el término *ciclo* y se refirió a sus estados o fases en los siguientes términos: “La historia de lo que estamos acostumbrados a llamar ‘la situación del comercio’ es una lección instructiva. La encontramos sujeta a varias condiciones que reaparecen periódicamente, repitiéndose claramente en un ciclo definido. Primero la encontramos en un estado de tranquilidad, enseguida de progreso, confianza creciente, prosperidad, agitación, comercio desbordado, conmoción, presión, estancamiento, desolación, terminando nuevamente en tranquilidad”. Citado en Hansen (1951, p. 216).

primer tratado dedicado enteramente al estudio del ciclo económico. Según Juglar, las crisis serían características de economías con sectores comerciales e industriales desarrollados y uso difundido del crédito. Su investigación estadística lo llevó a definir la existencia de un ciclo industrial cuya duración variaría entre 7 y 11 años³.

El teórico británico William Jevons, conocido principalmente por sus contribuciones a la teoría de la demanda, participó también en el análisis de las crisis comerciales. En sus primeras publicaciones en los 1860 citó una variedad de causas de las crisis, dando preponderancia a las de origen real como el comportamiento de la inversión. Pero ya para entonces concedía especial importancia a la suerte de las cosechas agrícolas. Fue en los 1880 cuando el autor destacó la incidencia crucial del comportamiento agrícola en las fluctuaciones económicas como resultado de cambios en el clima. En efecto, encontró que en promedio los intervalos entre las crisis comerciales eran de 10 ½ años, igual al promedio de los intervalos entre períodos de actividad de las manchas solares⁴.

Las primeras tres décadas y media del siglo XX presenciaron el florecimiento de la investigación acerca del ciclo económico. Las contribuciones abarcaron tanto las exposiciones teóricas como las discusiones empíricas. El campo teórico se vio abonado por una variedad de enfoques, desde los que pregonaban las causas monetarias del ciclo, pasando por los que señalaban inversiones excesivas o el endeudamiento excesivo, hasta los que acudían a factores psicológicos o relacionados con el clima. El panorama empírico exhibió desde el inicio de la centuria el avance de las técnicas analíticas que con el tiempo vinieron a formar parte del patrimonio del NBER en los Estados Unidos, asociado por décadas con los aportes de Wesley C. Mitchell. A la discusión metodológica contribuiría desde los años treinta, y por lo menos hasta fines de los sesenta la Cowles Commission, especialmente a través de los trabajos de Ragnar Frisch y Tjalling Koopmans. En un trabajo publicado en 1933, Frisch legó el enfoque metodológico de análisis del ciclo basado en la distinción entre *impulsos* y *mecanismos de propagación*.

^{3/} En la obra de Juglar intitulada *Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis* se destaca el carácter recurrente de las crisis comerciales y se emplea la palabra ciclo para referirse a la sucesión de fases (prosperidad, crisis y liquidación) en las fluctuaciones económicas. El comportamiento del crédito bancario es crucial en la explicación del ciclo. Información adicional acerca de la obra en comento es ofrecida por Hansen (1951, p.218). Una versión resumida de la argumentación se encuentra en Juglar (1863).

^{4/} Según Jevons: “Juzgando esta cercana coincidencia de resultados de acuerdo con la teoría de probabilidades, es altamente probable que estos dos fenómenos periódicos que varían tan aproximadamente en el mismo período promedio, estén conectados como causa y efecto”. Citado en Arnold (2002, p.127) con base en Persons (1927). La cadena de causalidades podría describirse así: de las manchas solares a las condiciones climáticas, de las condiciones climáticas a las cosechas, y de las cosechas al estado de los negocios. En discurso pronunciado en 1875 en la Academia Británica con el sugestivo título de ‘*The solar period and the price of corn*’, Jevons se expresó así: “... variaciones comparativamente menores en la calidad de las cosechas repetidas con intervalos similares serían suficientes para producir la alternación entre estados de depresión, actividad, agitación, y colapso, los cuales indudablemente ocurren en clara sucesión”. Citado en Haberler ((1937), 1964, p.152). Keynes dedica una sección de sus *Notas sobre el ciclo económico* (Capítulo 22 de la *Teoría General*) a la teoría de Jevons, calificándola de enfoque extremadamente aceptable a la luz de la argumentación de la Teoría General. Keynes ([1936], 1978, pp.329-332).

La revolución keynesiana no pasaría desapercibida en los esfuerzos de los cultores de la teoría del ciclo económico. Una variedad de contribuciones desde mediados de los treinta y en cabeza de autores como Samuelson y Hicks cimentaron el movimiento intelectual que en la posguerra se conocería como la síntesis neoclásica. El trabajo teórico no anduvo solo. Al menos desde fines de los treinta se estaban construyendo modelos econométricos aplicados al estudio de los ciclos. Varios trabajos de Tinbergen en dicha época fueron adelantados con tal fin. Pero fue Lawrence Klein quien construyó y estimó estadísticamente los primeros modelos macroeconómicos diseñados ya no en función de los ciclos económicos sino a la luz de los enunciados de la síntesis neoclásica. A mediados de los cincuenta el modelo de Klein-Goldberger fue uno de los logros cimeros en la construcción de modelos en gran escala, cuya aplicación se extendió hasta entrados los años setenta.

El dominio universal de la síntesis neoclásica se fue a pique a mediados de los setenta, bajo el peso de los eventos y la crítica de nuevas ideas. Los modelos macroeconómicos aplicados durante tres décadas resultaron inadecuados para explicar la estanflación que por entonces afligía a las economías desarrolladas. Y, en el ámbito académico, la denominada *crítica de Lucas* puso en tela de juicio la utilidad de dichos modelos para efectos de política económica. Uno de los frutos de la polémica macroeconómica de la época fue la rehabilitación del ciclo económico como tema de interés prioritario. Volvieron al primer plano las discusiones de las primeras décadas del siglo acerca de la naturaleza del ciclo económico. Para entonces los economistas disponían de un nuevo arsenal analítico del cual no se disponía en aquellas controversias. La discusión del ciclo económico se adelantaría ahora con modelos estocásticos de equilibrio general en pequeña escala.

De acuerdo con el legado de Frisch, choques aleatorios en modelos estocásticos dan lugar a ciclos económicos a través de diferentes mecanismos de propagación. La denominada teoría de los *ciclos económicos reales*, surgida de la encrucijada de la macroeconomía en los setenta, enseña cómo las fluctuaciones macroeconómicas pueden explicarse por los efectos dinámicos de choques reales, principalmente de choques tecnológicos, en una economía competitiva. Otros economistas, herederos de la tradición keynesiana, han resaltado el papel dominante de choques sobre la demanda agregada para generar fluctuaciones macroeconómicas en el corto plazo.

B. La teoría del ciclo económico en el período de entreguerras.

1. La Escuela de Viena

a. El legado de Wicksell.

El economista sueco Knut Wicksell fue uno de los primeros cultores de la teoría del ciclo en el siglo XX, si bien sus aportes fueron limitados. La explicación del ciclo debería buscarse en una “fuerza externa capaz de perpetuar el movimiento cíclico”. Dicha fuerza estaría constituida por el “flujo incesante y variable del *progreso técnico*”⁵. El ritmo de las

^{5/} Wicksell, K. ([1907], 2001, p. 338).

inversiones dependería de la dinámica de las innovaciones técnicas, y la importancia de los factores monetarios sería sólo subsidiaria⁶.

Wicksell diferenció los conceptos de tasa de interés *natural* y tasa de interés de *mercado* o *monetaria*. La primera correspondería al equilibrio del ahorro y la inversión en una economía de intercambio sin dinero⁷. El ahorro dependería de las preferencias intertemporales de las personas, y la inversión del estado de la tecnología. La segunda dependería de factores institucionales, cuya manifestación más universal es el sistema bancario. La intervención de la banca en el mercado de capitales mediante alteraciones en la oferta de crédito, desembocaría en tasas de interés de mercado diferentes de la tasa natural. Tal divergencia estaría manifestando una falla en los mecanismos de mercado para coordinar escogencias acerca de la asignación intertemporal de los recursos reales⁸.

b. El modelo monetario de Hayek.

El legado de Wicksell encontró eco en la Escuela Austríaca, especialmente en la obra de Friedrich Hayek. Como en Wicksell, cambios en el crédito bancario crean discrepancias entre la tasa natural y la tasa monetaria de interés. Pero a diferencia de Wicksell, en Hayek los factores monetarios son esenciales en la explicación del ciclo económico⁹. La elasticidad del dinero en manos de la economía es considerada por Hayek como la condición necesaria y suficiente del ciclo¹⁰. También, alejándose de Wicksell, desdeña la relevancia del concepto de nivel de precios, y destaca la importancia de la tasa monetaria de interés como precio relativo intertemporal. Como esta tasa es crucial para la coordinación de las decisiones acerca del ahorro y la inversión, su alteración mediante cambios en el crédito bancario modificaría las decisiones anteriormente adoptadas por los empresarios.

^{6/} El énfasis de Wicksell en los choques tecnológicos como los causantes del ciclo, no lo convierte en ancestro directo de la teoría de los ciclos económicos reales. No sólo no hay en Wicksell principios metodológicos como el que señala que la economía está siempre en equilibrio, sino que la presencia de problemas de coordinación es parte integrante de su cuerpo conceptual. Hageman (2001, p. 332).

^{7/} Diferentes interpretaciones del propio Wicksell acerca de la tasa natural de interés son discutidas en Laidler (1999, pp.28-31).

^{8/} Wicksell describe el *proceso acumulativo* mediante el cual una expansión monetaria se traduce en un nivel de precios más alto en una economía con un sistema bancario de reservas fraccionarias. Supóngase que bajo patrón oro la economía recibe un influjo del metálico. Los bancos verán incrementados sus depósitos y sus reservas. Provistos de mayores reservas los bancos reducirán las tasas de interés sobre potenciales créditos. La tasa de interés de mercado será inferior a la tasa de interés natural. Los empresarios demandarán mayores préstamos a dicha tasa de mercado, e incrementarán la demanda por factores productivos cuyos ingresos se elevarán. Este proceso acumulativo persistirá siempre y cuando la tasa de interés de mercado sea menor que la tasa natural, o sea, en la medida en la cual subsista el exceso de reservas bancarias. Y este se mantendrá hasta que el nivel más alto de los precios eleve la demanda de circulante en metálico por parte del público no bancario, con la consiguiente reducción de las reservas en poder de los bancos. En la medida en la cual dicho drenaje se produce, los bancos elevarán defensivamente la tasa de interés de mercado hasta eliminar los incentivos que se venían ofreciendo a los deudores potenciales. En el nuevo equilibrio las tasas de interés coincidirán con un nivel de precios más alto. Patinkin (1972, p.84).

^{9/} En su obra *Teoría Monetaria y Ciclo Económico*, publicada originalmente en 1929, Hayek se mantuvo en los predios Wicksellianos destacando la prioridad de los cambios tecnológicos como causa primera del ciclo. Posteriormente, en *Precios y Producción*, aparecida en 1931, Hayek abandonó su explicación real del ciclo, y abrazó una explicación monetaria según la cual los bancos son los artífices del inicio del ciclo. Hageman (2001).

^{10/} Hayek (1936, p.118).

La expansión crediticia se traduciría en un nuevo poder de compra en manos de los empresarios, sin un aumento correspondiente en el ahorro voluntario por parte de los consumidores. Contando con la disponibilidad de crédito bancario, la inversión continuaría aumentando, haciendo cada vez más evidente el conflicto entre los planes originales de los consumidores y los empresarios. ¿Existiría algún límite a todo este proceso? Hayek describe el *momento inevitable* en el cual los empresarios se percatarían de haber cometido errores, al comprobar que sus esperanzas de continuar expandiendo la producción de bienes de inversión con crédito abundante y tasas de interés bajas terminarían desvaneciéndose¹¹. A partir de cierto momento los precios de los factores productivos contratados se elevarían, y por ende los costos de los bienes de capital producidos. Bajo estas nuevas condiciones, la mayor competencia de las empresas por recursos líquidos terminaría presionando a los bancos para subir la tasa monetaria de interés, o al banco central para elevar la de descuento ante la avalancha de pagarés de las empresas¹². La elevación de la tasa monetaria de interés destruiría los incentivos para la adquisición de bienes de capital, de modo que la economía enfrentaría simultáneamente un exceso de oferta de bienes de capital y una reducción de la demanda de tales bienes. Este es según Hayek “el meollo de la verdadera explicación de la crisis”, a saber, el surgimiento de un “fenómeno de escasez de capital que hace imposible la utilización del equipo de producción existente”¹³.

2. La escuela de Cambridge.

a. La inestabilidad inherente del crédito según Hawtrey.

A lo largo de un cuarto de siglo, la tradición monetaria de Cambridge encontró en el economista británico Ralph Hawtrey uno de sus principales exponentes. Que la expansión crediticia genera conflictos, o que el crédito es inestable *per se*, es un aspecto crucial de su explicación del ciclo económico. Al presentar los objetivos de su obra *Currency and Credit* publicada originalmente en 1919, Hawtrey se expresa así:

“... encontraremos que las tendencias expansivas del crédito están en conflicto perpetuo con el sostenimiento de un patrón fijo de valores, y buena parte de nuestro propósito se relaciona con el problema de cuál es la mejor manera de superar dicho conflicto”¹⁴.

El punto de partida en la explicación del ciclo es el concepto de demanda efectiva, entendida como la totalidad del gasto en bienes de consumo y bienes de inversión. Así, el ciclo resulta de las fluctuaciones en el gasto total. El propósito de Hawtrey es el de demostrar que las fluctuaciones de la demanda efectiva, que para él constituyen la *sustancia real del ciclo económico*, corresponderán a los movimientos del crédito bancario. Su asunto es por qué y cómo cambia dicho crédito, por qué las expansiones y contracciones crediticias tienden a ser graduales, y a sostenerse en el tiempo, y cómo se desencadena un

^{11/} “Toda explicación de las crisis económicas debe incluir el supuesto de que los emprendedores han cometido errores” Hayek (1935). Reproducido en Haberler ([1944], 1956, p.366)

^{12/} Hayek (1936, pp.142-143).

^{13/} Hayek (1935). Reproducido en Haberler ([1944], 1956, p.371)

^{14/} Hawtrey ((1919), 1979, p. 16).

proceso acumulativo que se traduce en expansiones o contracciones de la actividad económica. Dos agentes cumplen funciones protagónicas: los *banqueros* y los *comerciantes*, motivados por igual por el afán de ganancia.

La inestabilidad inherente del crédito está ligada con el estado de los negocios. Según el autor dicho estado depende de tres influencias, a saber, el nivel de la tasa de interés, la psicología de los negocios, y el volumen real de las ventas¹⁵. Aunque Hawtrey destaca el papel de la psicología de los negocios, advirtiendo que “cada estado de previsión tiende a producir su propia realización” otorga importancia decisiva al nivel de la tasa de interés y al volumen de ventas. Si los comerciantes decidieran incrementar sus existencias financiando la operación con sus propios ahorros, el consumo como un todo se reduciría en la magnitud del aumento de existencias; no habría efecto alguno sobre la actividad económica. Pero si el estado de los negocios mejorara debido a una reducción de las tasas de interés, los comerciantes acudirían al crédito bancario para financiar el aumento de inventarios, el consumo total no se alteraría, y la demanda efectiva aumentaría¹⁶.

Dado este primer paso, la expansión de la economía adquiere la forma de un proceso acumulativo: los comerciantes incrementan sus demandas de existencias, los productores contratan factores productivos para satisfacerlas, se generan nuevos ingresos, y aumenta la demanda de bienes de consumo y de inversión. El proceso se renovarían una y otra vez, revelando su carácter cíclico. Al aproximarse al límite de su capacidad los productores tenderían a elevar sus precios, e igual cosa harían los comerciantes. Los salarios nominales también tenderían a subir aunque con rezago en relación con los precios y las ganancias empresariales. Con la elevación de los salarios y las ganancias, los agentes económicos diferentes a los bancos, especialmente los asalariados, tenderían a mantener en efectivo una proporción creciente de su ingreso no gastado. De manera gradual, los bancos percibirían que con la reiteración del proceso acumulativo sus reservas bancarias se irían haciendo relativamente escasas. La oferta de crédito comenzaría a ser restringida, con las ganancias y los salarios todavía en ascenso, y con los agentes económicos aumentando su demanda de efectivo. En palabras de Hawtrey, “hay un intervalo incómodo en el cual los productores permanecen ocupados, pero la sombra de contracción del crédito está ya sobre los negocios”¹⁷. Entonces, los bancos llegarían no sólo a reducir el crédito sino a contraerlo. Dicha contracción daría principio a la depresión. Al igual que en la expansión, el proceso sería acumulativo y gradual. En cada caso, aún cambios menores en el crédito tenderían a magnificarse:

“Un movimiento de crédito pequeño o casual, ya sea de expansión o contracción, tiende a exagerarse por sí mismo. Una vez iniciado se desarrolla y continuará creciendo hasta que los bancos tomen medidas decisivas para detenerlo. ... los bancos no toman estas medidas hasta que sus reservas se afectan, y en el momento en que tal cosa ocurre, el movimiento habrá alcanzado un impulso considerable. El proceso de refrenar e invertir ese impulso será bastante lento”¹⁸.

^{15/} Hawtrey ((1944), 1956, p. 359).

^{16/} Según Hawtrey, “aquí tenemos un aumento definido de los gastos, ... , una demanda que surge de la nada”. Hawtrey ((1944), 1956, p. 348).

^{17/} Hawtrey ((1944), 1956, p.356).

^{18/} Hawtrey ((1944), 1956, p.356).

b. Lavington, Pigou y Robertson.

Frederick Lavington, Arthur C. Pigou y Dennis Robertson trataron diversos temas alusivos al ciclo económico en el ambiente marshalliano de las primeras dos décadas del siglo XX. Las referencias fragmentarias de Marshall al ciclo económico destacan cómo en la fase de auge la expansión del crédito bancario y la consecuente elevación del nivel de precios tienden a reproducirse. De ahí la insistencia del autor en velar por la estabilidad de los precios. Si esta indicación marshalliana se siguiera como orientación de política, la estabilización de precios se traduciría en la práctica en la eliminación del ciclo económico.

Lavington y Pigou discutieron las limitaciones del mercado para coordinar las escogencias de los agentes económicos. Destacaron el papel de las expectativas en las decisiones de inversión, así como las implicaciones que los errores empresariales en la percepción del estado de la economía podrían tener sobre el ciclo y sobre la asignación intertemporal de los recursos¹⁹. Pigou fue explícito en destacar la primacía de los factores reales como causas del ciclo. Los factores monetarios obrarían solamente como vínculos mediadores²⁰.

Una de las preocupaciones centrales de Robertson fue la de las causas reales del ciclo²¹. Así, en una economía en recuperación, la perspectiva de ganancias futuras induciría un mayor gasto por parte de los empresarios, provocando el crecimiento de los ingresos. El sistema bancario vendría entonces en auxilio de la expansión, creando el combustible monetario para sostenerla. ¿Cómo podría surgir dicha expectativa de ganancias futuras? Robertson considera crucial la innovación tecnológica²². La innovación que desemboca en menores costos productivos abriría caminos de prosperidad²³.

^{19/} Cuando los empresarios tienen acceso al crédito bancario “un error de optimismo alcanza mayores dimensiones. Los préstamos se renuevan, propiciando una mayor elevación de los precios. Mediante esta elevación sus fortunas crecen aun más, y en consecuencia, el error incurrido en la proyección se acrecienta de nuevo”. Pigou (1912) citado por Laidler (1999, p.84). Según Lavington, “En la medida en la cual el optimismo o el pesimismo afectan los juicios empresariales, menos cierta será la base sobre la cual descansan dichos juicios. En consecuencia se hará evidente la asignación errónea de los recursos en el sector productor de bienes de capital, cuya función es la de producir bienes para mercados del futuro”. Lavington (1922) citado por Laidler (1999, p. 87).

^{20/} “... una parte importante de las reacciones que ocurren a través del sistema monetario y bancario durante las fluctuaciones industriales, y que están asociadas con cambios en el acervo de capital real en manos de los hombres de negocios, son únicamente vínculos mediadores, no factores causales ... si los sistemas bancario y monetario fueran eliminados, iguales cambios en el acervo de capital ocurrirían de otras maneras”. Citado por Laidler (1999, p. 87).

^{21/} Así lo atestigua John Hicks, quien consideró a Robertson como uno de sus mentores académicos. Hicks (1970, pp. 12 y 234).

^{22/} En su *A Study in Industrial Fluctuations* publicado en Gran Bretaña 1915, Robertson destacó la importancia de la innovación tecnológica en el ciclo, coincidiendo con el trabajo de Schumpeter en Europa central. En sus *Economic Commentaries* de 1956, Robertson consignó esta reminiscencia: “Creo que en 1914, felizmente ignorante de una gran masa de literatura continental, me sentí lo suficientemente autorizado para otorgar el premio a las diosas de la Inversión, la Invencción y la Innovación, o en todo caso, dividiéndolo entre ellas y el dios del clima. Veinticinco años después las inmensas investigaciones de Schumpeter y la intuición de Keynes habían conspirado para asentar la inversión firmemente en el trono. Robertson (1956, pp.89-90).

^{23/} “... una forma particular de costos menores ... parece ser de importancia considerable tanto en la inducción de prosperidad inmediata como en el estímulo de inversiones excesivas que dispersan las semillas

Los ajustes rezagados de las variables macroeconómicas en el ciclo es uno de los temas de Robertson. Su exposición es un detallado análisis consecutivo de interdependencia entre variables reales, o entre variables reales y financieras. Por ejemplo, su explicación del principio del acelerador invoca una secuencia de interrelaciones entre variables macroeconómicas que desembocan en el aumento del producto. Refiriéndose a su deuda intelectual con el economista francés Aftalion, escribió: “Desde mi lectura de Aftalion hace cuarenta años he entendido el principio de aceleración así: Un aumento en la *demanda* del producto final llevaría a un aumento más que proporcional en la *demanda* de equipamiento de capital, el aumento de la *oferta* de capital se produciría después de un rezago, y la *oferta* incrementada del producto final –o su mayor parte- sobrevendría al final²⁴.”

Al amparo de la tradición intelectual de Cambridge, Dennis Robertson y John Maynard Keynes compartieron discusiones acerca del ciclo económico y el potencial estabilizador de la política monetaria²⁵. El primero publicó sus conclusiones en la obra *Banking Policy and the Price Level*, en 1926, y el segundo en su *Treatise on Money* (en adelante, Tratado) aparecido en 1930.

c. El Keynes del Tratado y el Keynes de la Teoría General en cuanto al ciclo.

El *ciclo del crédito* fue una preocupación central de Keynes en el Tratado. La influencia wickselliana fue reconocida explícitamente por el autor al referirse a los conceptos de ahorro, inversión, tasa natural de interés y tasa de interés de mercado²⁶.

de una depresión futura; y ésta es una reducción de costos debida a la invención”. Robertson (1915) citado por Laidler (1999, p.90).

^{24/} Robertson (1956, p. 74). Aftalion destacó el *rezago temporal* entre un aumento esperado en la demanda de bienes de consumo y la producción del equipo necesario para producir los bienes de consumo adicionales. La obra central del autor lleva como título *Les Crises Périodiques de Surproduction* apareció en dos volúmenes en París, en 1913. En 1927 se publicó un resumen de la misma en el Review of Economic Studies, vol. 9, pp. 165-170, con el título *The Theory of Economic Cycles based on the Capitalistic Technique of Production*.

^{25/} “Estos dos hombres ejercieron el uno en el otro una influencia considerable en esa época”. Harrod (1958, p.428).

^{26/} “La inversión depende del ingreso futuro que el empresario anticipa de la inversión corriente en comparación con la tasa de interés que debe pagar para financiar su producción ... el ahorro, de otra parte, es estimulado por una alta tasa de interés ... Siguiendo a Wicksell, la tasa de interés que hace que el segundo término de nuestra segunda ecuación fundamental sea igual a cero, puede llamarse tasa *natural* de interés, y aquella tasa que efectivamente prevalece en el mercado, la tasa de interés del *mercado*. Así, la tasa natural de interés es la tasa a la cual se igualan el ahorro y el valor de la inversión, Cada alejamiento de la tasa de mercado a partir de la tasa natural tiende, de otra parte, a crear una perturbación en el nivel de precios, haciendo que el segundo término de la segunda ecuación fundamental sea diferente de cero”. Keynes (1930, vol. I, pp. 154-155). Las ecuaciones que Keynes denomina fundamentales son las siguientes: $P = E/O + (I' - S)/R$ y $\pi = E/O + (I - S)/O$, en donde P es el nivel de precios de los bienes de consumo, R el producto real de bienes de consumo, E el ingreso monetario de la comunidad, O el producto real compuesto por bienes de consumo y de inversión, I' el ingreso ganado en las industrias productoras de bienes de inversión, I el valor de los nuevos bienes de inversión, S el ahorro nominal, y π el nivel de precios del producto total.

Hicks(1970) en su Nota sobre el Treatise, discute diversos aspectos de la interpretación wickselliana y keynesiana de la tasa de interés.

Según la descripción del Tratado, el ciclo se iniciará a partir de algún evento no monetario que estimule la inversión. De no mediar un aumento en el ahorro, la tasa natural de interés se elevará. La participación del sistema bancario en el financiamiento de la nueva inversión se traduce en el aumento de la cantidad de dinero circulante. El producto y los precios de los bienes de capital se elevarán. El empleo mejorará y el índice de precios al por mayor se elevará. Se acrecentará el gasto de los nuevos empleados, y por consiguiente el precio de los bienes de consumo y las ganancias de sus productores aumentarán. Para entonces, todos los empresarios estarán disfrutando de los beneficios reportados por el auge. En la vecindad del pleno empleo de recursos los empresarios competirán entre sí ofreciendo mayores tasas de remuneración. Los requerimientos de financiamiento también aumentarán. A cierto punto se llegará en el cual la banca se encuentre en aprietos para proveer el financiamiento demandado. En el extremo, la presión por mayor financiamiento “le quebrará la espalda al sistema bancario, el cual optará por subir la tasa de interés al nivel de la natural y muy probablemente por encima de ella”²⁷.

Si el Keynes de 1930 al publicar el Tratado es el mismo o no de 1936 al poner en manos del público la Teoría General, es una polémica iniciada por el propio autor y continuada por representantes conspicuos del llamado keynesianismo²⁸. En la Teoría General no aparecen descripciones detalladas de las fases del ciclo, a partir de un choque no monetario, siguiendo el comportamiento de los bancos, a la manera del Tratado. En 1936 el autor propone la que considera como mejor aproximación al tema del ciclo:

“El ciclo económico es mejor considerado, creo yo, como ocasionado por un cambio cíclico en la eficiencia marginal del capital, aunque complicado y con frecuencia agravado por cambios asociados en otras variables significativas de corto plazo del sistema económico. ... Por un movimiento *cíclico* entendemos que en la medida en la cual el sistema progresa, por ejemplo, en dirección ascendente, las fuerzas alcistas primeramente cogen fuerza y generan un efecto acumulativo las unas sobre las otras pero gradualmente pierden su fuerza hasta que en cierto punto tienden a ser reemplazadas por fuerzas que operan en la dirección contraria; éstas a su turno cogen fuerza por un tiempo y se acentúan las unas a las otras, hasta que también ellas, habiendo alcanzado su máximo desarrollo, se debilitan y ceden su lugar a las opuestas²⁹.”

El Keynes de 1936 ofrece una nueva explicación de la *crisis*, entendida como el punto en el cual la fase de ascenso del ciclo es sustituida por la fase de descenso. En el Tratado la crisis

^{27/} Estas descripciones corresponden a lo que Keynes denomina “el curso normal de un ciclo crediticio”. Keynes (1930, pp. 302-304).

^{28/} El Keynes de la Teoría General abandonó el entusiasmo con el cual había acogido el concepto de tasa natural de interés en el Tratado: “Ya no soy de la opinión según la cual el concepto de tasa natural de interés, el cual me parecía ser una idea promisoriosa, tenga algo de utilidad o significación para contribuir a nuestro análisis”. Keynes ([1936], 1973, pp.242 y 243). Su discípulo y biógrafo Royd Harrod se refirió al *Tratado* como “su obra más madura”. Harrod (1958, p.463). Y, más adelante no vaciló en afirmar: “Era realmente imposible que un hombre como él escribiese un tratado definitivo. No obstante, tiene cierta validez la afirmación de que el estudiante del futuro, si tiene que elegir entre los trabajos de Keynes, obtendrá del *Tratado* la mejor perspectiva de su contribución a la economía”. Ibid. p.464. Y, John Hicks tampoco dudó en aseverar: “Si queremos leer lo que Keynes dijo sobre la teoría del dinero internacional deberemos acudir al *Treatise*” Hicks (1970, p.220).

^{29/} Keynes ([1936], 1978, p. 314). La eficiencia marginal del capital depende no sólo de la abundancia o escasez de bienes de capital, y del costo corriente de producción de bienes de capital, sino de las expectativas corrientes acerca del rendimiento futuro de dichos bienes.

se caracterizaba por el ascenso de la tasa de interés de mercado bajo la presión de una acrecentada demanda de dinero tanto para propósitos comerciales como especulativos. En la Teoría General se sugiere que el colapso de la eficiencia marginal del capital es una explicación más típica y con frecuencia predominante de la crisis, que la basada en el ascenso de la tasa de interés.

La esperanza puesta por el Keynes del Tratado en la reforma de las instituciones monetarias para estabilizar el ciclo pasa a ocupar un lugar secundario en las discusiones de la Teoría General. En una crisis, el colapso de la eficiencia marginal del capital puede ser tan profundo, que reducir la tasa de interés tendría escaso sentido práctico. No es fácil revivir la eficacia marginal del capital, señala Keynes, recordando que ella está determinada por “la psicología desobediente e incontrolable del mundo de los negocios”. Y añade en seguida:

“Es el retorno de la confianza, ..., el que es tan difícil de controlar en una economía de capitalismo individualista. Este es el aspecto de la depresión que banqueros y hombres de negocios han tenido razón en destacar, y que los economistas que han puesto su fe en un remedio ‘puramente monetario’ han desestimado”³⁰.

Al inicio del capítulo 22 de la Teoría General (Notas sobre el ciclo económico), Keynes manifestó que ya que en los capítulos anteriores se sostuvo haber demostrado los determinantes del volumen del empleo en cualquier momento del tiempo, su teoría, de ser cierta, “debería poder explicar los fenómenos del ciclo económico”³¹. Este sería el reto de la generación de economistas interesados en el tema durante las siguientes dos décadas³².

3. El florecimiento de la investigación acerca del ciclo en los años treinta.

En la primera mitad de los treinta distintos exponentes de la teoría del ciclo revelaban su inconformidad con el conocimiento alcanzado hasta entonces. A veces se argumentaba la falta de entendimiento de la naturaleza del ciclo, en algunas ocasiones se invitaba a partir de la teoría neoclásica del equilibrio para explicar procesos económicos que se cumplen en el tiempo, y en otras se insistía en la necesidad de coordinar esfuerzos interdisciplinarios que llevarían idealmente a una explicación completa del ciclo³³.

^{30/} Keynes ([1936], 1978, p.317).

^{31/} Keynes ([1936], 1978, p.313).

^{32/} Los primeros comentaristas de la Teoría General como John Hicks ([1937], 1971) en la Universidad de Oxford y Oskar Lange ([1938], 1956) en la Universidad de Chicago, coincidieron en que el método aplicado en dicha obra era esencialmente estático, ya que las variables consideradas se referían al mismo momento del tiempo, descartando rezagos temporales. Según Haberler ([1937], 1968, p.251, nota 3), “Mr. Keynes aceptó esta exposición [la de Lange] como correcta”.

^{33/} Un ejemplo de la primera inquietud fue formulado por Kondratieff en el primer párrafo de su contribución clásica *Los Grandes Ciclos de la Vida Económica*: “Se reconoce generalmente en nuestros días que la dinámica de la vida económica en el orden social capitalista no tiene un carácter simple y lineal, sino más bien complejo y cíclico. No obstante, la ciencia ha aclarado muy poco la naturaleza y los tipos de estos movimientos cíclicos, que semejan oscilaciones”. Kondratieff ([1935], 1956, p.35).

Hayek se refirió explícitamente a la segunda inquietud: “Lo que todos buscamos, ..., no es dar un salto hacia algo enteramente nuevo y diferente, sino más bien desenvolver nuestro aparato teórico fundamental para que nos permita explicar los fenómenos dinámicos. ... me inclino a decir que la teoría misma debe desarrollarse para que nos permita usarla directamente para la explicación de determinadas fluctuaciones industriales” Hayek (1935). Reproducido en Haberler ([1944], (1956, p.364). Este planteamiento de Hayek sería retomado

La controversia que siguió a la publicación de la Teoría General abrió nuevas oportunidades a los teóricos del ciclo. Trabajando aportes de raigambre keynesiana como el multiplicador y otros provenientes de tradiciones distintas como el acelerador, autores como Harrod, Samuelson y Hicks expusieron modelos del ciclo de gran acogida en las siguientes tres décadas. Simultáneamente saltaron a la palestra intentos de explicación del ciclo que no provenían directamente de los debates en la literatura dominante. Entre ellos sobresalieron los de Eugen Slutsky en 1927 (publicado en inglés sólo hasta 1937) y Ragnar Frisch en 1933.

a. El enfoque de Slutsky y Frisch.

El tema central de los autores es la naturaleza *estocástica* del ciclo. Las economías siguen trayectorias de equilibrio, a partir de las cuales pueden alejarse temporalmente debido a *eventos aleatorios*. Toda una variedad de causas podría traducirse en choques reales sobre la economía, de modo que el debate acerca de su identificación no sería relevante. Los choques aleatorios se distribuirían de acuerdo con la función estadística normal, de modo que por lo general serían pequeños, y aproximadamente la mitad serían positivos y la otra mitad negativos³⁴. Al igual de lo que ocurre con la intuición de quien observa desprevenidamente el oleaje marino, los choques aleatorios podrían considerarse como la suma de múltiples choques más elementales³⁵.

En el enfoque de Slutsky y Frisch, a partir de eventos aleatorios, la suma de una serie de oscilaciones amortiguadas definirían el patrón de movimiento de una serie económica. Frisch abrió las puertas a un nuevo campo de investigación del ciclo económico al formalizar el *principio de aceleración* que ya había sido considerado en los escritos de

por Robert Lucas Jr. cuarenta años más tarde, como precedente teórico de los análisis del ciclo como fenómenos de equilibrio. Acerca de las divergencias entre los conceptos de equilibrio empleados por la Escuela Austríaca y la Nueva Economía Clásica, hay una amplia discusión en Hoover (1988, capítulo 10).

Y, no podía faltar Schumpeter: “Desde que Clément Juglar en la década del sesenta del siglo pasado, estableció definitivamente la existencia de movimientos ondulatorios que impregnan toda la vida económica dentro del marco institucional de la sociedad capitalista, ha progresado firmemente la labor de descubrir, enlazar, y medir los hechos de significación económica. ... Existe una necesidad muy particular de coordinar los métodos histórico, analítico y estadístico, ya que cada uno de ellos encuentra obstáculos y falta de cooperación en la actitud de los investigadores debida a su distinta preparación, gustos y perspectivas”. Schumpeter ([1935], 1956, p.17).

^{34/} Kalecki (1956, p. 142). Tinbergen y Polak ([1942], 1956, capítulo 1) discuten las posibilidades de diversos diagramas geométricos para describir las fluctuaciones económicas, entre ellos la curva sinusoidal aplicable en la descripción de movimientos periódicos.

^{35/} “Así como las olas del mar que se suceden entre sí no se repiten la una a la otra perfectamente, así también los ciclos económicos no repiten ciclos anteriores ni en duración ni en amplitud. El ojo del observador instintivamente descubre en las olas de un cierto orden otras olas más pequeñas, de modo que la idea de análisis armónico, a saber, que las posibilidades de expresar las irregularidades en la forma y en la magnitud de las olas por medio de la suma de fluctuaciones regulares sinusoidales aparece en su mente de manera espontánea”. Slutsky ([1927], 1937, p.105)

Aftalion, Robertson y Clark³⁶. En las tres décadas siguientes los investigadores del ciclo trabajarían sobre un dinamismo endógeno que resultaría de la interacción del multiplicador keynesiano y del principio de aceleración³⁷. El sistema económico podría seguir cuatro trayectorias de acuerdo con los parámetros de la función de inversión, a saber, crecimiento monótono, decrecimiento monótono, oscilaciones amortiguadas y oscilaciones explosivas. Tanto Frisch como Kalecki discutieron el caso de las oscilaciones amortiguadas. Y para explicar la *persistencia* de los ciclos acudieron a choques aleatorios ininterrumpidos³⁸.

b. Modelos de multiplicador y acelerador de Harrod, Samuelson y Hicks.

Harrod, Samuelson y Hicks figuran entre los principales exponentes de modelos del ciclo económico nacidos al amparo de la tradición keynesiana. Se trataba de modelos reales del ciclo económico anclados en los conceptos de multiplicador y acelerador³⁹.

El modelo de crecimiento de Harrod fue la referencia común de los investigadores del ciclo entre mediados de los treinta y mediados de los sesenta. La relevancia de su contribución fue destacada por Hicks al señalar cómo Harrod insistió en la necesidad de estudiar el ciclo como el problema de una economía en expansión:

“[Según Harrod], lo que hemos de estudiar no es la fluctuación como tal, sino la fluctuación en una tendencia ascendente. Cuando miramos el problema en su contenido histórico, considerando qué es lo que hemos de explicar, este precepto es obvio y obligado. Históricamente, el ciclo empezó a aparecer con la revolución industrial, precisamente en la etapa en que la expansión de la renta nacional llegó a ser una característica

^{36/} Hicks reconoce el aporte de Frisch en los siguientes términos: “Lo que Frisch había hecho fue demostrar que el principio de aceleración establecía una analogía entre las fluctuaciones económicas y las ondas que la Física estudiaba tan minuciosamente; así, una gran cantidad de conocimientos y técnica adquiridos con otros fines por especialistas de la Matemática y Física aplicadas adquirieron importancia desde el punto de vista del problema económico. Que esto ocurriera así, era maravilloso ...”. Hicks ([1949], 1963, p. 7).

^{37/} Clark ilustra extensamente el *principio de aceleración* destacando el carácter de demanda derivada de los bienes de producción en relación con los bienes de consumo. Aunque la argumentación es esencialmente empírica, tendría una importancia de primera línea en las contribuciones teóricas de mediados de los treinta a mediados de los sesenta. Clark ([1917], 1956). Hicks destaca la contribución temprana de Clark que sería formalizada dieciséis años más tarde por Frisch: “... el hecho de que las fluctuaciones económicas dependan del principio de aceleración (es decir, el efecto sobre la inversión de las variaciones en el nivel de renta real o producción) fue percibido por la intuición económica de John Maurice Clark, que lo sostuvo durante mucho tiempo antes de que se observaran las posibilidades matemáticas del principio. Cuando esto ocurrió (el paso decisivo se dio en 1933 por Ragnar Frisch), se abrieron nuevos campos a la investigación”. Hicks ([1949], 1963, p.7).

^{38/} Pasinetti (1974, pp.83-84), Kalecki (1956, pp.142-144).

^{39/} John Hicks sería uno de los miembros más prominentes de la generación que recibiera la posta entregada por Keynes. Su visión de los alcances limitados del legado de Keynes en relación con el ciclo quedó consignada en las siguientes frases: “La economía keynesiana, a pesar de todo lo que ha hecho para nuestra comprensión de las fluctuaciones económicas, ha dejado indudablemente inexplicada una cuestión importante: nada menos que el propio ciclo económico. ... Porque Keynes no demostró, y no intentó demostrarnos, salvo en algunas alusiones, por qué en el pasado el nivel de actividad ha fluctuado conforme a un modelo tan definido” Hicks (1949, 1956, p. 3).

dominante del sistema económico. Todos los ciclos que se han experimentado han tenido lugar sobre un paisaje de expansión secular⁴⁰.

Escribiendo en el mismo año de la Teoría General, Harrod arguyó que el estudio de las interconexiones del multiplicador de Keynes y del concepto de acelerador heredado de Aftalion y Clark, podría revelar el secreto del ciclo económico.

En la dirección señalada por Harrod, Samuelson publicó en 1939 un artículo acerca de las interacciones entre el análisis del multiplicador y el principio de aceleración. Su análisis partió de una función de consumo, en la cual el consumo en el período corriente dependía de un componente autónomo, y del ingreso en el período anterior. Igualmente la inversión tenía un término autónomo, y otro que hacía depender la inversión en el período corriente de la diferencia entre el consumo corriente y el consumo en el período anterior. Esta diferencia entre los valores del consumo era la forma de incorporar el principio de aceleración. Samuelson obtuvo *ciclos regulares* para valores precisos de los parámetros de la propensión a consumir y del acelerador. Por fuera de tales valores se obtendrían oscilaciones explosivas o amortiguadas⁴¹.

En su libro de 1949, Hicks utilizó un modelo lineal que incorpora tanto el multiplicador como el acelerador. La función de consumo es la misma de Samuelson, pero la de inversión es diferente. Además del componente autónomo, la inversión aparece como función de la variación del ingreso en el pasado⁴². Inspirado en Harrod acerca del estudio del ciclo en una tendencia ascendente, Hicks propuso una formalización en la cual la inversión autónoma se comportaría de acuerdo con una tasa de crecimiento exógena. Los ciclos evolucionarían con trayectorias explosivas alrededor de la senda correspondiente a la inversión autónoma, estrellándose contra *techos* y *pisos* que evitarían que las fluctuaciones sobrepasaran ciertos límites⁴³.

^{40/} Hicks ([1949], 1963, p.13).

^{41/} Samuelson ([1939], 1972). Por sugerencia de Alvin Hansen, Samuelson empleó una función de consumo de forma lineal como $C_t = c_0 + cY_{t-1}$, en donde C es el consumo total en el período t , c_0 es el consumo autónomo, c es la propensión a consumir, y Y es el ingreso. El hacer depender a C_t de Y_{t-1} se conoce en la literatura macrodinámica con el nombre de *rezago de Robertson*. A su turno, la función de inversión era de la forma lineal, $I_t = I_0 + \beta(C_t - C_{t-1})$, en donde β es el parámetro del acelerador, que Samuelson siguiendo a Harrod llamó también *relación*. Entonces, el equilibrio macroeconómico sería $Y_t = C_t + I_t = c_0 + I_0 + cY_{t-1} + \beta(C_t - C_{t-1})$. Como $C_t = c_0 + cY_{t-1}$ y $C_{t-1} = c_0 + cY_{t-2}$, se obtiene finalmente la siguiente ecuación en diferencias lineal de segundo orden: $Y_t - (1 + \beta)cY_{t-1} + \beta cY_{t-2} = c_0 + I_0$. De la solución de este sistema se obtienen entre otros resultados que si $c = 1/\beta$, las oscilaciones son constantes, que si $c < 1/\beta$, las oscilaciones son amortiguadas, y que si $c > 1/\beta$, las oscilaciones son explosivas.

^{42/} La función de inversión empleada por Hicks era la siguiente: $I_t = I_0 + \beta(Y_{t-1} - Y_{t-2})$. Entonces, el equilibrio macroeconómico estaría dado por $Y_t = C_t + I_t = c_0 + I_0 + cY_{t-1} + \beta(Y_{t-1} - Y_{t-2})$. Reordenando los términos de esta ecuación se obtiene una ecuación lineal en diferencias de segundo orden, $Y_t - (c + \beta)Y_{t-1} + \beta Y_{t-2} = (c_0 + I_0)$. De la solución de este sistema se deriva que cuando $\beta = 1$ para cualquier valor de c , se producen oscilaciones constantes, y para cualquier valor de β por encima o por debajo de 1, oscilaciones explosivas o amortiguadas.

^{43/} La inversión autónoma I_0 crecería a una tasa constante n , de modo que en un momento del tiempo dicha inversión podría representarse por $I_0 e^{nt}$. Hicks explica de la siguiente manera los ciclos explosivos, y la presencia de techos y pisos que les sirven de límite: "Las oscilaciones pueden ser pequeñas al principio, pero serán cada vez mayores hasta que deriven en un completo caos. Algunas fluctuaciones recientes han parecido comportarse de esta manera, pero ¿es realmente posible explicar la larga secuencia de los ciclos del siglo XIX en estos términos? Sólo en estos términos es claro que no. Pero supongamos que hay algún impedimento que

c. Modelos no lineales de Kalecki, Kaldor y Goodwin.

El modelo del ciclo económico según Michal Kalecki fue expuesto en una serie de artículos publicados entre mediados de los treinta y mediados de los cincuenta. La literatura económica incorporó sus contribuciones en la macrodinámica keynesiana que floreciera en los años cincuenta⁴⁴. La primera contribución (publicada en Polonia) data de 1933⁴⁵. En ella el sistema kaleckiano se expresa mediante un modelo lineal de naturaleza mixta el cual incorpora términos diferenciales y términos en diferencias. Para valores específicos de los parámetros relevantes, Kalecki obtuvo fluctuaciones cíclicas constantes. Dos décadas más tarde, el autor apeló a choques externos, continuos y estocásticos, a la manera de Slutsky y Frisch, con el ánimo de obtener oscilaciones continuas y amortiguadas⁴⁶. En el ínterin, Kalecki acudió a argumentos no lineales para generar choques endógenos⁴⁷.

El mecanismo del ciclo económico es explicado por Kalecki a partir de dos conceptos, a saber, la decisión de invertir, y el rezago temporal entre la decisión de invertir y la instalación de las inversiones. A su turno, la decisión de invertir se propone como una función directa de los beneficios, e inversa del acervo de capital. El ciclo económico es producido por la interrelación entre los pedidos de bienes de inversión, su producción, la

evite que las fluctuaciones pasen fuera de ciertos límites; el sistema entonces podría continuar estrellándose contra estas barreras periódicamente sin escaparse por completo. Si el ciclo es *libre* o sin impedimento, entonces ciertamente no tiene sentido suponer que el ciclo efectivo puede ser o puede haber sido explosivo; pero no carece de sentido suponer que un ciclo limitado pueda ser explosivo en sí mismo si los impedimentos evitan que las explosiones pasen fuera de ciertos límites”. Hicks ([1949], 1963, p.117).

^{44/} Los textos de R.G.D. Allen, *Economía Matemática* ([1956], 1966) y *Teoría Macroeconómica. Una Consideración Matemática* ([1966], 1970) dedican extensas secciones al modelo de Kalecki, dentro del contexto de la macrodinámica keynesiana, entonces en boga.

^{45/} “En enero de 1936 se publicó la Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero. Simultáneamente, y sin ningún contacto directo, Michal Kalecki había llegado a la misma solución. En una obra publicada en Polonia en 1933, Kalecki formulaba claramente el principio de la demanda efectiva en términos matemáticos. ... Que la obra de Kalecki apareció antes que la de Keynes es un hecho indiscutible”. Robinson (1970) en Kalecki (1970, pp. 8 y 10).

^{46/} Kalecki (1956, capítulos 12 y 13)

^{47/} La decisión de invertir depende positivamente de los beneficios y negativamente del acervo de capital. La distribución del producto entre capitalistas y trabajadores es un tema central en la discusión kaleckiana del ciclo. El ingreso en la forma de salarios sería recibido por los trabajadores, los cuales lo consumirían en su totalidad; a su turno, el ingreso en la forma de beneficios sería recibido por los capitalistas, los cuales lo ahorrarían en su totalidad. El ahorro de la economía, $sY(t)$, estaría en manos de los capitalistas. Así, la función de decisión de inversión puede escribirse como $D(t) = \Phi[sY(t), K(t)]$. Para el caso de la función Φ en forma lineal, la función de decisión de invertir puede escribirse como $D(t) = \alpha sY(t) - \delta K(t)$, en donde α y δ son constantes positivas. Puede demostrarse que la evolución del capital en el tiempo, $K(t)$, está dada por

$\delta K(t)/\delta t = (\alpha/\theta)K(t) - [\delta + \alpha/\theta]K(t - \theta)$, en donde θ corresponde al rezago temporal entre las decisiones de invertir y la instalación de las inversiones. La solución de esta ecuación mixta diferencial y en diferencias fue obtenida por Frisch y Holme en 1935, y se encuentra resumida en Allen ([1956], 1966, pp. 296-300). Se concluye que $K(t)$ oscila en el tiempo, con toda una gama de oscilaciones de alta frecuencia, las cuales se amortiguan en la medida en la que aumenta la frecuencia. Todas ellas completan sus ciclos dentro del intervalo θ transcurrido entre los pedidos de bienes de capital y su entrega. También existe una oscilación sinusoidal única cuyo período es un múltiplo de θ y cuya oscilación puede ser regular o amortiguada según los valores de α y δ .

entrega de los nuevos equipos para su instalación, y el cambio del acervo de capital⁴⁸. De acuerdo con el autor, la causa de las crisis periódicas radica en el hecho según el cual los bienes de inversión son no sólo producidos sino capaces de producir nuevos bienes. “La inversión considerada como el gasto de los capitalistas es la fuente de la prosperidad, y cada uno de sus aumentos mejora los negocios y estimula futuros incrementos de la inversión. Pero al mismo tiempo la inversión es una adición al equipo de capital, de modo que cada incremento del mismo llega a competir con las antiguas generaciones de dicho equipo. La tragedia de la inversión consiste en que ella atrae la crisis precisamente porque es útil”⁴⁹.

En un artículo publicado en 1940, Nicholas Kaldor intentó mostrar las condiciones bajo las cuales el multiplicador keynesiano conjuntamente con la función de demanda de inversión, “inevitablemente producen el ciclo económico”⁵⁰. El autor descarta por inapropiadas las funciones *lineales* del ahorro y la inversión en relación con el ingreso. Con funciones *no lineales* se obtienen equilibrios múltiples, y sólo a ciertos niveles elevados o reducidos de la actividad económica, tales equilibrios son estables. Según Kaldor, la clave para la explicación del ciclo económico radica en que dichos equilibrios son estables sólo en el corto plazo. En el largo plazo surgirán fuerzas asociadas a la acumulación de capital y el crecimiento del ingreso real que los harán inestables. Así, el ciclo económico se genera endógenamente, sin necesidad de apelar a choques exógenos.

El modelo de ciclo económico propuesto por Goodwin en 1951, aunque análogo a los de Samuelson y Hicks introduce una importante innovación en la interacción del multiplicador y el acelerador. Para explicar la inversión neta el acelerador se especifica en forma no lineal. Dicho acelerador establece una dependencia indirecta entre la inversión y los cambios en la producción, de modo que cambios en la producción conducen a cambios en el capital deseado, y este resultado determina que se acumule o se desacumule capital⁵¹. El modelo produce oscilaciones inherentes que se autoreproducen, con fases de prosperidad más largas que las depresiones, sin necesidad de choques aleatorios, ni de pisos o techos⁵².

^{48/} En la fase de *recuperación*, los pedidos de bienes de inversión superan las necesidades de reposición, pero las entregas son todavía inferiores a las necesidades de reposición, de modo que aunque la producción de bienes de inversión aumenta, el acervo de capital no aumenta todavía. En la fase de *auge*, las entregas de nuevo equipo rebasan las necesidades de reposición, y el acervo de capital se expande. Al aumentar el acervo de capital, el crecimiento de los pedidos primero declina y luego cae. Hacia fines del auge, la producción de bienes de inversión desciende. En la *recesión*, los pedidos de bienes de inversión caen por debajo de las necesidades de reposición, pero las entregas de nuevo equipo siguen altas, de modo que el acervo de capital sigue en aumento. La producción de bienes de inversión sigue en descenso. En la *depresión*, las entregas caen por debajo de las necesidades de reposición, de modo que el acervo de capital cae. Esta caída del acervo de capital, primero amortigua el descenso de los pedidos de bienes de inversión, y luego favorece su aumento; hacia fines de la *depresión* la producción de bienes de inversión aumenta. Kalecki (1970, Capítulo 1).

^{49/} Kalecki (1937, p. 96)

^{50/} Kaldor (1940, p.79)

^{51/} Según Goodwin, “la dificultad central con el principio de aceleración es la de que supone que el acervo de capital real se mantiene de acuerdo con la relación deseada con el producto. Sabemos que tal cosa raramente ocurre, de modo que en un momento habrá un exceso de capital, y en otro una deficiencia del mismo”. Goodwin (1951, p.4). Cuando el acervo de capital es insuficiente, la tasa de inversión aumenta, y cuando es excesivo se produce desacumulación de capital.

^{52/} Allen (1967, Secciones 8.2 y 8.3).

C. Teoría y medición.

1. El ciclo económico según Mitchell.

La obra de Arthur Burns y Wesley C. Mitchell, *Measuring Business Cycles*, publicada en 1946, ha sido considerada como el primer estudio sistemático de ciclos económicos basado en series de tiempo⁵³. En su época constituyó el culmen de los esfuerzos de investigación del ciclo económico en los Estados Unidos realizados desde 1920 por el National Bureau of Economic Research (NBER). Y en el caso de Mitchell, el último paso en su programa de investigación del ciclo económico iniciado a comienzos del siglo con la publicación del libro *Business Cycles* (1913, University of California Press)⁵⁴. La obra se interesaba por ofrecer elementos de medición estadística del ciclo, pero también se aventuró en el campo teórico contribuyendo a la visión según la cual los ciclos son característicos de las modernas economías mercantiles, de modo que en cada fase del proceso económico se encuentra el germen de la fase siguiente. Dicha concepción se contraponía a la de Marshall, dominante en su tiempo, según la cual el proceso económico se cumple uniformemente, sin sobresaltos, de manera que la aparición de ciclos se explicaría por factores exógenos⁵⁵.

En un ensayo publicado por el NBER en 1923, Mitchell resume su interpretación del ciclo económico. La dinámica de la actividad económica se explica en función del lucro⁵⁶. Y es en búsqueda del lucro como se suceden ciclos económicos recurrentes en los cuales la crisis es seguida por la depresión, la cual a su turno precede la recuperación, y esta última se transforma en prosperidad, la cual engendra una nueva crisis. Así, la descripción del ciclo puede iniciarse por cualquier fase. Una vez iniciada, cada fase tiende a desarrollarse en forma *acumulativa*. En ausencia de choques externos que podrían acelerar o retardar el movimiento acumulativo, los cambios ocurrirán, según Mitchell, “lenta pero seguramente”⁵⁷.

^{53/} Blanchard y Fischer (1989, p. 7)

^{54/} Según uno de sus biógrafos, Joseph Schumpeter, la obra venía madurando en su mente desde 1905, pero sólo desde 1908 se convirtió en un proyecto de trabajo para ser publicado. Schumpeter ([1951], 1979, p.342)

^{55/} *Natura non facit saltum (la naturaleza no procede por medio de saltos)* es el epígrafe de los *Principios de Economía* de Alfred Marshall, obra publicada originalmente en 1890. Marshall ([1890], 1963). Schumpeter considera que la visión de Mitchell acerca de la naturaleza de los ciclos como inherentes al proceso capitalista era heredada de los trabajos de Juglar en los 1860.

^{56/} Según el autor “Cuando mejoran las perspectivas de obtener utilidades, aumenta la actividad económica. Cuando las perspectivas son sombrías, el ritmo de los negocios sufre un letargo. Todo lo que afecta a la economía, desde la precipitación pluvial hasta la política, ejerce su influencia afectando el factor básico: la perspectiva de obtener ganancias”. Mitchell (1923) *Business Cycles and Unemployment*, NBER. Reproducido en Haberler ([1944], 1956, p.59).

^{57/} El autor es reiterativo en su interpretación de las fluctuaciones cíclicas como inherentes al desenvolvimiento normal de la economía de mercado. En relación con la fase de prosperidad, afirma cómo “Mientras los procesos [característicos de dicha fase] operan en forma acumulativa, durante algún tiempo, aumentando la prosperidad, también producen una lenta acumulación de características dentro del sistema económico en equilibrio, rasgos que en última instancia minan las bases en las cuales se funda la prosperidad.” Mitchell (1923). Reproducido en Haberler ([1944], 1956, p.64). De aquí el que según Mitchell la finalidad académica del estudio de los ciclos sea “el análisis descriptivo de los cambios acumulativos

Los *costos de producción* y el *comportamiento del sector financiero* juegan un papel crucial tanto en el surgimiento de la crisis a partir de la prosperidad, como de la recuperación a partir de la depresión. En la primera, el ascenso de los costos de producción y las tensiones en los mercados financieros derivados de la competencia por los factores productivos y el crédito merman los márgenes de beneficio y reducen la capacidad de pago de las empresas. Las garantías empresariales sobre las cuales se afianzó la expansión crediticia durante la prosperidad, pierden valor en la medida en la que se elevan las tasas de interés. Al deterioro de los balances corporativos sigue el desplome de las cotizaciones en la bolsa y el repliegue del crédito bancario⁵⁸. Así, la prosperidad trae bajo el brazo la liquidación de los volúmenes de crédito acumulados. “En el curso de dicha liquidación, enseña Mitchell, la fase de prosperidad se funde con la de crisis”⁵⁹. Y, así como en el paso de la prosperidad a la crisis los costos productivos socavan las ganancias acumuladas, y las tensiones en los mercados financieros terminan alarmando a los acreedores, el tránsito de la depresión a la prosperidad corresponderá a un momento del ciclo en el cual hayan caído los costos productivos como resultado del descaecimiento de la demanda y del ingreso, y se hayan desvanecido los nubarrones en el horizonte financiero.

En vísperas de la Gran Depresión, Mitchell publicó su *Business Cycles: The Problem and its Setting* (1927, NBER). Las contribuciones al entendimiento del ciclo económico florecieron en los quince años transcurridos desde la publicación de *Business Cycles*. Independientemente de las hipótesis propuestas en dichos aportes, la obra de Mitchell fue un faro para quienes se aventuraron en el estudio del ciclo⁶⁰. Al pasar revista a dichos aportes, Mitchell destacó la relevancia de la teoría para la selección de los problemas de estudio⁶¹. Igualmente subrayó la importancia de la *discusión empírica* como método para avanzar en la comprensión de los ciclos⁶². No se trataba sólo de la información *cuantitativa* acerca del comportamiento de ciertas variables económicas, sino de fuentes de información *cualitativa* acerca del estado de los negocios. Tanto la una como la otra ayudarían a identificar los puntos de flexión (turning points) en las condiciones de los negocios. De la

mediante los cuales un conjunto de condiciones de los negocios se transforma en otro conjunto” Mitchell (1913), citado por Hansen (1951, pp.396-397)

^{58/} Esta descripción, notablemente enriquecida por Mitchell, prefigura la versión del *canal del balance* en las recientes discusiones acerca del canal del crédito. Una exposición del tema se encuentra en Bernanke y Gertler (1995).

^{59/} Mitchell (1923). Reproducido en Haberler ([1944], 1956, p.71)

^{60/} Así lo reconoció Alvin Hansen: “Puede afirmarse con seguridad, que nadie llegó a pensar acerca de la depresión y de la prosperidad de la misma forma, después de leer la obra *Business Cycles* de Mitchell”. Hansen (1951, p.397)

^{61/} “No podemos iniciar un trabajo constructivo acerca del problema del ciclo económico hasta no estar equipados con las teorías económicas que provean las hipótesis de trabajo más promisorias, de modo que confiadamente no dejemos por fuera elementos cuya importancia ya ha sido reconocida”. Mitchell (1927, p.3) citado por Laidler (1999, p.200).

^{62/} Refiriéndose al estado de la investigación sobre el ciclo y a sus autores, Mitchell anotó los siguientes comentarios en su obra de 1927: “¿Cuál es la importancia relativa de los factores considerados como causas de las fluctuaciones? ¿Cuál es la amplitud relativa de las fluctuaciones características de estos factores y de los efectos que según se afirma ellos producen? ¿En qué secuencia aparecen las fluctuaciones y en qué intervalos de tiempo? ... Tales problemas sólo pueden resolverse con el concurso de las estadísticas. ... En verdad, la mejor opción para avanzar en relación con el trabajo de autores anteriores descansa en dicha orientación”. Mitchell (1927) citado por Fabricant (1984, p.17).

ubicación en el tiempo de tales puntos de flexión surgió la denominada *cronología de los ciclos de negocios* del NBER. La continuidad del trabajo acerca del ciclo le permitió a Mitchell y a su coautor Burns publicar dos décadas más tarde el tratado *Measuring Business Cycles* (1946, NBER, New York).

2. Mitchell, el NBER, y sus críticos.

La medición del ciclo es el tema central de *Measuring Business Cycles*. La obra versa principalmente sobre metodología estadística, y el seguimiento de series de tiempo a lo largo del ciclo. El paso de ciclos de las series cronológicas individuales al ciclo económico constituye el núcleo de la investigación. Los autores observan cómo al tiempo que las particularidades de las series cronológicas individuales se desvanecen, el comportamiento promedio de las mismas tiende a asemejarse en diferentes muestras de los ciclos. Igualmente destacan cómo el ciclo se caracteriza por fluctuaciones concurrentes en muchos frentes económicos, y por la tendencia de las relaciones entre los movimientos de diferentes actividades a repetirse en ciclos económicos sucesivos⁶³. En una síntesis introductoria de la obra, Burns y Mitchell describen los ciclos en los siguientes términos:

“Los ciclos económicos son un tipo de fluctuaciones que se presentan en la actividad económica global de las naciones cuyo sistema productivo descansa principalmente en la empresa privada: un ciclo consta de expansiones, que se producen, aproximadamente al mismo tiempo, en muchas ramas de la actividad económica, y que son seguidas de regresiones, contracciones y recuperaciones, también de carácter general, que conducen a la fase de expansión del ciclo siguiente; esta sucesión de cambios es recurrente pero no periódica; la duración de los ciclos varía desde algo más de un año hasta diez o doce; no son divisibles en ciclos más cortos de carácter semejante y con amplitudes aproximadamente iguales”⁶⁴

La noción de *fases consecutivas*, tan cara a la obra de Mitchell, predomina en el párrafo citado. Lo relevante es el seguimiento de los eventos a lo largo del ciclo⁶⁵. En la literatura de la época, el énfasis descriptivo de *Measuring Business Cycles* fue interpretado como una sustitución del esfuerzo teórico de explicación de las causas del ciclo, por el de ilustración de la secuencia de eventos que lo caracterizan. Si bien algunos autores contemporáneos reconocían la importancia otorgada por Mitchell al trabajo teórico en el conjunto de su producción académica, en la obra de 1946 sobresalía el empirismo sistemático⁶⁶.

^{63/} Hansen (1951, pp. 408-410).

^{64/} Burns y Mitchell (1946, p.3) citados en Schumpeter ([1951], 1979, p.351).

^{65/} Para el seguimiento de dicha secuencia se determinan los puntos de flexión conocidos como la cima (peak) y la sima (trough), y se discrimina el ciclo completo, de sima a sima inclusive, en nueve etapas (la fase de expansión dividida en tres etapas [II, III, IV], la de contracción en otras tres etapas [VI, VII, VIII], la cima se conoce como la etapa V, y las simas como etapas I y II). Primero se determinan los puntos de flexión de la actividad económica general, y se señalan las fases de expansión y contracción correspondientes. Posteriormente se estudia cada serie particular a la luz del ciclo de la actividad económica general.

^{66/} Los biógrafos de Mitchell o de su obra destacan la intención del autor en sus obras de 1913 y 1927 de contribuir a la teoría del ciclo económico. Schumpeter ([1951], 1979, pp. 345-346), Fabricant (1984, p.18), Hansen (1951, pp.396 y 410), Laidler (1999, pp.200-203). Otra cosa ocurre con la obra de 1946, en la cual la medición lleva la voz cantante. Sin embargo, Schumpeter sugiere una interpretación diferente de esta última obra. Según él, los autores no pretendían escribir un tratado acerca de los ciclos, sino presentar un plan para su medición, y que al hacerlo así estarían mostrando qué cosas deberían ser explicadas. Ibid. p.350.

“Medición sin teoría” fue la construcción acuñada en la segunda mitad de los cuarenta para calificar el trabajo de Burns y Mitchell, así como los métodos empleados por el NBER. En un artículo publicado en 1947, a propósito de dicha obra, Tjalling Koopmans, economista vinculado a la Comisión Cowles, calificó de *empírico* el enfoque de los autores. Según el comentarista, en la obra citada se dejaba de lado la caja de herramientas del economista teórico, y no se aludía explícitamente a ecuaciones de oferta y demanda u otras ecuaciones representativas del comportamiento de los agentes económicos. Así, los objetivos de la investigación y las metodologías se habrían escogido con un mínimo de apoyo de las hipótesis de la teoría económica en relación con la naturaleza de los procesos económicos mediante los cuales se generan las variables estudiadas. Los autores no habrían rebasado el límite de la descripción generalizada de un ciclo económico típico⁶⁷.

La crítica referida se inscribía dentro del enfoque de trabajo adoptado por la Comisión Cowles en años recientes, el cual llevaría a la construcción y estimación de modelos completos de la economía⁶⁸. La búsqueda de explicaciones completas significaba una ruptura con la literatura sobre el ciclo escrita en las primeras cuatro décadas del siglo en la cual se trabajaba con un enfoque de relaciones simples entre las variables consideradas⁶⁹. A fines de los treinta Haberler ([1937], 1968) había preparado una completa revisión de las teorías existentes acerca del ciclo económico. Y a Tinbergen (1939) le había correspondido desarrollar análisis estadísticos de los ciclos económicos, y someter a pruebas estadísticas las hipótesis estudiadas por Haberler⁷⁰.

Fue Lawrence Klein quien en 1950, bajo el alero de la Comisión Cowles construyó un modelo macroeconómico completo, y lo estimó econométricamente, con el propósito de estudiar el ciclo económico en los Estados Unidos⁷¹. La econometría alcanzaría nuevos estándares con la implantación del enfoque probabilístico⁷². El trabajo de Klein se convertiría en la referencia ancestral del modelaje macroeconómico de las dos décadas siguientes. Su objetivo sería el estudio de la economía con base en la teoría del empleo y

^{67/} Koopmans (1947). Un comentario crítico del artículo de Koopmans fue publicado por Vining (1949), seguido por nuevas intervenciones de los mismos autores. Koopmans (1949) y Vining (1949).

^{68/} Tal enfoque se refería a características centrales de la información económica y de la teoría económica como las siguientes. Primera, “la teoría es un sistema de ecuaciones simultáneas, no una ecuación simple”; segunda, “algunas o todas estas ecuaciones incluyen términos ‘aleatorios’ reflejando la influencia de numerosas causas erráticas en adición a las consideradas ‘sistemáticas’”; tercera, “muchos datos se expresan en la forma de series de tiempo, de modo que eventos sucesivos dependen de eventos precedentes”. Las frases entre comillas se toman de Christ (1952, p.3)

^{69/} Arrow (1983, pp.2 y 4).

^{70/} Los trabajos de Haberler y Tinbergen fueron encargados por la Liga de Naciones. Según Arrow, el trabajo de Tinbergen no se limitó a las pruebas estadísticas de las teorías recogidas por Haberler, entre otros argumentos porque algunas no eran estadísticamente verificables. Arrow (1983, p.4).

^{71/} Klein, L. R. (1950) *Economic Fluctuations in the United States, 1921-1941*. Cowles Commission Monograph No II. New York: John Wiley & Sons. Citado por Solow (1983), quien refiere que la primera mitad de la obra estaba dedicada a “la formulación microeconómica (¡intertemporal!) del comportamiento optimizador de las familias y de las empresas y a la agregación formal de los resultados en un modelo macroeconómico”. Solow (1983, p.5).

^{72/} Con la adopción del enfoque probabilístico, “cada aplicación debería iniciarse con la definición de un modelo estocástico preciso representando el fenómeno bajo estudio y la generación de los datos; ... además, los modelos a construir por los economistas deberían aparecer como sistemas de ecuaciones afectadas por términos aleatorios aditivos ...”. Malinvaud (1983, p. 3).

del producto desarrollada en los años treinta⁷³. La investigación del ciclo económico perdió gran parte del impulso que traía hasta la segunda guerra mundial, y para su renacimiento habría que esperar hasta mediados de los setenta.

Las metodologías empleadas por el NBER también serían relegadas, bajo el estigma de “medición sin teoría”. Pero la espiral metodológica le daría una nueva oportunidad en los años setenta, esta vez bajo el liderazgo de Christopher Sims con su enfoque de vectores autoregresivos⁷⁴. Si el estudio sistemático de los datos era de gran relevancia en la obra de Mitchell, en Sims el análisis del proceso generador de los datos debería anteceder a la especificación de los modelos econométricos.

El estudio estadístico del ciclo no agotaba la inspiración de Mitchell y sus seguidores. Bajo el ropaje de las descripciones cuantitativas, la tradición heredada de este autor y del NBER habría de perseverar en la presentación del ciclo como un proceso *endógeno* que se reproduce en el tiempo, sin solución de continuidad. Las fluctuaciones económicas serían explicadas por interrelaciones entre variables como los beneficios, la inversión, el crédito, la tasa de interés y los precios. Como en las presentaciones originales de Mitchell, las fluctuaciones recurrentes del sistema capitalista dependerían del horizonte de beneficios esperados por los empresarios. A la luz de este enfoque el NBER ha contribuido al conocimiento de los ciclos, destacando hechos estilizados, estableciendo cronologías y desarrollando indicadores.

D. Hacia el renacimiento de la teoría del ciclo económico.

“El ciclo económico ha muerto”. Esta expresión llegó a ser un lugar común en los cultores de la economía entre los años treinta y los años sesenta. A lo largo de este período se supuso que un mejor entendimiento de lo que vino a denominarse política económica, considerada como el manejo de las políticas monetaria y fiscal, reduciría al mínimo las fluctuaciones económicas⁷⁵. Quedaron relegadas las numerosas discusiones acerca de las causas y los mecanismos de propagación del ciclo económico, que atrajeran a los economistas entre la primera y la segunda guerra mundial⁷⁶. El énfasis en la comprensión del *ciclo típico* como una secuencia recurrente de fases de expansión y contracción fue relevado por el interés en la determinación de los niveles de producto y empleo. En este contexto florecieron representaciones agregadas de la economía, de carácter *estático*, que permitían analizar interacciones entre variables monetarias y variables reales. El caso más conspicuo fue el del modelo IS-LM.

El mundo de la segunda posguerra fue alentador para los economistas. Los años cincuenta y buena parte de los sesenta presenciaron un período de crecimiento sostenido acompañado

⁷³/ Klein (1983, p.2).

⁷⁴/ Sims (1980).

⁷⁵/ La Hacienda Funcional de Abba Lerner ([1943], 1972) o la Propuesta de Estabilización Monetaria y Fiscal de Milton Friedman ([1948], 1968) constituyen ejemplos tempranos de dicha literatura.

⁷⁶/ Los compendios de Haberler ([1937], 1964) y de Hansen (1964) destacan el florecimiento de una variedad de hipótesis acerca del ciclo económico en el período de entreguerras.

por baja inflación y bajo desempleo. Se pensó que la economía podría ser representada adecuadamente por un modelo de inspiración clásica que diera acogida a la política económica como medio para erradicar imperfecciones en el funcionamiento del sistema⁷⁷. Se proclamó la vigencia de una *síntesis neoclásica* la cual daría albergue a la mayoría de los economistas⁷⁸. Bajo el liderazgo intelectual de Lawrence Klein, los modelos macroeconómicos se ubicaron en las primeras filas de la agenda de investigación macroeconómica en los cincuenta y sesenta. A fines de los cincuenta, la posta legada por Slutsky ([1927], 1937) tres décadas antes, según la cual ciclos que semejaran fluctuaciones económicas podrían ser generados como la suma de causas aleatorias, fue recogida por Adelman y Adelman (1959). Estos autores lograron producir series macroeconómicas para los Estados Unidos en la segunda posguerra, muy similares a las históricas, mediante la adición de choques aleatorios al modelo de Klein-Goldberger.

Los años cincuenta también fueron prolíficos en avances teóricos que a la postre contribuirían al renacimiento de la teoría del ciclo económico. Fueron ellos la *teoría neoclásica de crecimiento económico*, expuesta por Solow y Swan, y la *teoría de equilibrio general* asociada a nombres como los de Arrow, Debreu y McKenzie. Y en los albores de los años sesenta, en el contexto de la microeconomía, John Muth volvió sobre el tema de las expectativas, el cual había sido reiterado en una variedad de explicaciones del ciclo en el período de entreguerras. En la versión de Muth, las expectativas serían *racionales*, dando a entender que los agentes acumularían la información relevante y la utilizarían eficientemente. Para mediados de los sesenta, la profesión contaba con un bagaje analítico para el análisis del ciclo económico, del cual no se disponía en la época en la que Haberler ([1937], 1964) escribiera su síntesis de las teorías del ciclo.

1. El modelo neoclásico de crecimiento económico.

Los autores clásicos recalcaron en los factores y tendencias del crecimiento⁷⁹. Mitchell se ocupó de estudiar lo no explicado por la teoría clásica, o sea, el ciclo. Y, en abierto enfrentamiento con las presentaciones neoclásicas exclusivamente teóricas de fines del siglo XIX, aquel autor se preocupó por ilustrar cuantitativamente sus discusiones del ciclo⁸⁰. Diversas investigaciones sirvieron de antesala a las contribuciones a la teoría del crecimiento económico en los cincuenta. En contribuciones independientes Harrod y Domar propusieron un modelo de crecimiento de coeficientes fijos, del cual se desprendía que las economías estarían fatalmente destinadas a la alternación de prolongados períodos

^{77/} Contribuciones como las de Lloyd Metzler ([1951], 1969), Don Patinkin ([1956], 1965) y Martin Bailey (1971) son representativas de la época.

^{78/} Blanchard (1987)

^{79/} La economía clásica británica se ocupó de explicar el tránsito de una economía desde un estado progresivo hasta uno estacionario. Grandes temas orientadores como la ley de los rendimientos históricamente decrecientes, el principio de la población de Malthus, y los factores que posibilitan la acumulación de capital, conformaron la dinámica clásica. Baumol (1972, Capítulo 2).

^{80/} Schumpeter (1979, capítulo 9). Kydland y Prescott (1995, p. 180).

de desempleo y largos períodos de oferta laboral insuficiente⁸¹. Solow (1956) introdujo la posibilidad de flexibilidad tecnológica, admitiendo la sustituibilidad entre capital y trabajo.

El modelo de crecimiento debería estar en capacidad de reproducir rasgos característicos del desarrollo capitalista. En 1958, Nicholas Kaldor reunió tales rasgos bajo el enunciado de “hechos estilizados”⁸². Una economía caracterizada por ellos estaría creciendo a lo largo de su tendencia de largo plazo. Y, el ciclo económico de una economía en particular estaría representado por las fluctuaciones del producto nacional alrededor de dicha tendencia. Volviendo por los fueros de la tradición estadística de Frisch, Slutsky y Tinbergen, las fluctuaciones podrían ser representadas por medio de ecuaciones diferenciales estocásticas de segundo orden. Las series de tiempo de variables macroeconómicas como el producto bruto, el consumo agregado y la inversión agregada exhibirían *regularidades comunes* en su evolución. Los modelos macroeconómicos ya para entonces en boga, permitían una mejor comprensión del ciclo económico en comparación con la legada por Mitchell⁸³.

2. Las expectativas racionales en modelos del ciclo económico.

Nuevos eventos y concepciones pusieron en tela de juicio la sabiduría convencional de los macroeconomistas a fines de los sesenta. En una serie de contribuciones, Edmund Phelps (1967) y Milton Friedman (1968) cuestionaron las nociones dominantes acerca de la relación entre inflación y desempleo. En términos de la llamada *curva de Phillips*, existiría un intercambio (tradeoff) entre la tasa de inflación y la tasa de desempleo. De acuerdo con la crítica de Phelps y Friedman, dadas las expectativas de inflación, cualquier tasa de inflación podría ser consistente con cualquier tasa de desempleo. La interpretación original de la curva de Phillips podría reclamar validez sólo en el corto plazo. La nueva visión ganaría amplia audiencia en los años por venir, no sólo por la solidez del planteamiento,

^{81/} En su Conferencia Nóbel (8 de diciembre de 1987), Solow recordó cómo Hicks expuso su teoría del ciclo económico inspirado en la enseñanza de Harrod de “estudiar el ciclo como el problema de una economía en expansión”. Y, para evitar la inestabilidad del *filo de la navaja* a la cual estaban sometidas las economías en el modelo de Harrod, Hicks debió acudir a su esquema del ciclo con techos y pisos. Solow (1988, p. x).

^{82/} Con base en cuentas nacionales organizadas a la Kuznets, discípulo de Mitchell, los principales fueron los siguientes: primero, el producto real per capita crece a una tasa prácticamente constante en períodos largos de tiempo; segundo, el acervo de capital real crece a una tasa más o menos constante, por encima de la tasa de crecimiento del factor trabajo; tercero, las tasas de crecimiento del producto real y del acervo de capital tienden a ser las mismas, de modo que la razón de capital a producto no presenta una tendencia sistemática; y, cuarto, la participación de los rendimientos del capital en el ingreso es más o menos constante. Solow (1988, pp. 2 y 3).

^{83/} Mediante los modelos macroeconómicos del estilo de Klein-Goldberger, la economía predominante en los cincuenta y sesenta logró reproducir series de tiempo para economías como la de los Estados Unidos similares a las históricamente observadas. Según Lucas, “este logro significó un nuevo estándar para lo que significa entender ciclos económicos. Uno demuestra su comprensión del ciclo económico mediante la construcción de un *modelo* en el sentido más literal: una economía artificial enteramente articulada, la cual a través del tiempo se comporta de manera que imite cercanamente el comportamiento de las series de tiempo de economías históricamente observadas. Los modelos macroeconómicos keynesianos fueron los primeros en alcanzar este nivel de explicitud y adecuación empírica; de esta manera, ellos alteraron el significado del término ‘teoría’ al punto que las viejas teorías del ciclo económico no podrían ser vistas realmente como teorías”. Lucas (1977, p.219)

sino por las circunstancias enfrentadas por el mundo industrializado, al verse abocado a enfrentar simultáneamente elevadas tasas de inflación y de desempleo desde la primera mitad de los setenta.

En el período de entreguerras, los modelos monetarios del ciclo económico intentaron vincular los procesos monetarios con el comportamiento de la economía real, destacando la capacidad de aquellos para poner en marcha las fases del ciclo. El dinero no recibió mayor acogida en los modelos macroeconómicos de los cuarenta y cincuenta. Su importancia renació a partir de la obra de Friedman y Schwartz (1963) en la cual se documentan efectos causales de la oferta monetaria y de la velocidad de circulación. Fue hasta los primeros años setenta cuando se intentó explicar el ciclo económico mediante *modelos monetarios* que incorporaban *expectativas racionales*. En modelos como el propuesto por Lucas (1973), choques monetarios no anticipados desencadenan efectos reales. La clave reside en la existencia de información incompleta acerca del estado de la economía⁸⁴.

En los años setenta surgieron otros modelos monetarios del ciclo económico que incorporaban expectativas racionales, en perspectivas diferentes a la de Lucas (1973). Dos referencias centrales fueron Fisher (1977) y Taylor (1979, 1980). El de Fisher es un modelo de contratos laborales traslapados y de largo plazo. Como la autoridad monetaria puede cambiar los agregados monetarios con frecuencia superior a la de renegociación de los contratos, también estaría en capacidad de alterar el comportamiento del producto real en el corto plazo, aunque no en el largo plazo. Aun si un cambio en los agregados monetarios es plenamente anticipado por los agentes, los elementos de rigidez salarial derivados de los contratos de largo plazo permiten que la política monetaria pueda ser estabilizadora. El de Taylor es también un modelo de expectativas racionales en el que los contratos laborales se renegocian escalonadamente. Cada contrato es acordado en términos relativos con otros contratos, de modo que los choques sobre la economía se transmiten sucesivamente entre contratos, en una especie de “multiplicador de los contratos”. En el modelo de Taylor, la política monetaria puede afectar *permanentemente* el producto, en contraste con los modelos citados de Lucas y Fisher, en los cuales se satisface la tasa natural de desempleo.

Las contribuciones mencionadas constituyeron enfoques alternativos e influyentes acerca de la relación entre inflación y desempleo. A través de ellos, la perspectiva de las expectativas racionales abrió nuevas puertas al estudio del ciclo. Además, el artículo de Lucas (1973) fue parte de sus aportes pioneros a la agenda de investigación de la llamada Nueva Economía Clásica⁸⁵. Su alcance fue paradigmático para las futuras investigaciones sobre el ciclo económico. Y, el distintivo más notable sería el de rescatar el enfoque microeconómico, según el cual la oferta es igual a la demanda. Lucas (1977) y Kydland y

^{84/} La información incompleta de los agentes económicos en relación con los precios podría explicarse así: los vendedores individuales al observar cambios en los precios de su producto, podrían no saber si tales cambios se originan en aumentos de la demanda agregada, o en un aumento de la demanda relativa por su producto.

^{85/} Lucas ([1972a], 1983) y Lucas ([1972b], 1983) hacen parte de las contribuciones tempranas de Lucas a la Nueva Economía Clásica.

Prescott (1990) invocan contribuciones de Hayek de principios de los años treinta, que invitaban a indagar sobre el ciclo económico a la luz del legado neoclásico del equilibrio⁸⁶.

En una variedad de contribuciones, autores como Lucas (1975) y Kydland y Prescott (1982) sentaron las bases de los modelos del ciclo económico según la Nueva Economía Clásica. Los ciclos económicos ya no se interpretarían como alejamientos a partir del equilibrio, sino como fluctuaciones temporales del equilibrio. Floreció entonces la expresión “enfoque de equilibrio del ciclo económico” resaltando la noción de equilibrio continuo de los mercados. También la expresión “teoría de los ciclos económicos reales” destacando la relevancia de *choques reales* por oposición a *choques monetarios*. Igualmente, “enfoque de equilibrio competitivo del ciclo económico”, descartando enfoques analíticos del ciclo que presuponen mercados imperfectos.

E. El enfoque del ciclo económico real.

El enfoque del ciclo económico real contó entre sus principales referencias al modelo de crecimiento de Solow. A principios de los setenta, Brock y Mirman estudiaron el problema del crecimiento óptimo a la luz de una versión estocástica de dicho modelo⁸⁷. Y, por la misma época, Lucas abordaba el tema del análisis competitivo de economías recursivas con incertidumbre. En este contexto, el equilibrio pudo presentarse como un proceso estocástico. El equilibrio concebido en sentido físico, representando el estado de una economía en descanso, vino a ser considerado como un *anacronismo*⁸⁸. Para emplear el modelo de crecimiento estocástico en el estudio de las fluctuaciones económicas, las decisiones de asignación de tiempo entre actividades mercantiles y no mercantiles, deberían ser endógenas⁸⁹. Así ocurre en el modelo de Kydland y Prescott (1982) considerado como paradigma de la familia de modelos del ciclo económico real⁹⁰.

^{86/} Tal como se señaló al principio de la sección sobre el florecimiento de la investigación sobre el ciclo en los treinta (sección A.3. más arriba), hasta qué punto la Escuela de Viena puede considerarse un ancestro de la Nueva Economía Clásica es materia de controversia entre los historiadores del pensamiento. Una de las mayores fuentes de divergencia residiría en el concepto de expectativas racionales, el cual es esencial en la noción de equilibrio entre los autores de la Nueva Economía Clásica. Tal concepto no tendría cabida en la exposición de la Escuela Austríaca. Según Hoover (1988, p.255), los austríacos destacan la dispersión del conocimiento en la economía, y por ende la relevancia del mercado para permitir la coordinación entre agentes con información limitada.

^{87/} Brock y Mirman (1972). Citados por Prescott (1988, p.10) y Lucas (1987, p. 32).

^{88/} Prescott (1988). Lucas (1980, p. 708).

^{89/} “... si uno sustituye trabajo, uno sustituye por otra actividad, y la experiencia muestra que la creencia de uno en la importancia de la sustitución se apoya en ilustraciones aceptables. Sin embargo, hay poca evidencia acerca de que se dedique mucho tiempo en la búsqueda de trabajo, o de que dicha búsqueda es menos costosa cuando se está desempleado que cuando se está empleado, o de que la medida del desempleo mide alguna *actividad*”. Lucas (1977, p. 226)

^{90/} Lucas destaca el artículo de Kydland y Prescott (1982) en la perspectiva histórica de las teorías sobre el ciclo, especialmente después de su venida a menos entre los cuarenta y principios de los setenta: “El modelo de Kydland y Prescott es uno más en la larga y honorable (aunque adormecida recientemente) línea de modelos del ciclo económico real. En esencia, el modelo reabre un debate que jugó un papel importante en la teoría prekeynesiana, un debate que Haberler sintetizó magistralmente en *Prosperity and Depression* (Citado en este trabajo bajo Haberler (1937, 1964)). Pero hoy, los términos de la discusión son explícitos y

“Los economistas han reconocido de tiempo atrás que el vino no se produce en un día (e.g., Böhm-Bawerk). Tampoco los barcos ni las factorías se construyen en un día”. Al resaltar con estas frases cómo los bienes de capital requieren más de un período para su construcción, Kydland y Prescott (1982) se refieren a un aspecto crucial en su explicación del ciclo económico: la estructura técnica de producción capitalista. Al igual que en el trabajo pionero de Frisch (1933), los autores acuden al concepto del tiempo involucrado en la producción de nuevo capital. La estructura de preferencias también es característica; basados en la discusión de la oferta agregada de trabajo según Lucas y Rapping (1969, sección 2), aquellos autores consideran una función de utilidad de los trabajadores (no separable en el tiempo) la cual admite un mayor grado de sustituibilidad intertemporal del tiempo libre (ocio). Los únicos componentes exógenos y estocásticos en el modelo son los choques sobre la tecnología. Tales choques están correlacionados (serially correlated), lo cual redundará en la *persistencia* de las fluctuaciones del producto.

A la usanza de los modelos del ciclo en el período de entreguerras, el de Kydland y Prescott podría describirse así: ante un choque favorable sobre la tecnología, el producto aumentaría, la demanda de trabajo se expandiría, y el salario real se elevaría. ¿Por qué? Porque se eleva la productividad de los factores, trabajo y capital. ¿Cómo reconocer el carácter *transitorio* o *permanente* de los shocks? Los agentes enfrentan un problema de información incompleta en relación con la magnitud de la correlación seriada entre los choques, así como en el modelo de Lucas (1973) se carecía de información completa acerca de la magnitud del cambio en los precios relativos.

Si los agentes estiman que el cambio tecnológico es *transitorio*, se encontrarán con salarios reales relativamente altos en el presente, en comparación con los salarios reales futuros. Se preferirá entonces trabajar más en el presente (sustituyendo tiempo libre en el presente por tiempo libre en el futuro), la oferta laboral aumentará, y el producto de la economía se acrecentará. Si el cambio tecnológico se considera *permanente*, los empresarios iniciarán nuevos proyectos de expansión de capital, lo cual *toma tiempo* (¡ni las fábricas ni las embarcaciones se construyen en un día!). La realización de los proyectos tendrá efectos positivos sobre el producto y el empleo tanto en el presente como en el futuro. Al igual que en los modelos de entreguerras, aquí también podría incurrirse en una acumulación excesiva de capital en el auge. Así, una vez más podría afirmarse que el auge lleva consigo las semillas de la recesión⁹¹.

Existe una variedad de modelos del ciclo económico real, a semejanza del de Kydland y Prescott (1982). Integrar la investigación sobre el crecimiento y las fluctuaciones económicas es una aspiración común de todos ellos. El caballo de batalla es el modelo neoclásico de acumulación de capital empleado no sólo para explicar el crecimiento, sino temas dinámicos más generales como la escogencia de la oferta de trabajo y la selección del

cuantitativos, y la relación entre teoría y evidencia es (y está siendo) argumentada en un nivel enteramente diferente. Me gustaría calificar esta experiencia como progreso”. Lucas (1987, p.47)

^{91/} Según Lucas “los nuevos proyectos de inversión llevan consigo las semillas del colapso, tanto por el incremento del acervo de capital –posiblemente de manera inapropiada– como porque los trabajadores estarán menos deseosos de ofrecer trabajo en el futuro, después de haber participado en el sostenimiento del auge”. Lucas (1987, p.42).

consumo⁹². Los artículos pioneros destacaron explicaciones particulares de las fluctuaciones económicas. Así como en Kydland y Prescott la sustituibilidad intertemporal del tiempo libre es una pieza central en la explicación de los ciclos, otras contribuciones de la misma generación ofrecieron visiones alternativas.

Long y Plosser (1983) proponen un modelo de equilibrio, con expectativas racionales, para el estudio de las fluctuaciones económicas. Se supone que las preferencias son estables, y que no hay cambio tecnológico. A diferencia de Kydland y Prescott, la sustituibilidad intertemporal del tiempo libre no es crucial en la argumentación, y no se presume que los choques reales estén correlacionados. Frente a la perspectiva histórica de hipótesis acerca del ciclo –como la sintetizada por Haberler ([1937], 1964)- los autores plantean un modelo que, “por construcción, minimiza el alcance de aquellas explicaciones”, y el cual se basa en la consideración conjunta de hipótesis que serían consistentes con las teorías existentes sobre el ciclo. Tales hipótesis se relacionan tanto con las preferencias de los consumidores como con las posibilidades técnicas de producción. Los consumidores prefieren un consumo estable que encaje eventuales choques sobre la productividad. La tecnología hace posible tal capacidad de respuesta. La producción es capitalista y heterogénea, de modo que cada producto puede usarse alternativamente como bien final o como insumo. Así, un choque sobre la productividad de un sector se transmite sobre los demás sectores. De esta manera, el modelo puede reiterar una de las regularidades empíricas más destacadas del ciclo económico, a saber, que los aumentos o disminuciones de la actividad tienden a producirse conjuntamente, aunque con posibles rezagos, en los diferentes sectores de la economía.

Hansen (1985) estudia un modelo de crecimiento estocástico con choques sobre la tecnología, con una modificación crucial, a saber, la consideración explícita del trabajo como un factor *indivisible*⁹³. Las teorías de equilibrio del ciclo económico habían venido dependiendo sustancialmente de la sustituibilidad intertemporal del tiempo libre para explicar las fluctuaciones agregadas en las horas trabajadas. En el artículo de Hansen, aún si la intención de las personas de sustituir el tiempo libre a lo largo del tiempo es baja, la indivisibilidad del trabajo permite explicar una elevada volatilidad de las horas de trabajo en relación con la productividad⁹⁴.

^{92/} King, Plosser y Rebelo (1988) y Plosser (1989) encuentran esta perspectiva más amplia del modelo de crecimiento en contribuciones de John Hicks.

^{93/} Los trabajadores enfrentarían la disyuntiva de trabajar por una cantidad fija de trabajo (por ejemplo, ocho horas al día) o simplemente, no trabajar, de modo que los cambios en horas trabajadas serían explicados por cambios en el empleo.

^{94/} La evidencia disponible acerca del mercado de trabajo sugería que la elasticidad de sustitución intertemporal del tiempo libre de acuerdo con las preferencias de las personas era baja. Tal resultado de naturaleza microeconómica parecía incompatible con la predicción del enfoque del ciclo económico real según el cual la sustituibilidad intertemporal del tiempo libre podría explicar las variaciones significativas del empleo a lo largo del ciclo económico. Hansen reconcilia la evidencia microeconómica con aquellas predicciones macroeconómicas. La economía se comportaría como un agente representativo con una elasticidad de sustitución del tiempo libre tendiente a infinito, trabajando tanto como fuera posible en un período de salarios elevados, independientemente de los valores alcanzados por la misma elasticidad de sustitución a nivel individual.

Los modelos del ciclo económico real recogen la posta legada por Frisch a comienzos de los treinta. Como él, distinguen entre fuentes de perturbación y mecanismos de propagación. También como él, acuden al método de *calibración*, empleando información microeconómica para seleccionar los valores numéricos de los parámetros. Pero a diferencia de aquel autor, su interés reside no sólo en generar ciclos, sino en demostrar que en presencia de choques tecnológicos, los modelos neoclásicos con mercados perfectos pueden reproducir las regularidades típicas del ciclo económico, tanto cualitativa como cuantitativamente.

El enfoque de equilibrio general del ciclo económico requiere la especificación de modelos en términos de los parámetros que caracterizan las preferencias, la tecnología, la estructura de información y los arreglos institucionales. Al establecer que son estos parámetros los que deben ser medidos, el enfoque se aparta de la tradición dominante entre los cincuenta y los setenta cuando predominara el enfoque econométrico del ciclo basado en la estimación de sistemas de ecuaciones simultáneas à la Koopmans.

En conjunto, el enfoque del ciclo económico real ha demostrado en los últimos veinte años cómo modelos sencillos de equilibrio general, cuya médula espinal es el modelo neoclásico de crecimiento, modificado por la presencia de choques estocásticos sobre la tecnología, puede reproducir características cíclicas observadas en las series macroeconómicas. Aún economías con mercados eficientes y completos, experimentarían ciclos en presencia de perturbaciones estocásticas sobre la tecnología. Esta es una ruptura radical con la visión tradicional del bienestar que asociaba el ciclo económico con la presencia de una variedad de imperfecciones en los mercados.

La acogida del enfoque del ciclo económico real ha estado acompañada por una diversidad de retos⁹⁵. En relación con las fuentes y el alcance de los choques tecnológicos, se ha controvertido la ausencia de evidencia microeconómica acerca de su importancia, y el supuesto que sugiere que todos los sectores de la economía resultan igualmente afectados, y que la productividad de todos los factores es también igualmente afectada. En relación con la utilización del residuo de Solow para medir el cambio tecnológico, algunos estudiosos han encontrado evidencia según la cual las variaciones en el corto plazo de dicho residuo reflejan mucho más que cambios en el ritmo de las innovaciones tecnológicas.

La controversia también ha involucrado los mecanismos de propagación, que los críticos consideran muy débiles. Un choque transitorio sobre la productividad únicamente origina desviaciones temporales en el producto a partir de su senda de largo plazo, de modo que una vez eliminada la tendencia, el producto no exhibe autocorrelación. Señalan los comentaristas que lo característico en modelos del ciclo económico real, es que para generar ciclos, sus expositores incorporen una sustancial autocorrelación de primer orden en los choques sobre la productividad. El concepto de tiempo involucrado en la producción de bienes de capital (*time-to build*) también es colocado en tela de juicio en relación con su debilidad para propagar los choques reales, de modo que la fuente principal de dinámica de

^{95/} Síntesis de los retos enfrentados por el enfoque se encuentran por ejemplo en Summers (1986), Mankiw (1989), Romer (1996) y Stadler (1994).

los modelos del ciclo económico real es el proceso estocástico de los choques tecnológicos⁹⁶.

La persistencia de las fluctuaciones en el producto de la economía es un tema central en los modelos del ciclo económico real. Nelson y Plosser (1982) pusieron sobre el tapete el tema del *componente permanente* en las principales series de tiempo utilizadas por los macroeconomistas. En una serie de documentos, Prescott (1986), Kydland y Prescott (1990), Hodrick y Prescott (1997) y King y Rebelo (1999) exponen la metodología de medición del ciclo económico, conocida como el filtro de Hodrick-Prescott. Algunos investigadores han cuestionado la aplicación mecánica de dicho filtro. Para efectos de la discusión del enfoque del ciclo económico real, se ha encontrado que la aplicación del filtro puede remover componentes importantes de las series de tiempo, que los economistas han considerado como elementos del ciclo⁹⁷. Más aún, que el uso del filtro tanto con series de tiempo simuladas como con series históricas puede revelar que en los dos casos se presentan características cíclicas similares, que no estaban necesariamente presentes en las series originales.

La omisión de la posibilidad de perturbaciones monetarias es una crítica frecuente a los modelos del ciclo económico real⁹⁸. A mediados de los noventa, Kydland y Prescott (1995, p.196) reconocieron la posibilidad de incluir choques monetarios en futuros análisis del ciclo: “No todas las fluctuaciones son explicadas por choques tecnológicos, y los choques monetarios son un candidato de primer orden para explicar una fracción significativa de las fluctuaciones agregadas no explicadas”.

II. Contextos históricos y ciclos económicos.

El interés de los macroeconomistas por el pasado se basa usualmente en dos razones. Una de ellas es la posibilidad de extender las series estadísticas de variables relevantes para el análisis. La otra razón consiste en que el pasado puede ser fuente de episodios cuyo estudio sirva de referencia para el presente. En el caso del ciclo económico, los estudiosos han puesto a prueba diversos enfoques teóricos acudiendo a la investigación de las propiedades cíclicas de las series pertinentes como el producto, el cambio tecnológico y los salarios. Algunos analistas consideran que esta visión de la historia económica es limitada. Además de la investigación relacionada con series de tiempo, conceden importancia a los contextos

^{96/} Rouwenhorst (1991) estudia la contribución del concepto de tiempo involucrado en la producción de bienes de capital (time-to-build) en la explicación del ciclo económico, y encuentra que no es crucial para explicar dichas fluctuaciones, como lo sugiere la literatura que sigue el trabajo de Kydland y Prescott (1982). Cogley y Nason (1995, p.493) señalan en relación con modelos propuestos por el enfoque del ciclo económico real que, “muchos tienen mecanismos de propagación débiles, y que no generan una dinámica interesante del producto mediante su estructura interna. Por ejemplo, en modelos basados en la acumulación de capital y en la sustitución intertemporal para difundir los choques en el tiempo, la dinámica del producto es esencialmente la misma dinámica de los choques”

^{97/} King y Rebelo (1993, p.208).

^{98/} Lucas (1987, p.33) considera que la exclusión de consideraciones monetarias en los modelos del ciclo económico real es “un error”. Los capítulos VI y VII en Lucas (1987) exploran las consecuencias reales de la inestabilidad monetaria.

institucionales, destacando sus orígenes, sus cambios y sus consecuencias. Estiman que las innovaciones institucionales cambian las restricciones con las cuales cuentan los agentes económicos⁹⁹.

En el largo trecho cubierto por las investigaciones sobre el ciclo, los países industrializados han pasado por profundos cambios en sus estructuras e instituciones. En esta parte del trabajo se reseñan brevemente las conclusiones de los analistas en relación con los posibles cambios en los ciclos en perspectiva histórica, y se introduce el tema de los nexos entre los ciclos económicos de países distintos.

Los países industrializados han constituido el principal objeto de estudio de los analistas del ciclo. Así aconteció con los primeros análisis de los ‘ciclos largos’ como el realizado por Kondratieff (alrededor de 50 años), el de Kuznets (de 15 a 25 años), y de ciclos menores como el de Juglar (de 7 a 10 años) y el de Kitchin (de 3 a 4 años). Así ha ocurrido también desde los estudios patrocinados por la Liga de las Naciones con anterioridad a la segunda guerra mundial, cuya atención se volcó principalmente sobre los ciclos de los Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania y Holanda¹⁰⁰. Se destaca el caso de los Estados Unidos por la investigación histórica de sus ciclos en cabeza del NBER desde los 1920¹⁰¹. El trabajo de Burns y Mitchell, *Measuring Business Cycles* publicado en 1946, se convirtió desde entonces en “uno de los libros más respetados en la macroeconomía de los Estados Unidos”¹⁰².

Burns y Mitchell diferenciaron entre ciclos *específicos* y ciclos *de referencia*. Los primeros aludían a los picos más altos (cimas) y a los más bajos (simas) de una serie en particular como la producción agrícola o la oferta monetaria. Y los segundos, a las cimas y simas del conjunto de la economía. Las fechas de los ciclos de referencia se citan en la literatura como las correspondientes a los puntos de quiebre (turning points) de los ciclos económicos. Basados en las extensas recopilaciones estadísticas del NBER, Zarnowitz y Moore concluyeron a mediados de los ochenta, que el comportamiento del ciclo económico en los Estados Unidos había cambiado con posterioridad a la segunda guerra mundial¹⁰³. Según los autores, las expansiones serían ahora más prolongadas, y las recesiones más

^{99/} Calomiris y Hanes (1995) señalan que el análisis histórico no se reduce al análisis estadístico de las series macroeconómicas. Debería contar además con la discusión de momentos específicos, análisis estadísticos de pánél, e información no cuantitativa.

^{100/} La Liga de las Naciones publicó en 1939 en dos volúmenes, la obra *Statistical Testing of Business Cycle Theories* encargada por dicha organización a Jan Tinbergen. Con base en esta experiencia, J. Tinbergen y J. Polak buscaron explicar en una obra posterior intitulada *Dinámica del Ciclo Económico. Estudio de las Fluctuaciones Económicas*, “lo que es típico y común en los movimientos económicos”. Tinbergen y Polak ([1942], 1950 p. 7).

^{101/} El NBER construyó cronologías para el ciclo económico de varios países. La de Gran Bretaña comienza en 1792, la de los Estados Unidos en 1834, la de Francia en 1840, y la de Alemania en 1866. Zarnowitz y Moore (1986, p. 520).

^{102/} Romer (1994, p.574)

^{103/} El propio Arthur Burns se había referido al tema en discurso ante la Asociación Americana de Economistas en 1959: “... el impacto [del ciclo económico] sobre las vidas y fortunas de las personas se ha reducido sustancialmente en nuestra generación ... no existe paralelo de dicha secuencia de recesiones moderadas, al menos durante los últimos cien años en nuestro propio país”. Citado en De Long y Summers (1986, p. 681).

breves. Además, de acuerdo con el comportamiento del empleo, la producción, y el ingreso real, las recesiones ocurridas después de la segunda guerra, habrían sido mucho menos severas que las precedentes. Una variedad de cambios estructurales, institucionales, y de política económica habrían contribuido a explicar el nuevo comportamiento del ciclo¹⁰⁴.

De Long y Summers (1986) encuentran que el producto de los Estados Unidos fue más volátil con anterioridad a la segunda guerra mundial, que posteriormente. Los autores discuten argumentos ofrecidos para explicar la mayor estabilidad desde 1950, concediéndole apenas menor importancia a los cambios estructurales en la economía, a las políticas estabilizadoras discrecionales, y a la prevención de pánicos financieros. Le otorgan mayor significación a factores como los esfuerzos públicos y privados para suavizar el consumo, y a la creciente rigidez de los precios. Esta última causa se derivaría de la creciente institucionalización de la economía norteamericana en la segunda mitad del siglo XX.

El optimismo reinante en la literatura en relación con la estabilización de la economía de los Estados Unidos y otras economías industrializadas en la segunda posguerra, fue puesto en tela de juicio desde mediados de los ochenta. Por ejemplo, en una evaluación de la consistencia de las fechas de los ciclos de referencia, Romer (1994) encontró que antes de 1927 el NBER trabajaba con datos que excluían la tendencia, y después de dicho año, con datos que incluían la tendencia. Así, dicho tratamiento pudo llevar a la identificación de más ciclos con anterioridad a 1927, en comparación con el mundo de la segunda posguerra. Dejando de lado la inconsistencia citada, también deja sin piso la afirmación según la cual las recesiones de hoy son más breves que las anteriores a la segunda guerra mundial. Watson (1994) también encontró sesgos sistemáticos en la información empleada por el NBER. Según el autor, en el pasado los investigadores se vieron circunscritos a un reducido número de series económicas de tiempo, las cuales eran sistemáticamente más volátiles que la actividad agregada. Dicha volatilidad se habría reflejado en contracciones más amplias y en expansiones más cortas antes de la segunda guerra mundial. En conjunto, los dos trabajos citados sugieren que la duración de las fases de expansión y contracción no se ha modificado históricamente, salvo durante el período de entreguerras.

El interés de los estudiosos del ciclo en perspectiva histórica también ha incluido análisis comparados entre economías, y seguimientos de los nexos de economías individuales con el exterior. Según Morgenstern (1959), con anterioridad a la primera guerra mundial (1879-

¹⁰⁴/ Zarnowitz y Moore (1986). Hasta fechas recientes, autores vinculados al NBER han insistido en la progresiva estabilización del ciclo durante el último siglo y medio. Según Zarnowitz (1998, p.10), seis depresiones importantes ocurrieron en los Estados Unidos en las tres últimas décadas del siglo XIX y en las cuatro primeras del siglo XX (de cima a sima, dichas depresiones serían las siguientes: 1873-1879, 1893-1897, 1907-1908, 1920-1921, 1929-1933, y 1937-1938). Tales depresiones se reflejaron no sólo en indicadores de actividad económica, sino en caídas sustanciales en los precios y en los agregados nominales. A partir de la segunda guerra mundial las contracciones habrían sido más moderadas, y las expansiones más duraderas. Según el autor, factores como (1) el desplazamiento de empleo hacia sectores menos cíclicos, como el de servicios; (2) el funcionamiento de los estabilizadores fiscales automáticos; (3) el establecimiento del seguro de depósitos; y (4) el crecimiento monetario menos volátil, habrían contribuido a la aparición de ciclos económicos menos severos en los Estados Unidos a partir de 1950.

1914), los ciclos económicos de Gran Bretaña, los Estados Unidos, Alemania y Francia estuvieron en la misma fase el 54% del tiempo, y en el período de entreguerras (1919-1932), sólo el 36% del tiempo. Dornbusch y Fischer repitieron el mismo ejercicio para el período 1953-1980 encontrando que las fases coincidían el 35% del tiempo¹⁰⁵. Parecería entonces que los ciclos habrían estado más coordinados durante la vigencia del patrón oro, pero los autores advierten que los datos deben leerse con cautela.

En su análisis clásico *Crecimiento y Fluctuaciones, 1870-1913*, W. Arthur Lewis discute el proceso de crecimiento continuo iniciado en Gran Bretaña, y difundido durante la primera mitad del siglo XIX a los Estados Unidos, más tarde a Francia, luego a Bélgica, y finalmente a Alemania, antes de difundirse al resto del mundo. Ubicándose en una amplia perspectiva histórica Lewis anota que, “para quienes creen en la difusión cultural, una metáfora más adecuada es la de un elevador que transporta a los países a niveles de producción per capita cada vez más altos. Los países se suben al elevador en fechas diferentes: sólo media docena antes de 1870, quizá otros quince antes de la primera guerra mundial, otros quince entre las dos guerras mundiales, y poco más de veinte entre 1950 y 1970. La lista incluye a pueblos de todos los credos, razas y continentes, y sigue creciendo”¹⁰⁶. No a todos los países les va igual. Pueden bajarse del ascensor, e inclusive caerse de él; mantenerse en él, según Lewis, significa “haber alcanzado las condiciones necesarias para el crecimiento sostenido”. Según el mismo autor, la teoría clásica del comercio internacional se interesaba precisamente por “la transmisión del crecimiento sostenido (o lo contrario) de un país a otro”.

Lewis se refiere a los orígenes de la relación de *dependencia* entre países en la literatura económica, acudiendo a fuentes canadienses, australianas y británicas, cada una de las cuales le daba un significado de acuerdo a sus circunstancias en relación con la economía internacional. “La relación de ‘dependencia’ fue introducida en la ciencia económica durante el período de entreguerras por los canadienses interesados en el ‘producto básico’ (o como diríamos ahora, en el ‘crecimiento encabezado por la exportación’), por los australianos interesados en los efectos multiplicadores de una balanza de pagos adversa, y por los ingleses que imputaban la gran depresión de los años treinta a la incapacidad de los Estados Unidos para mantener su propia prosperidad”¹⁰⁷. El autor deja de lado la noción de dependencia, y acude al concepto de *motor del crecimiento* acuñado por Denis Robertson de la Escuela de Cambridge en 1938, para estudiar el crecimiento de los países industrializados; y toma de Raúl Prebisch la relación denominada centro-periferia propuesta en 1950, para referirse a la respuesta de las economías tropicales al crecimiento y las fluctuaciones en el mundo industrializado.

La interdependencia entre dos naciones, o si es del caso la hegemonía de la una sobre la otra, no se limita a sus relaciones de comercio internacional, o a las correlaciones entre algunas de sus variables macroeconómicas. En el caso de los Estados Unidos y Colombia,

^{105/} El estudio de Morgenstern (1959) es citado y algunos de sus datos actualizados en Dornbusch y Fischer (1986, p.460).

^{106/} Lewis ([1978], 1983, p. 10). Como criterio de clasificación de los países, Lewis emplea la reducción de la proporción de población agrícola de más de 70% a menos de 50%. Colombia aparece clasificada en 1970.

^{107/} Lewis ([1978], 1983, p.11).

además de las relaciones comerciales y financieras, objetivos de seguridad nacional, y consideraciones ideológicas, han afectado las relaciones entre las dos naciones. Mas aún, cuando los Estados Unidos se convirtieron en centro de gravitación de la economía y la política mundial con posterioridad a la Gran Guerra. De aquí el que el ejercicio presentado en la última parte del ensayo constituya apenas un aspecto de las relaciones económicas establecidas históricamente entre los Estados Unidos y Colombia.

III. Los ciclos económicos de los Estados Unidos y Colombia. Metodología y resultados.

En esta parte del trabajo se ilustra el tema de la relación de los ciclos entre países con un análisis de correlaciones entre las series de producción agregadas de Colombia y los Estados Unidos.

Para la construcción de los ciclos económicos se optó por distinguir entre el componente “permanente” y las desviaciones “transitorias” de las series de producto en cada país, a partir de la aplicación de los filtros de Hodrick y Prescott y de Baxter y King, heredados de la literatura del ciclo económico real, y ampliamente utilizados en estudios empíricos del ciclo económico. Es importante enfatizar que los resultados que se presentan a continuación dependen de la metodología adoptada. La aplicación de otra metodología podría arrojar conclusiones diferentes a las aquí consignadas.

Con el objeto de estudiar la relación entre los ciclos económicos de Colombia y los Estados Unidos, inicialmente se presentará un análisis de la relación entre las “brechas del producto” a partir del estudio de la correlación cruzada de las series construidas. En primer lugar se examina el comportamiento de tales brechas en el periodo 1910-2000. Posteriormente se considera el subperiodo 1940-2000. Todo este análisis se apoya en series anuales para el PIB de cada país. Para terminar se realiza un ejercicio que comprende al periodo 1980.1-2001.2 con información trimestral sobre la producción para cada país. Inicialmente se estudia el periodo completo (1980.1-2001.2) y posteriormente los subperiodos 1980.1-1990.2 y 1990.3-2001.2.¹⁰⁸

¹⁰⁸ En Restrepo y Reyes (2000), se argumenta que la economía colombiana experimentó un “cambio estructural” al iniciarse la década de los noventa, como consecuencia de las reformas adoptadas (a saber, la apertura económica, la reforma al sistema financiero, las modificaciones del régimen cambiario, y la adopción de una nueva Constitución con cambios institucionales que afectaron, sobre todo, la evolución de las finanzas públicas). Adicionalmente, Reyes (1999) muestra por medio de la prueba de Chow que el PIB colombiano tuvo un cambio estructural a partir de 1990.

Por otra parte, al pasar al análisis de los modelos VAR, los resultados de las estimaciones para este periodo se mostraron poco robustos a modificaciones ligeras en el orden del sistema. Esto puede ser consecuencia de que la serie colombiana es construida a partir del empalme de dos series distintas. Además, en el VAR se analiza una serie que es generada, pues la brecha se construyó a partir de la aplicación del filtro Hodrick-Prescott sobre la serie desestacionalizada. Estos problemas estadísticos pueden verse agravados por la presencia de un cambio estructural al iniciarse la década de los noventa. Estas consideraciones motivaron el estudio de manera separada para los periodos 1980:1-1990:2 y 1990:3-2001:2. No obstante, también en este caso los resultados son poco robustos, pues se cuenta con muy pocos grados de libertad en cada subperiodo. Por lo tanto, finalmente se optó por no analizar la información trimestral desde 1980 en el contexto de

En una segunda parte, se analiza en el contexto de modelos VAR la relación de causalidad (instantánea y en el sentido de Granger) entre las series, así como las respuestas de las brechas a innovaciones en el comportamiento de las series (funciones impulso-respuesta).

La exposición está organizada de la siguiente manera. La parte A presenta de manera detallada la metodología empleada en el análisis de las correlaciones entre los ciclos (A.1), así como la relacionada con los modelos VAR (A.2). Posteriormente, en la parte B se presentan los resultados de cada tipo de análisis para los períodos en consideración.

A. Metodología

En esta parte se presenta la metodología empleada para el análisis de las brechas del producto. La sección 1 expone la manera como se construyeron las brechas del producto así como la correlación cruzada entre las mismas. En la sección 2 se explica entre tanto la metodología empleada para el análisis de causalidad (instantánea y en el sentido de Granger) y de las funciones impulso-respuesta en el contexto de modelos VAR. En la parte B se presentarán los resultados del ejercicio. En lo anexos se consignan algunos detalles técnicos.

1. Correlaciones

a. Los ciclos

Para cada período considerado, se construyeron las brechas del Producto Interno Bruto real de Colombia y Estados Unidos. Para la información anual, en el caso colombiano se utilizó la serie de PIB real, expresada en millones de pesos de 1994, de GRECO. En el caso norteamericano, la información proviene del Department of Commerce y está expresada en miles de millones de dólares del año 1996. Una primera medida de la brecha corresponde, en cada país, a la diferencia entre el logaritmo natural de la serie y su componente permanente, obtenido a partir de la aplicación del filtro Hodrick-Prescott con un parámetro $\lambda=100$.¹⁰⁹ Una segunda medida corresponde al componente cíclico de las series a partir de la aplicación del filtro Baxter y King, modificado a partir de la sugerencia de Woitek (1998), con parámetros de frecuencia de 2 a 8 períodos¹¹⁰.

modelos VAR. Una posible alternativa para solucionar este problema, que se mencionará adelante, es adoptar la generalización del filtro de Hodrick-Prescott propuesta por Melo y Riascos (1997).

¹⁰⁹ La diferencia en el comportamiento de las series para las brechas del producto antes y después de 1940 motivó el estudio de los subperíodos 1910-1940 y 1940-2000. No obstante, por ser el primero de estos períodos relativamente corto, no se pasó al análisis estadístico del mismo. Especialmente en el caso de los modelos VAR que se presentarán adelante, contar con sólo 31 observaciones implicó que las estimaciones fueran poco robustas ante ciertos cambios, como modificaciones ligeras en el orden del modelo.

¹¹⁰ En el Anexo 1 se presenta una breve explicación y comparación de los filtros de Hodrick- Prescott y Baxter-King.

Para el análisis trimestral, en el caso colombiano la serie de PIB utilizada corresponde, desde el primer trimestre de 1994 en adelante, a la versión restringida de los niveles originales del PIB, calculada por el DANE. Para los años anteriores se utilizó el empalme realizado por la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República¹¹¹. Para desestacionalizar la serie, se aplicó el procedimiento aditivo X11 sobre los logaritmos de la serie (a precios constantes de 1994)¹¹². En el caso norteamericano, la información proviene del Department of Commerce, desestacionalizada y expresada en miles de millones de dólares del año 1996.

Para el período trimestral completo, 1980.1-2001.2, una primera medida de la brecha corresponde en cada país a la diferencia entre el logaritmo natural de la serie y su componente permanente, obtenido a partir de la aplicación del filtro Hodrick-Prescott con un parámetro $\lambda=1600$. Dos medidas adicionales de la brecha se obtuvieron a partir de la aplicación del filtro de Baxter y King: la primera maneja parámetros para las frecuencias de 2 y 32 períodos, en tanto que la segunda considera 6 y 32 períodos.

Sin embargo, si se acepta la hipótesis de un cambio estructural en la economía colombiana al iniciarse la década de los noventa, es conveniente, como argumentan Restrepo y Reyes (2000), construir la brecha del producto de manera separada para los subperíodos 1980:1-1990:2 y 1990:3-2001:2. Por lo tanto, en el caso colombiano se construyó la brecha para cada subperíodo a partir de la diferencia entre el logaritmo natural del producto colombiano y su componente permanente, obtenido a partir de la aplicación del filtro Hodrick-Prescott con parámetro $\lambda=1600$ sobre la serie exclusivamente en cada subperíodo. Igualmente, la brecha proveniente de la aplicación del filtro de Baxter-King a las series, se construyó de manera separada en cada subperíodo, considerando de nuevo los parámetros de frecuencia 2-32 y 6-32.

Como se señaló atrás, la división de la muestra trimestral en dos subperíodos tiene la desventaja de disminuir sensiblemente los grados de libertad, generando conclusiones en el contexto de modelos VAR que resultan poco robustas. Una posible solución para este problema es adoptar la generalización del filtro Hodrick-Prescott sugerida por Melo y Riascos (1997). Bajo esta generalización, se permite un parámetro de penalización para las variaciones de la tendencia (λ) pretendiendo reconocer que es más sensato, “desde el punto de vista económico, penalizar de diferentes maneras las variaciones en la tendencia durante un cierto período de tiempo, *dependiendo de si en este período acontecieron cambios importantes en la estructura de la economía*” (Melo y Riascos, 1997, p. 5, énfasis añadido). Esta alternativa se dejó de lado pues a pesar de la potencial utilidad del enfoque, en la práctica los resultados bajo la versión mejorada del filtro son muy semejantes a los obtenidos bajo la versión original¹¹³.

¹¹¹ Este empalme, con la serie trimestral del PIB no desestacionalizado del Departamento Nacional de Planeación, se realizó respetando las variaciones trimestrales (trimestre contra trimestre anterior) de la serie del DNP y ajustando el nivel del cuarto trimestre de 1993 de tal forma que se diera el mismo crecimiento anual entre 1993 y 1994. Agradecemos a Rocío Betancur su ayuda con esta serie.

¹¹² Agradecemos a Norberto Rodríguez su ayuda en este aspecto.

¹¹³ Agradecemos a Luis Fernando Melo su colaboración en este aspecto.

b. La correlación entre los ciclos

Para establecer la correlación entre las series de las brechas, se debe tener en cuenta que cuando éstas presentan una estructura autorregresiva, como suele ser el caso, la correlación simple entre ellas puede dar un indicio equivocado de su relación¹¹⁴. Por este motivo, es conveniente “blanquear” las series antes de estudiar la correlación. Cuando se tiene un modelo “causal”, se debe blanquear la serie “input” con un modelo ARMA adecuado y filtrar (aunque no necesariamente blanquear) la serie “output” con este mismo modelo¹¹⁵. En este contexto es posible argumentar que el sistema es causal, siendo la serie “input” la de la brecha de los Estados Unidos. Por lo tanto, para las correlaciones presentadas se filtraron previamente las dos series con el modelo que reduce a Ruido Blanco la brecha del producto estadounidense. En cada período considerado se presentan los resultados de preblanquear la serie “input” de la brecha del producto estadounidense y de estudiar su correlación cruzada con la brecha del producto colombiano.

Preblanqueo

Como su nombre lo indica, este proceso consiste en reducir las series a “Ruido Blanco”, por medio de la identificación y estimación de un modelo ARMA adecuado. Hablamos de un modelo ARMA pues las variables consideradas son estacionarias. Para cada período considerado, se presentan los resultados de la estimación de un modelo para la serie de los Estados Unidos. Los residuales de este modelo constituyen la serie preblanqueada. El modelo fue elegido siguiendo la metodología Box-Jenkins. Se permitieron estructuras multiplicativas para los polinomios AR y MA. Para la elección entre varios modelos posibles se acudió a los criterios de información de Akaike (AIC) y el criterio Bayesiano de Schwarz (SBC) en busca de un modelo parsimonioso. Para terminar se aplicó una prueba de “Ruido Blanco” a los residuos del modelo. Con esta prueba se verificó si, en efecto, el procedimiento de preblanqueo fue exitoso.

Una vez elegido el modelo apropiado para preblanquear la serie input, este modelo se utilizó para filtrar también la serie de brechas del producto colombiano, antes de estudiar la correlación cruzada entre las series. Como se señaló atrás, en este contexto es posible argumentar que el sistema es causal, y que la única dirección posible de incidencia significativa entre las brechas es desde los Estados Unidos hacia Colombia. Por este motivo, el modelo que reduce a ruido blanco la serie de las brechas del producto norteamericano se utilizó para filtrar las dos series.

Correlación cruzada entre las brechas del producto

Tras verificar que la serie “input” había sido correctamente preblanqueada, se estimó la Función de Autocorrelación Cruzada entre las brechas del producto colombiano y

¹¹⁴ En el Anexo 2 se explica por qué la presencia de una estructura autorregresiva contamina la correlación cruzada entre las series.

¹¹⁵ Sin embargo, cuando se construye un modelo no causal con posible retroalimentación, ambas series deben ser preblanqueadas antes de estudiar su función de correlación cruzada (Wei, 1990. P. 299).

estadounidense, filtrando también la serie colombiana con el modelo elegido. Se calculó la función de correlación cruzada $COR(COLGAP_t, USGAP_{t-s})$, para $s \in (-n, n)$. Por lo tanto, para $s > 0$ resultados estadísticamente significativos indicarían respuestas rezagadas de la brecha colombiana a la norteamericana. Resultados estadísticamente significativos para $s < 0$ indicarían lo contrario, pero este resultado carecería de sentido económico. Si para $s = 0$ la correlación es estadísticamente significativa, se trataría de una correlación contemporánea.

2. Modelos VAR

Los resultados encontrados con el estudio de las correlaciones son complementados por el análisis de causalidad (en el sentido de Granger e instantánea) y de impulso-respuesta en el contexto de un modelo VAR que involucra a las brechas del producto colombiano y estadounidense. En efecto, los resultados en términos de las correlaciones cruzadas indican la relación (en términos de dirección y rezagos) de las series para cada período. No obstante, de dichas correlaciones no se puede inferir una relación de causalidad, ni las posibles respuestas de una de las brechas ante choques exógenos en la otra.

Se decidió entonces emplear modelos VAR, considerando tanto el período 1910-2000 como el subperíodo 1940-2000, con datos anuales. El período 1910-1940 se decidió dejar de lado pues los pocos datos presentes en este caso hicieron que las estimaciones resultaran poco robustas. Tampoco se analizaron los modelos VAR en el caso de la información trimestral desde 1980 pues también se encontraron resultados poco robustos a cambios menores en el sistema, como modificaciones ligeras en el orden del VAR. Como se señaló atrás, esto puede obedecer a que en este período se debe trabajar con una serie empalmada y desestacionalizada.

Para elegir los modelos VAR, se acudió a los criterios de información de Akaike, Schwarz, y Hannan-Quinn en busca de un modelo parsimonioso. Adicionalmente se verificó que tales modelos cumplieran con los supuestos de normalidad y ruido blanco multivariado necesarios para la validez de la inferencia estadística en este contexto¹¹⁶. Una vez elegidos los modelos VAR, se pasó al análisis de las pruebas de causalidad (instantánea y en el sentido de Granger) y de las funciones de impulso-respuesta. Como se advirtió atrás, este ejercicio puede ofrecer información adicional a la relacionada con la dirección, rezago, y magnitud de las relaciones entre las brechas de los dos países, obtenida con el estudio de las correlaciones cruzadas entre las series. No obstante, la interpretación de los

¹¹⁶ Para los dos períodos considerados se empezó por estimar los distintos modelos $VAR(p)$, para $p \in (1, n/4)$ con n igual al número de observaciones. Para poder comparar los criterios de información calculados para cada modelo estimado, estas primeras estimaciones se hicieron considerando un “pre-sample” de $n/4$. Una vez elegido el rezago que minimizara los criterios de información, se pasó a incorporar la información no considerada del presample, verificando nuevamente que los supuestos de normalidad y ruido blanco multivariado se cumplieran. Para verificar el supuesto de normalidad se revisaron tres pruebas aproximadas de normalidad multivariada que consisten en observar: 1. Si el tercer momento de los errores estimados coincide estadísticamente con el de la distribución normal, 2. Si el cuarto momento de los errores estimados coincide estadísticamente con el de la distribución normal, y 3. Una prueba conjunta. Para la prueba de ruido blanco multivariado se aplicaron las pruebas de Portmanteau y Portmanteau ajustado.

resultados obtenidos en este análisis implica un conocimiento preciso de las nociones de causalidad e impulso respuesta. Por ello, a continuación se presentan algunas anotaciones al respecto.

a. Causalidad instantánea y en el sentido de Granger:

Como señalan Charemza y Deadman (1997) la noción de causalidad es esencialmente una cuestión filosófica, sobre la cual, adicionalmente, no existe un consenso entre los pensadores de occidente¹¹⁷. Por lo tanto, es crucial precisar lo que se entiende por “causalidad” en el contexto estadístico.

En primer lugar, se debe señalar que en econometría la causalidad no implica, como en lenguaje corriente, la existencia de una “causa” que “produce” un “efecto”. Más que un significado de “producir”, la noción econométrica está asociada con la posibilidad de “predecir”. En este sentido, la *causalidad de Granger* (Granger, 1969), parte de la idea básica según la cual un efecto no puede preceder a su causa. Por lo tanto, si una variable x afecta a una variable y , entonces debe ayudar a predecirla. Así, se dice que x causa a y en el sentido de Granger si, *coeteris paribus*¹¹⁸, y puede predecirse con mayor precisión utilizando valores pasados de x (la historia de x).

Es necesario advertir como en Lütkepohl (1991) que a pesar de que con la causalidad de Granger se puede identificar una dirección de causalidad, no es posible afirmar que la ausencia de una causalidad de x a y implique que las variaciones en x no tengan efecto en y ¹¹⁹. Por otra parte, existen problemas asociados con la causalidad de Granger al no poder determinarse con precisión el conjunto de información pertinente. En la práctica, este conjunto de información está dado por los valores pasados y presentes de las variables consideradas en un sistema. Sin embargo, la omisión de variables, así como la elección de la periodicidad o estacionalidad de las variables puede determinar que se obtenga uno u otro resultado en términos de causalidad de Granger.

En suma, es importante tener cautela al interpretar la evidencia que un modelo VAR presente sobre la relación de causalidad de Granger. En últimas, lo que el análisis de la causalidad de Granger permite determinar es si una variable (o conjunto de variables) contiene información útil para mejorar la predicción de otra variable (o conjunto de variables).

Por otro lado, al hablar de “causalidad instantánea” en este contexto, también es necesario precisar que esta noción no corresponde a una idea de causa y efecto. De hecho, como señalan Charemza y Deadman (1997), la causalidad instantánea *no existe*, pues

¹¹⁷ Señalan estos autores que las nociones van desde un extremo a la Demócrito según el cual “todo causa todo” hasta la negación de cualquier causalidad a la Hume y Berkeley.

¹¹⁸ i.e. si toda la información restante utilizada para predecir “ y ” permanece constante.

¹¹⁹ Para demostrarlo, Lutkepohl (1991) presenta un sistema de variables donde no se presenta causalidad de Granger y que, sin embargo, puede ser expresado de una manera equivalente en donde cambios en una variable generan alteraciones en la otra. La relación estocástica entre las variables aleatorias consideradas en el sistema se puede expresar en cualquiera de las dos formas, a pesar de que cada una de ellas tenga interpretaciones distintas.

siempre existe una diferencia de tiempo entre acciones distintas. En la práctica, sin embargo, es necesario hablar de una causalidad instantánea pues es imposible observar de manera continua las variables, y sólo se pueden analizar datos relacionados con un momento específico. Estadísticamente, la noción de causalidad instantánea no define más que una correlación distinta de cero entre dos conjuntos de variables, y la dirección de la causalidad instantánea no se puede derivar de la representación estadística del proceso. Tal dirección debe ser obtenida a partir de otro tipo de conocimiento sobre la relación entre las variables dado, por ejemplo, por la teoría económica (Lütkepohl, 1991).

b. Funciones de impulso-respuesta

Una forma alternativa de estudiar la posible relación de causalidad entre ciertas variables en un sistema en el contexto de modelos VAR, es el análisis de impulso-respuesta. La idea es revisar la respuesta de una(s) variable(s) ante una innovación en otra variable. Si la respuesta es significativa se puede hablar entonces de una relación causal desde la variable que experimentó una innovación hacia la que presentó una reacción. Las funciones de “impulso-respuesta” permiten estudiar esta posibilidad al verificar la reacción de una o varias variables frente a un choque exógeno sobre una de las variables que conforma el sistema. Existe una relación entre el impulso-respuesta y la causalidad de Granger, en el sentido de que las respuestas de una o varias variables frente a impulsos de cierta variable son teóricamente iguales a cero si tal variable no causa en el sentido de Granger a las primeras.

Un problema relacionado con el análisis de impulso-respuesta, es que éste supone que cuando se presenta un choque exógeno o impulso en cierta variable, las demás no lo enfrentan. Tal supuesto es válido si los choques sobre las distintas variables son independientes, mas no si la correlación entre los términos de error para las ecuaciones de las variables sugiere que los choques sobre una variable posiblemente estén acompañados de choques sobre otra(s). En este caso, suponer choques de cero sobre las variables restantes puede dar una idea poco adecuada de la respuesta dinámica de las variables. Para ello, se puede considerar la representación MA del sistema, donde los componentes residuales no están correlacionados.

El problema consiste en que para pasar de la representación VAR del proceso a una consistente con el proceso MA donde los residuales no exhiban correlación, el ordenamiento de las variables es importante. En efecto, este proceso implica la utilización de la llamada “descomposición de Cholesky” de la matriz de varianza-covarianza del sistema. En el caso en que para tal descomposición se utilice una matriz triangular inferior el ordenamiento debe ser tal que la primera variable sea la única con un impacto potencial instantáneo sobre las variables restantes, la segunda tenga un impacto instantáneo sobre las siguientes mas no sobre la anterior, y así sucesivamente. Además, el ordenamiento del sistema no puede ser determinado estadísticamente sino con el conocimiento económico acerca de la posible causalidad instantánea en el sistema. Para nuestro caso, la intuición económica indica que sólo la brecha del producto estadounidense podría tener un impacto instantáneo sobre la colombiana. Por lo tanto, ésta debe ser ubicada en primer lugar en el sistema.

El problema del ordenamiento de las variables no es el único que se puede presentar en el análisis de impulso-respuesta. Como en el caso de la causalidad de Granger, la omisión de variables relevantes puede alterar los resultados obtenidos. En efecto, cualquier variable omitida será capturada por el término de error, y la omisión de variables relevantes puede originar distorsiones importantes en las respuestas a innovaciones. Adicionalmente, pueden surgir problemas cuando las variables se miden con error, así como cuando se manejan variables agregadas o ajustadas por estacionalidad. (Lütkepohl , 1991)

B. Resultados

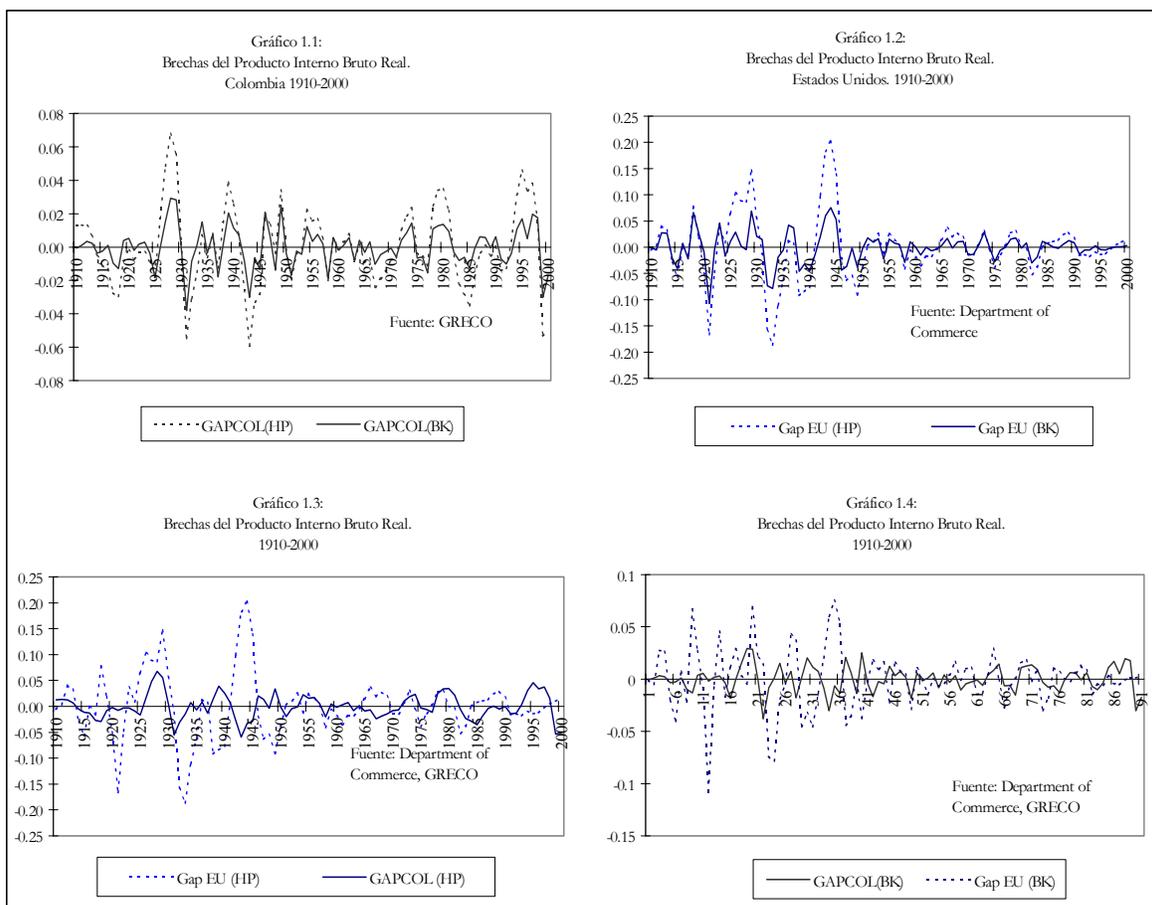
En esta parte se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de las brechas del producto colombiano y estadounidense. En la sección 1 se presentan los ciclos y sus correlaciones. La sección 2 presenta los resultados en términos de causalidad (instantánea y en el sentido de Granger) y de impulso-respuesta en el contexto de los modelos VAR.

1. Correlaciones

a. El período 1910-2000

El Gráfico 1 presenta las brechas del producto colombiano y estadounidense para el período 1910-2000. En el panel superior se presentan para cada país la brecha construida bajo la metodología Hodrick-Prescott (HP) y la metodología Baxter-King (BK). Así, las gráficas 1.1 y 1.2 permiten observar las diferencias en los ciclos de acuerdo a cada metodología. En el panel inferior, las gráficas 1.3 y 1.4 comparan las brechas de los dos países bajo cada una de las metodologías, HP y BK respectivamente.

Como se explicó en la parte A, tras construir las brechas bajo las metodologías HP y BK se procedió a filtrar las series con el modelo que reduce a ruido blanco la brecha del producto estadounidense antes de estudiar su correlación cruzada. Los modelos empleados para blanquear las series y las pruebas de no autocorrelación de las series resultantes se presentan en el Anexo 4. También se llevó a cabo el ejercicio estadístico de estudiar las correlaciones entre las series preblanqueando cada una de ellas con un modelo adecuado. Es decir, se hizo un ejercicio donde no se supuso a priori una determinada dirección de la relación causal entre las series. Aunque las tablas para dicho ejercicio no se presentarán, los resultados obtenidos cuando las dos series son preblanqueadas se mencionarán adelante para cada período.



Para el caso de las brechas construidas bajo el método HP, los resultados para el período en 1910-2000 que se presentan en la Tabla 1 no muestran ninguna correlación estadísticamente significativa entre la brecha colombiana y la estadounidense. El resultado obtenido si las dos series son preblanqueadas es ligeramente distinto, en el sentido de que la correlación positiva que se observa con un rezago de 10 años entre las dos series, y que acá resulta estadísticamente no significativa por ubicarse en el límite del intervalo de confianza, pasa a ser estadísticamente significativa. Para el caso de las brechas construidas bajo BK, los resultados de la Tabla 1 muestran también una correlación positiva y estadísticamente significativa entre las brechas en el rezago 10. Este resultado se mantiene si las dos series son preblanqueadas.

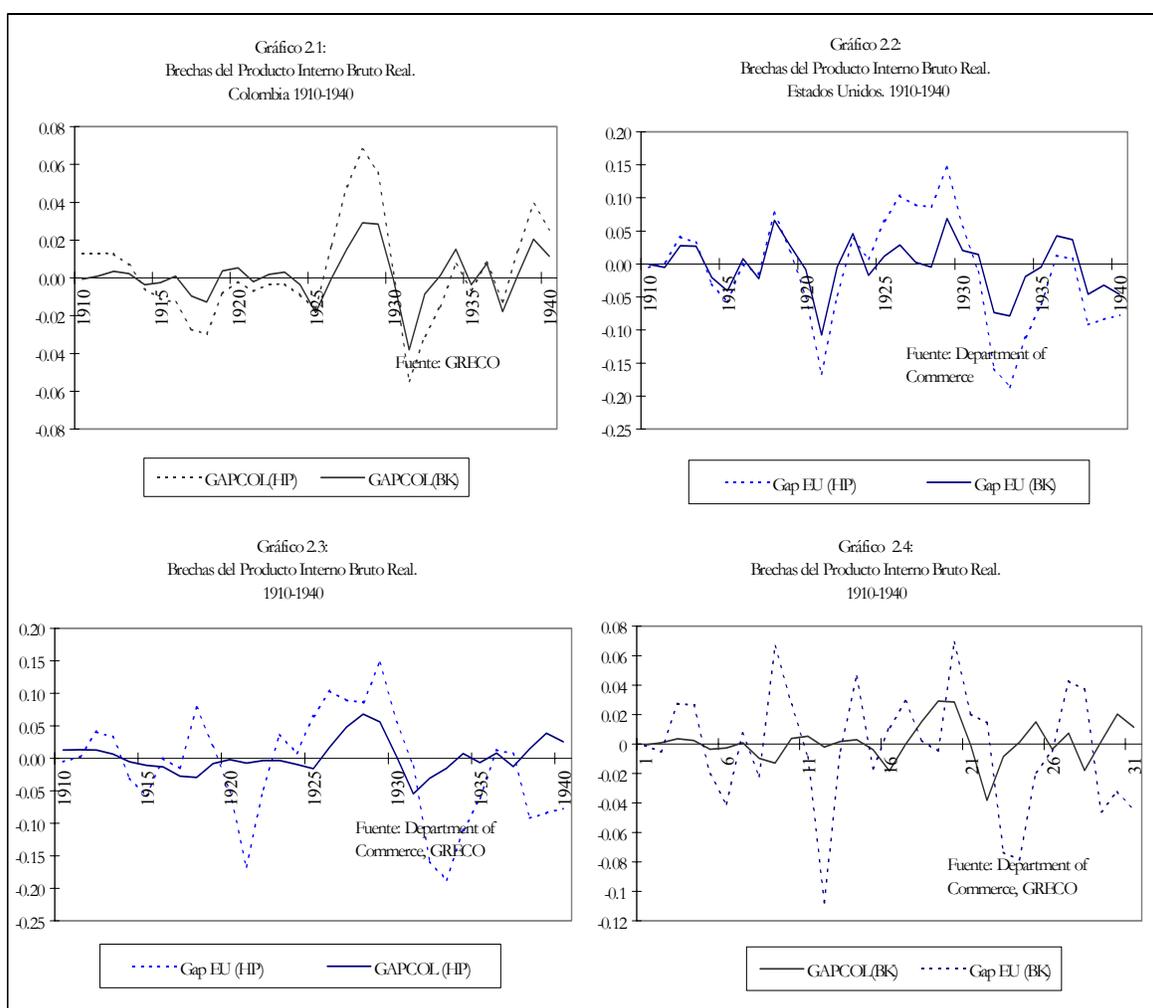
Tabla 1: Correlación Cruzada entre las brechas colombiana y de los Estados Unidos (1910-2000)

| Rezago (s) | Hodrick y Prescott | | | Baxter y King | | |
|------------|--------------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------|----------------------------|
| | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* |
| -20 | -0.000014 | -0.021850 | NO | 0.000002 | 0.007430 | NO |
| -19 | 0.000080 | 0.122200 | NO | 0.000029 | 0.113270 | NO |
| -18 | -0.000034 | -0.051830 | NO | -0.000001 | -0.002680 | NO |
| -17 | 0.000095 | 0.145230 | NO | 0.000040 | 0.158160 | NO |
| -16 | 0.000061 | 0.092930 | NO | 0.000022 | 0.088180 | NO |
| -15 | 0.000122 | 0.185990 | NO | 0.000047 | 0.182820 | NO |
| -14 | -0.000048 | -0.072550 | NO | -0.000001 | -0.003780 | NO |
| -13 | 0.000000 | 0.000370 | NO | -0.000002 | -0.008620 | NO |
| -12 | -0.000052 | -0.079810 | NO | -0.000029 | -0.115140 | NO |
| -11 | -0.000026 | -0.039010 | NO | -0.000002 | -0.008110 | NO |
| -10 | -0.000042 | -0.064300 | NO | -0.000030 | -0.118130 | NO |
| -9 | 0.000001 | 0.002210 | NO | -0.000013 | -0.050930 | NO |
| -8 | -0.000099 | -0.150520 | NO | -0.000049 | -0.190980 | NO |
| -7 | 0.000067 | 0.101700 | NO | 0.000017 | 0.066160 | NO |
| -6 | -0.000052 | -0.079940 | NO | -0.000021 | -0.081690 | NO |
| -5 | -0.000016 | -0.024020 | NO | -0.000031 | -0.119460 | NO |
| -4 | -0.000087 | -0.132850 | NO | -0.000041 | -0.159490 | NO |
| -3 | 0.000063 | 0.095910 | NO | 0.000004 | 0.015670 | NO |
| -2 | -0.000063 | -0.096680 | NO | -0.000037 | -0.146660 | NO |
| -1 | -0.000058 | -0.088230 | NO | -0.000002 | -0.006030 | NO |
| 0 | -0.000013 | -0.019590 | NO | -0.000027 | -0.106380 | NO |
| 1 | 0.000011 | 0.017130 | NO | 0.000004 | 0.015550 | NO |
| 2 | -0.000052 | -0.079060 | NO | -0.000018 | -0.070080 | NO |
| 3 | 0.000000 | 0.000700 | NO | -0.000013 | -0.050720 | NO |
| 4 | 0.000009 | 0.013440 | NO | 0.000007 | 0.028060 | NO |
| 5 | 0.000062 | 0.095040 | NO | 0.000032 | 0.125080 | NO |
| 6 | -0.000047 | -0.072100 | NO | -0.000018 | -0.071940 | NO |
| 7 | 0.000017 | 0.026620 | NO | -0.000001 | -0.003120 | NO |
| 8 | -0.000097 | -0.148000 | NO | -0.000042 | -0.165310 | NO |
| 9 | 0.000023 | 0.035770 | NO | 0.000025 | 0.098890 | NO |
| 10 | 0.000125 | 0.190750 | NO | 0.000068 | 0.267530 | SI |
| 11 | 0.000038 | 0.057420 | NO | 0.000025 | 0.097170 | NO |
| 12 | -0.000038 | -0.057160 | NO | -0.000006 | -0.023080 | NO |
| 13 | -0.000028 | -0.043190 | NO | -0.000006 | -0.021970 | NO |
| 14 | -0.000015 | -0.022200 | NO | -0.000012 | -0.046730 | NO |
| 15 | -0.000052 | -0.079630 | NO | 0.000010 | 0.037750 | NO |
| 16 | 0.000009 | 0.013040 | NO | 0.000020 | 0.077790 | NO |
| 17 | -0.000016 | -0.024650 | NO | -0.000004 | -0.015680 | NO |
| 18 | -0.000034 | -0.052380 | NO | -0.000009 | -0.033480 | NO |
| 19 | -0.000059 | -0.089380 | NO | -0.000015 | -0.056690 | NO |
| 20 | 0.000014 | 0.021190 | NO | 0.000027 | 0.107680 | NO |

*Dada por una distancia con respecto al cero superior a dos desviaciones estándar.

b. El período 1910-1940.

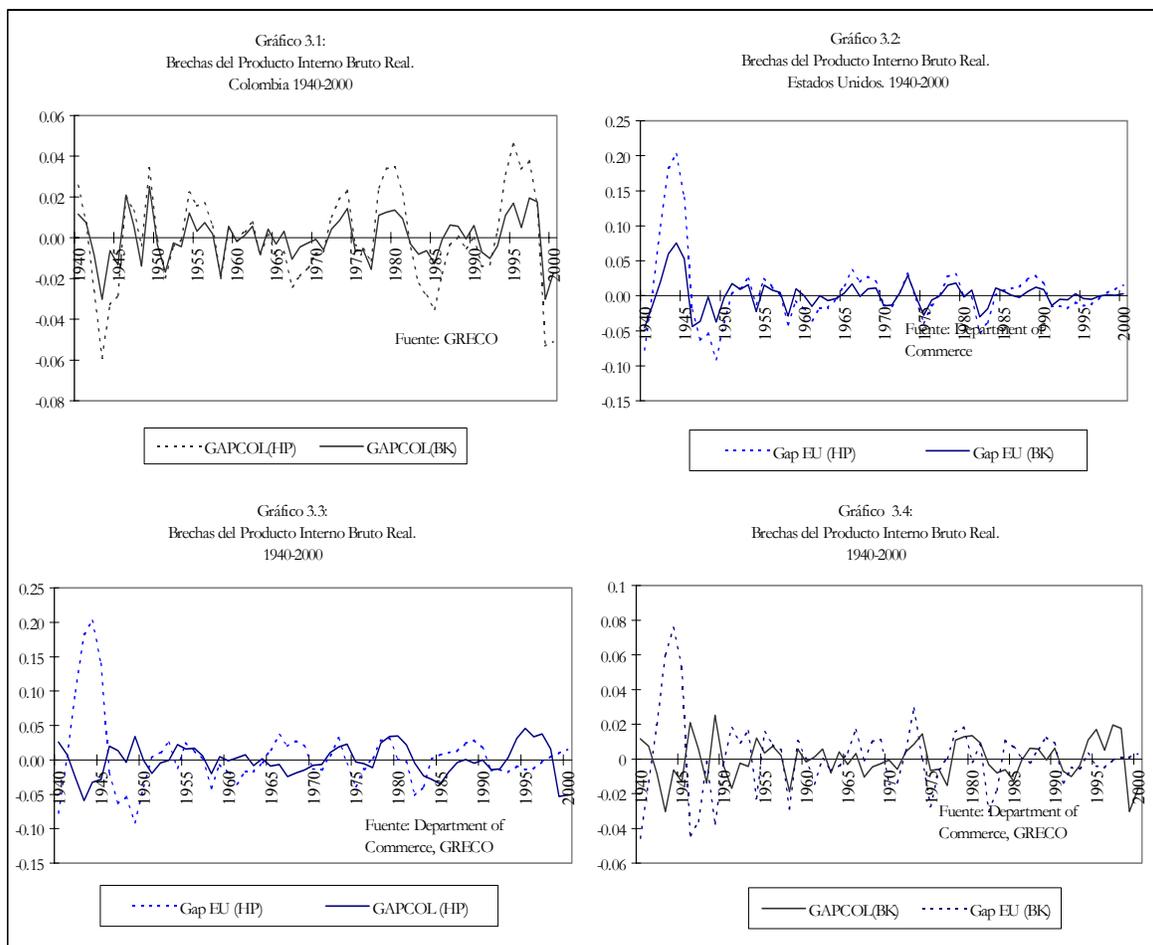
Como se señaló atrás, la diferencia en el comportamiento de las dos series antes y después de 1940 motivó el estudio de los subperíodos 1910-1940 y 1940-2000. Por ser el primero de estos períodos relativamente corto, no se pasó al análisis estadístico del mismo¹²⁰. Sin embargo, se presentan en el Gráfico 2 las brechas del Producto Interno Real de Colombia y Estados Unidos en este período. De nuevo, se presentan para cada país las brechas del producto bajo las dos metodologías en el panel superior (gráficos 2.1 y 2.2), y para cada metodología las brechas de los dos países (gráficos 2.3 y 2.4).



¹²⁰ Especialmente en el caso de los modelos VAR que se presentarán adelante, contar con sólo 31 observaciones implicó que las estimaciones fueran poco robustas ante ciertos cambios, como modificaciones ligeras en el orden del modelo.

c. El período 1940-2000

El gráfico 3 presenta las brechas del producto colombiano y estadounidense en el período 1940-2000 para los dos países y bajo las dos metodologías consideradas. A continuación se presentan los resultados del análisis de la correlación cruzada entre dichas brechas.



En la Tabla 2 se muestran los resultados de estudiar la correlación cruzada para las series de brechas del producto. Tanto para las series construidas a partir del filtro HP como para aquellas provenientes del filtro BK, los resultados muestran una correlación contemporánea negativa y estadísticamente significativa. Las restantes correlaciones son estadísticamente iguales a cero. Este resultado se mantiene si, en lugar de filtrar las dos series con el modelo que reduce a Ruido Blanco la brecha estadounidense, se preblanquea cada serie antes de estudiar su correlación cruzada.

Tabla 2: Correlación Cruzada entre las brechas colombiana y de los Estados Unidos (1940-2000)

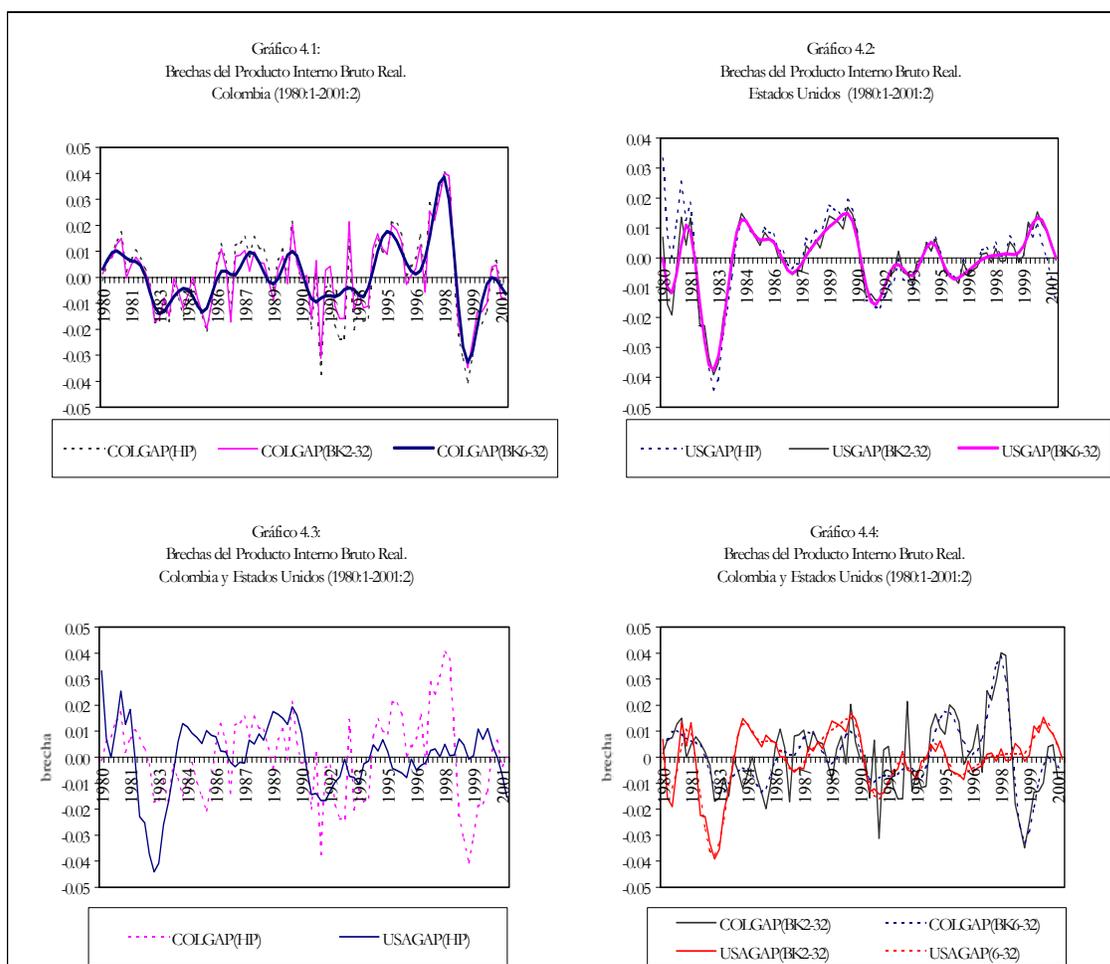
| Rezaño (s) | Hodrick-Prescott | | | Baxter-King | | |
|------------|------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* |
| -15 | 0.00002 | 0.04496 | NO | 0.000010 | 0.055400 | NO |
| -14 | -0.00002 | -0.04383 | NO | -0.000011 | -0.060970 | NO |
| -13 | 0.00001 | 0.01542 | NO | 0.000013 | 0.072240 | NO |
| -12 | -0.00001 | -0.01351 | NO | -0.000015 | -0.080560 | NO |
| -11 | 0.00004 | 0.07739 | NO | 0.000006 | 0.034060 | NO |
| -10 | 0.00002 | 0.04114 | NO | 0.000013 | 0.071130 | NO |
| -9 | -0.00001 | -0.01675 | NO | -0.000009 | -0.045770 | NO |
| -8 | -0.00004 | -0.08465 | NO | -0.000019 | -0.104470 | NO |
| -7 | 0.00008 | 0.14965 | NO | 0.000019 | 0.103970 | NO |
| -6 | -0.00002 | -0.04375 | NO | 0.000010 | 0.053460 | NO |
| -5 | -0.00004 | -0.08292 | NO | -0.000022 | -0.119340 | NO |
| -4 | 0.00007 | 0.13754 | NO | 0.000014 | 0.073770 | NO |
| -3 | 0.00000 | -0.00461 | NO | 0.000006 | 0.029900 | NO |
| -2 | -0.00004 | -0.08558 | NO | -0.000032 | -0.174510 | NO |
| -1 | -0.00004 | -0.08268 | NO | -0.000012 | -0.064540 | NO |
| 0 | -0.00017 | -0.34313 | SI | -0.000055 | -0.297830 | SI |
| 1 | 0.00001 | 0.01603 | NO | 0.000006 | 0.030160 | NO |
| 2 | 0.00006 | 0.12725 | NO | 0.000017 | 0.089610 | NO |
| 3 | -0.00004 | -0.07718 | NO | -0.000033 | -0.174920 | NO |
| 4 | -0.00004 | -0.07135 | NO | 0.000007 | 0.035140 | NO |
| 5 | 0.00008 | 0.16737 | NO | 0.000012 | 0.063350 | NO |
| 6 | -0.00007 | -0.13369 | NO | -0.000008 | -0.042640 | NO |
| 7 | 0.00005 | 0.09248 | NO | -0.000002 | -0.012520 | NO |
| 8 | 0.00002 | 0.04254 | NO | -0.000005 | -0.027550 | NO |
| 9 | 0.00000 | -0.00156 | NO | 0.000009 | 0.049660 | NO |
| 10 | 0.00002 | 0.04868 | NO | -0.000012 | -0.064780 | NO |
| 11 | 0.00007 | 0.13042 | NO | 0.000021 | 0.112070 | NO |
| 12 | 0.00000 | 0.00476 | NO | -0.000008 | -0.045230 | NO |
| 13 | 0.00000 | -0.00684 | NO | -0.000007 | -0.036750 | NO |
| 14 | 0.00004 | 0.07435 | NO | 0.000006 | 0.031350 | NO |
| 15 | -0.00006 | -0.10910 | NO | -0.000025 | -0.132800 | NO |

*Dada por una distancia con respecto al cero superior a dos desviaciones estándar.

d. El período 1980.1-2001.2

En el Gráfico 4 se presentan las brechas para el producto colombiano y estadounidense en el período 1980.1-2001.2. Como se explica en el Anexo 1, para el análisis trimestral se consideran dos versiones del filtro de Baxter y King. La primera tiene como parámetros de frecuencia 2 y 32 períodos, y la segunda 6 y 32 períodos. En el panel superior del gráfico 4 aparecen entonces, para cada país, tres estimaciones de las brechas: 1. Hodrick Prescott (HP), 2. Baxter y King con parámetros 2 a 32 (BK2-32), y 3. Baxter y King con parámetros 6 a 32 (BK6-32). En el panel inferior (gráficos 4.3 y 4.4) se comparan las brechas de los dos países bajo las distintas medidas de las brechas. El gráfico 4.3 presenta las brechas HP

de los dos países, en tanto que el gráfico 4.4 presenta las brechas BK (en sus dos versiones) para los dos países.



En la Tabla 3 se presentan los resultados de estudiar la correlación cruzada para las series de brechas del producto. Bajo la metodología HP, los resultados muestran una correlación negativa y estadísticamente significativa con cinco períodos (1 año y tres meses) de rezago entre las brechas del producto colombiano y estadounidense, siendo la segunda “líder” de la primera. Las restantes correlaciones son estadísticamente iguales a cero. Este resultado es distinto de aquel que se obtiene cuando se preblanquean las dos series antes de estudiar su correlación cruzada. En ese caso, la correlación con cinco rezagos deja de ser significativa, mientras que las correlaciones positivas con rezagos de 2 y 4 trimestres se vuelven estadísticamente significativas.

Bajo la metodología BK2-32, así como bajo la metodología BK6-32, los resultados no muestran ninguna correlación estadísticamente significativa. Para el caso de la metodología BK2-32, este resultado se mantiene si se preblanquean las dos series antes de estudiar su correlación cruzada. En cambio, en el caso de la metodología BK6-32 el

resultado se modifica y se presenta una correlación contemporánea negativa y estadísticamente significativa entre las series, así como una correlación negativa con un período de rezago en la que la brecha colombiana aparece como líder. Además de ser contraintuitivo, este resultado se presenta en un período en el cual la estimación de un modelo para la brecha colombiana con el fin de blanquear la serie resultó especialmente engorrosa. En efecto, con ligeras modificaciones al modelo ARMA, los parámetros resultan inestables y no se halla convergencia en la estimación.

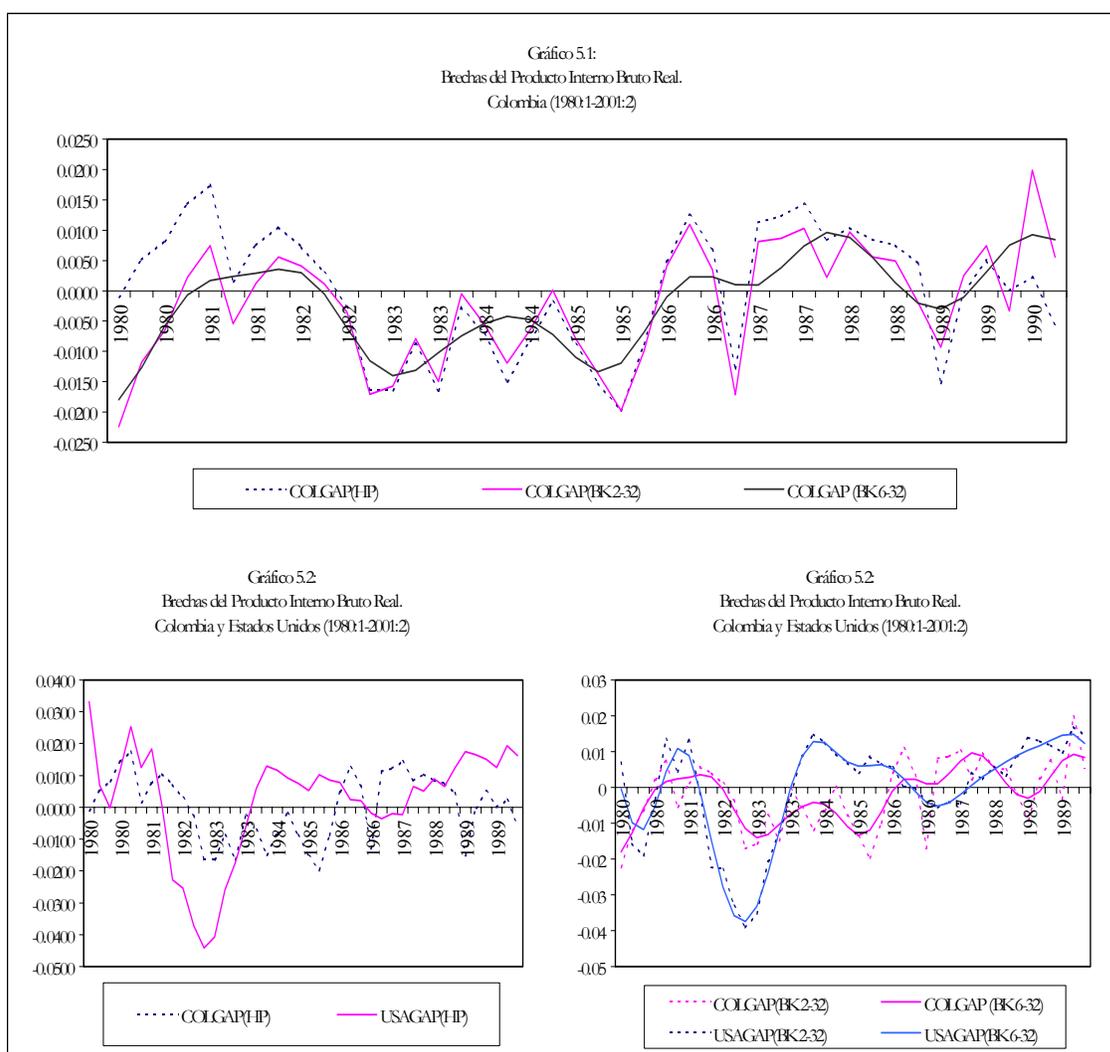
Tabla 3: Correlación Cruzada entre las brechas colombiana y de los Estados Unidos (1980.1-2001.2)

| Rezago(s) | Hodrick-Prescott | | | Baxter-King(2-32) | | | Baxter-King(6-32) | | |
|-----------|------------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------------------|
| | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* |
| -21 | -0.000009 | -0.066880 | NO | -0.0000069 | -0.7951000 | NO | 0.0000000 | -0.0167700 | NO |
| -20 | 0.000007 | 0.067240 | NO | 0.0000040 | 0.0512000 | NO | -0.0000001 | -0.0249600 | NO |
| -19 | -0.000017 | -0.160400 | NO | -0.0000107 | -0.1378400 | NO | -0.0000001 | -0.0292200 | NO |
| -18 | 0.000007 | 0.069670 | NO | 0.0000045 | 0.0574900 | NO | 0.0000000 | -0.0111200 | NO |
| -17 | -0.000001 | -0.009810 | NO | 0.0000100 | 0.1282600 | NO | 0.0000000 | 0.0038800 | NO |
| -16 | -0.000006 | -0.052840 | NO | -0.0000046 | -0.0590900 | NO | 0.0000000 | -0.0146400 | NO |
| -15 | -0.000010 | -0.092050 | NO | 0.0000003 | 0.0036500 | NO | -0.0000001 | -0.0310000 | NO |
| -14 | -0.000005 | -0.043600 | NO | -0.0000079 | -0.1018600 | NO | -0.0000001 | -0.0472500 | NO |
| -13 | -0.000004 | -0.039840 | NO | 0.0000007 | 0.0096100 | NO | -0.0000001 | -0.0283100 | NO |
| -12 | 0.000001 | 0.011260 | NO | 0.0000079 | 0.1011200 | NO | 0.0000000 | 0.0158800 | NO |
| -11 | 0.000000 | 0.002110 | NO | -0.0000022 | -0.0283700 | NO | 0.0000002 | 0.0631900 | NO |
| -10 | 0.000001 | 0.009960 | NO | 0.0000065 | 0.0831300 | NO | 0.0000002 | 0.0950300 | NO |
| -9 | -0.000004 | -0.038530 | NO | -0.0000087 | -0.1109900 | NO | 0.0000002 | 0.0903000 | NO |
| -8 | 0.000021 | 0.193360 | NO | 0.0000122 | 0.1568100 | NO | 0.0000001 | 0.0506700 | NO |
| -7 | -0.000001 | -0.012330 | NO | 0.0000005 | 0.0061200 | NO | -0.0000001 | -0.0328300 | NO |
| -6 | 0.000001 | 0.009120 | NO | -0.0000067 | -0.0855000 | NO | -0.0000002 | -0.0955300 | NO |
| -5 | -0.000011 | -0.099340 | NO | -0.0000040 | -0.0516900 | NO | -0.0000004 | -0.1449800 | NO |
| -4 | -0.000011 | -0.101810 | NO | -0.0000163 | -0.2085400 | NO | -0.0000003 | -0.1299800 | NO |
| -3 | 0.000016 | 0.148490 | NO | 0.0000118 | 0.1506500 | NO | -0.0000001 | -0.0522100 | NO |
| -2 | -0.000001 | -0.013170 | NO | -0.0000002 | -0.0030900 | NO | 0.0000003 | 0.1154500 | NO |
| -1 | 0.000003 | 0.030990 | NO | -0.0000018 | -0.0233700 | NO | -0.0000002 | -0.0663900 | NO |
| 0 | 0.000006 | 0.059570 | NO | 0.0000009 | 0.0110700 | NO | 0.0000003 | 0.1204800 | NO |
| 1 | 0.000001 | 0.005380 | NO | -0.0000003 | -0.0040600 | NO | 0.0000002 | 0.0790900 | NO |
| 2 | 0.000019 | 0.182970 | NO | 0.0000094 | 0.1207200 | NO | 0.0000003 | 0.1340300 | NO |
| 3 | -0.000003 | -0.027270 | NO | 0.0000008 | 0.0097100 | NO | 0.0000002 | 0.0667400 | NO |
| 4 | 0.000021 | 0.199430 | NO | 0.0000055 | 0.0700600 | NO | 0.0000000 | -0.0102800 | NO |
| 5 | -0.000030 | -0.287070 | SI | -0.0000150 | -0.1927100 | NO | -0.0000002 | -0.0905300 | NO |
| 6 | 0.000005 | 0.049010 | NO | -0.0000011 | -0.0142800 | NO | -0.0000003 | -0.1398300 | NO |
| 7 | 0.000008 | 0.079710 | NO | 0.0000106 | 0.1354600 | NO | -0.0000002 | -0.0783700 | NO |
| 8 | -0.000008 | -0.073310 | NO | -0.0000095 | -0.1217000 | NO | 0.0000001 | 0.0245200 | NO |
| 9 | 0.000010 | 0.094390 | NO | 0.0000043 | 0.0548000 | NO | 0.0000002 | 0.0898400 | NO |
| 10 | -0.000005 | -0.051870 | NO | -0.0000003 | -0.0033300 | NO | 0.0000002 | 0.0640100 | NO |
| 11 | -0.000002 | -0.016250 | NO | 0.0000007 | 0.0090100 | NO | 0.0000001 | 0.0311800 | NO |
| 12 | 0.000005 | 0.051910 | NO | 0.0000144 | 0.1841100 | NO | 0.0000001 | 0.0253800 | NO |
| 13 | -0.000009 | -0.089430 | NO | -0.0000156 | -0.2005500 | NO | 0.0000001 | 0.0268000 | NO |
| 14 | 0.000003 | 0.026600 | NO | 0.0000024 | 0.0308000 | NO | 0.0000002 | 0.0735500 | NO |
| 15 | -0.000008 | -0.072140 | NO | -0.0000017 | -0.0219900 | NO | 0.0000000 | -0.0020800 | NO |
| 16 | 0.000002 | 0.016960 | NO | 0.0000086 | 0.1104800 | NO | -0.0000002 | -0.0984200 | NO |
| 17 | -0.000014 | -0.135320 | NO | -0.0000038 | -0.0485500 | NO | -0.0000003 | -0.1035100 | NO |
| 18 | -0.000007 | -0.070840 | NO | -0.0000129 | -0.1668300 | NO | -0.0000002 | -0.0740500 | NO |
| 19 | 0.000002 | 0.017680 | NO | 0.0000011 | 0.0138600 | NO | 0.0000000 | 0.0026800 | NO |
| 20 | -0.000012 | -0.110410 | NO | -0.0000013 | -0.0167600 | NO | 0.0000001 | 0.0364400 | NO |
| 21 | 0.000005 | 0.052000 | NO | 0.0000117 | 0.1495700 | NO | 0.0000000 | 0.0193400 | NO |

*Dada por una distancia con respecto al cero superior a dos desviaciones estándar.

e. El período 1980.1-1990.2

Como se mencionó atrás, la posibilidad de un cambio estructural a inicios de la década de los noventa motivó el estudio de manera separada de los períodos 1980.1-1990.2 y 1990.3-2000.2. El gráfico 5 presenta las brechas del producto colombiano y estadounidense para el primero de estos subperíodos. En el panel superior, se presentan las nuevas estimaciones de la brecha del producto colombiano (la brecha estadounidense no se modifica en relación con la del período completo) considerando sólo la información del período 1980.1-1990.2, bajo las tres metodologías consideradas: HP, BK2-32 y BK6-32. . En el panel inferior se comparan dichas brechas con las del producto estadounidense.



En la Tabla 4 se presentan los resultados de estudiar la correlación cruzada para las series de brechas del producto. Los resultados sobre las brechas HP muestran una correlación negativa y estadísticamente significativa en el rezago 5, como para el período

completo 1980.1-2001.2, así como una positiva y estadísticamente significativa en el rezago 9. En ambos casos, los Estados Unidos actúa como “líder”. En el caso en el que se preblanquean las dos series antes de estudiar su correlación, aparecen como en el período completo correlaciones positivas estadísticamente significativas en los rezagos 2 y 4, donde los Estados Unidos actúa como “líder”. Las restantes correlaciones se vuelven estadísticamente iguales a cero.

Los resultados sobre las brechas BK2-32 no muestran ninguna correlación estadísticamente significativa, y este resultado se mantiene cuando las dos series son preblanqueadas. En el caso de las brechas construidas a partir de la metodología Baxter-King con parámetros 6-32 aparece una correlación estadísticamente significativa contemporánea y negativa, así como una positiva de un rezago donde la brecha colombiana actúa como “líder”. Una vez más, se trata de un resultado contraintuitivo que además se mantiene cuando se preblanquean las dos series.

Tabla 4: Correlación Cruzada entre las brechas colombiana y de los Estados Unidos (1980.1-1990.2)

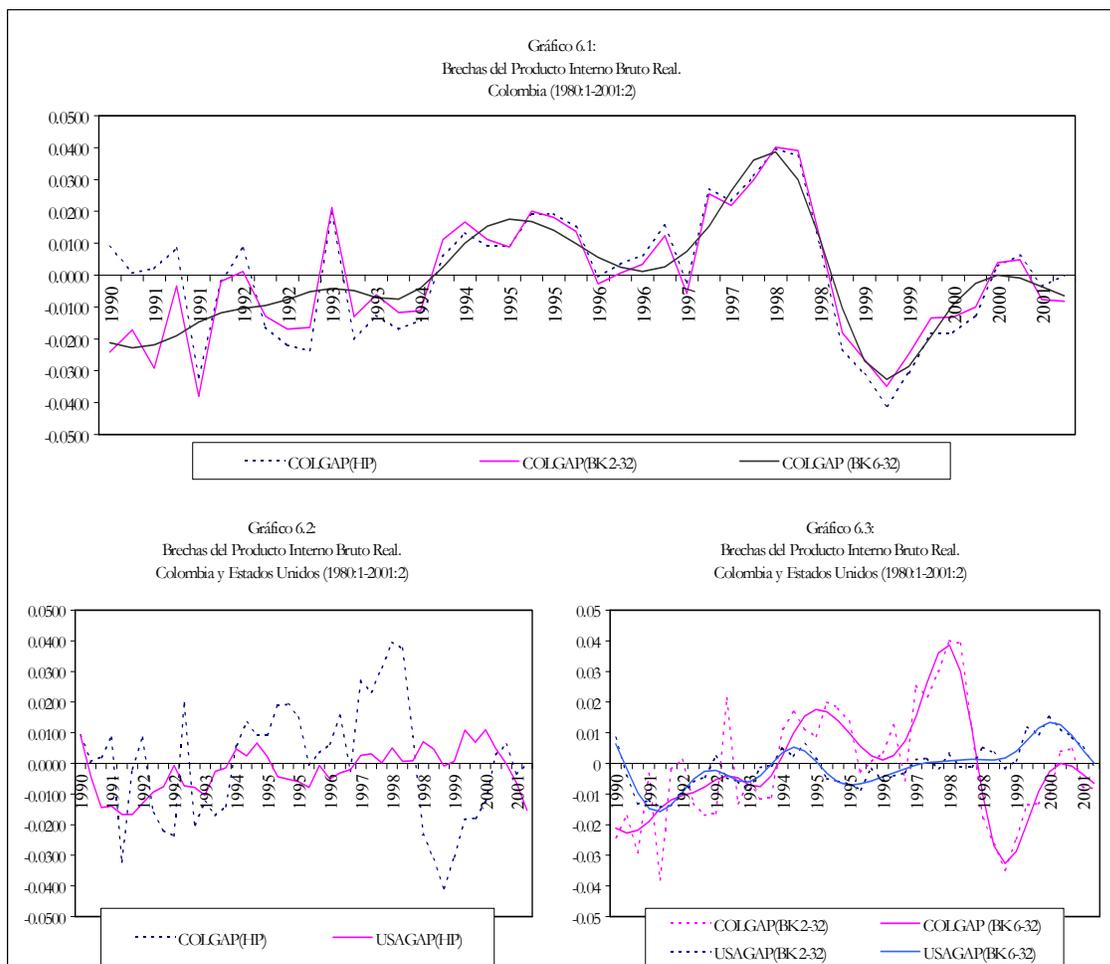
| Rezago (s) | Hodrick-Prescott | | | Baxter-King (2-32) | | | Baxter-King (6-32) | | |
|------------|------------------|-------------|----------------------------|--------------------|-------------|----------------------------|--------------------|-------------|----------------------------|
| | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* |
| -10 | -0.000056 | -0.0675 | NO | 0.00000470 | 0.06190000 | NO | 0.00000010 | 0.00619000 | NO |
| -9 | -0.000072 | -0.0864 | NO | -0.00000582 | -0.07666000 | NO | 0.00000061 | 0.05007000 | NO |
| -8 | 0.0000105 | 0.1267 | NO | 0.00001029 | 0.13542000 | NO | 0.00000063 | 0.05222000 | NO |
| -7 | 0.0000014 | 0.0164 | NO | 0.00001017 | 0.13380000 | NO | 0.00000052 | 0.04280000 | NO |
| -6 | -0.0000047 | -0.0564 | NO | -0.00000926 | -0.12188000 | NO | -0.00000001 | -0.00055000 | NO |
| -5 | -0.0000082 | -0.0888 | NO | -0.00000059 | -0.00779000 | NO | -0.00000062 | -0.05084000 | NO |
| -4 | -0.0000130 | -0.1566 | NO | -0.00002240 | -0.29454000 | NO | -0.00000152 | -0.12519000 | NO |
| -3 | 0.0000238 | 0.2869 | NO | 0.00000978 | 0.12876000 | NO | 0.00000121 | 0.09976000 | NO |
| -2 | -0.0000009 | -0.0112 | NO | 0.00000652 | 0.08587000 | NO | -0.00000298 | -0.24486000 | NO |
| -1 | -0.0000039 | -0.0474 | NO | 0.00001021 | 0.13433000 | NO | 0.00000857 | 0.70482000 | SI |
| 0 | -0.0000006 | -0.0077 | NO | 0.00000394 | 0.05179000 | NO | -0.00000711 | -0.58513000 | SI |
| 1 | -0.0000011 | -0.0137 | NO | -0.00000207 | -0.02718000 | NO | 0.00000385 | 0.31674000 | NO |
| 2 | 0.0000160 | 0.1930 | NO | 0.00000419 | 0.05509000 | NO | -0.00000079 | -0.06515000 | NO |
| 3 | 0.0000129 | 0.1558 | NO | 0.00000836 | 0.11004000 | NO | 0.00000164 | 0.13501000 | NO |
| 4 | 0.0000141 | 0.1695 | NO | 0.00001262 | 0.16614000 | NO | 0.00000000 | 0.00033000 | NO |
| 5 | -0.0000294 | -0.3540 | SI | -0.00001900 | -0.25032000 | NO | 0.00000001 | 0.00094000 | NO |
| 6 | 0.0000036 | 0.0436 | NO | 0.00000468 | 0.06155000 | NO | -0.00000054 | -0.04447000 | NO |
| 7 | 0.0000035 | 0.0418 | NO | -0.00000265 | -0.03489000 | NO | 0.00000003 | 0.00210000 | NO |
| 8 | -0.0000018 | -0.0217 | NO | -0.00000614 | -0.08085000 | NO | 0.00000069 | 0.05680000 | NO |
| 9 | 0.0000274 | 0.3299 | SI | 0.00002285 | 0.30073000 | NO | 0.00000106 | 0.08696000 | NO |
| 10 | -0.0000023 | -0.0278 | NO | 0.00000340 | 0.04469000 | NO | 0.00000077 | 0.06302000 | NO |

*Dada por una distancia con respecto al cero superior a dos desviaciones estándar.

f. El período 1990.3-2001.2

El gráfico 6 presenta las brechas del producto colombiano y estadounidense para el segundo subperíodo en consideración en el análisis trimestral. Como en el primer período,

en el panel superior se presentan las nuevas estimaciones de la brecha del producto colombiano (la brecha estadounidense no se modifica en relación con la del período completo) considerando sólo la información del período 1990.3-2001.2, bajo las tres metodologías consideradas: HP, BK2-32 y BK6-32. En el panel inferior se comparan dichas brechas con las del producto estadounidense.



En la Tabla 5 se presentan los resultados de estudiar la correlación cruzada para las series de brechas del producto. Los resultados de las brechas HP no muestran ninguna correlación estadísticamente significativa entre las dos brechas para el período. Cuando se preblanquean las dos series, como en el caso del período completo y de la década de los ochenta se obtienen correlaciones positivas y estadísticamente significativas en los rezagos 2 y 4 actuando la brecha estadounidense como líder. Entre tanto, el resultado bajo BK2-32 de ausencia de una correlación estadísticamente significativa que aparece en la tabla 10 sí se mantiene aún cuando se preblanquean las dos series. Finalmente, bajo la metodología BK6-32 a la correlación contemporánea negativa y estadísticamente significativa se suma

una correlación contraintuitiva de un rezago donde la brecha colombiana actúa como líder. Además, dicho resultado se mantiene cuando se preblanquean las dos series.

Tabla 5: Correlación Cruzada entre las brechas colombiana y de los Estados Unidos (1990.3-2001.2)

| Rezago (s) | Hodrick-Prescott | | | Baxter-King (2-32) | | | Baxter-King (6-32) | | |
|------------|------------------|-------------|----------------------------|--------------------|-------------|----------------------------|--------------------|-------------|----------------------------|
| | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* | Covarianza | Correlación | Significancia Estadística* |
| -11 | 0.000009 | 0.0939 | NO | 3.21E-06 | 0.04968 | NO | 2.10E-06 | 0.19227 | NO |
| -10 | 0.000012 | 0.1205 | NO | 3.98E-06 | 0.06159 | NO | 2.37E-06 | 0.2168 | NO |
| -9 | 0.000016 | 0.1599 | NO | -3.38E-06 | -0.05235 | NO | 2.19E-06 | 0.20095 | NO |
| -8 | 0.000016 | 0.1621 | NO | 8.33E-06 | 0.12905 | NO | 1.43E-06 | 0.13083 | NO |
| -7 | 0.000024 | 0.2420 | NO | 1.41E-06 | 0.02176 | NO | 4.31E-07 | 0.03952 | NO |
| -6 | 0.000004 | 0.0374 | NO | -2.75E-06 | -0.04257 | NO | -4.66E-07 | -0.0427 | NO |
| -5 | -0.000018 | -0.1790 | NO | -5.22E-06 | -0.08092 | NO | -9.78E-07 | -0.08959 | NO |
| -4 | -0.000015 | -0.1549 | NO | -0.0000129 | -0.20039 | NO | -9.45E-07 | -0.08662 | NO |
| -3 | 0.000010 | 0.1053 | NO | -8.87E-07 | -0.01375 | NO | -1.68E-07 | -0.01536 | NO |
| -2 | -0.000017 | -0.1717 | NO | 1.29E-06 | 0.02001 | NO | 5.32E-07 | 0.04872 | NO |
| -1 | 0.000005 | 0.0462 | NO | 1.49E-07 | 0.00231 | NO | 5.00E-06 | 0.45806 | SI |
| 0 | 0.000004 | 0.0374 | NO | 1.02E-06 | 0.01581 | NO | -5.06E-06 | -0.46333 | SI |
| 1 | 0.000002 | 0.0240 | NO | 1.91E-06 | 0.02952 | NO | 2.29E-06 | 0.21017 | NO |
| 2 | 0.000014 | 0.1386 | NO | 2.69E-06 | 0.04161 | NO | 2.72E-07 | 0.02496 | NO |
| 3 | 0.000000 | 0.0026 | NO | 2.72E-06 | 0.04216 | NO | -1.48E-07 | -0.01352 | NO |
| 4 | 0.000002 | 0.0174 | NO | 7.97E-06 | 0.1234 | NO | 1.64E-08 | 0.0015 | NO |
| 5 | -0.000012 | -0.1223 | NO | -0.0000115 | -0.17808 | NO | -6.38E-07 | -0.05846 | NO |
| 6 | 0.000005 | 0.0464 | NO | -1.86E-06 | -0.02885 | NO | -8.90E-07 | -0.08151 | NO |
| 7 | -0.000003 | -0.0327 | NO | 5.06E-06 | 0.0784 | NO | -1.01E-06 | -0.09215 | NO |
| 8 | -0.000007 | -0.0693 | NO | -5.66E-06 | -0.08766 | NO | -7.21E-07 | -0.06609 | NO |
| 9 | -0.000016 | -0.1640 | NO | 1.05E-06 | 0.01628 | NO | -2.19E-07 | -0.02005 | NO |
| 10 | 0.000017 | 0.1766 | NO | 4.85E-06 | 0.07505 | NO | -2.09E-07 | -0.01918 | NO |
| 11 | -0.000009 | -0.0919 | NO | -6.28E-07 | -0.00972 | NO | -8.56E-08 | -0.00784 | NO |

*Dada por una distancia con respecto al cero superior a dos desviaciones estándar.

2. Modelos VAR

En esta sección se presentan los resultados obtenidos con el análisis de las brechas en el contexto de modelos VAR.

Los resultados presentados en la Tabla 6, correspondientes a las estimaciones para las brechas HP tras el procedimiento de elección descrito en la metodología (parte A) muestran que, en los dos períodos considerados, para la ecuación de cada variable sólo los rezagos de ella misma son estadísticamente significativos. De acuerdo con este resultado, se debe esperar una aceptación de la hipótesis de no causalidad entre las variables, así como respuestas no significativas de cada variable ante choques exógenos en la otra. Nótese que los modelos elegidos cumplen además con los supuestos de normalidad y ruido blanco multivariado.

La Tabla 7 corresponde a las estimaciones para las brechas BK. En este caso, no fue posible hallar un modelo VAR(p) que cumpliera los supuestos de ruido blanco y

normalidad multivariada para el período completo, 1910-2000. Por este motivo, sólo se presentan los resultados para el subperíodo 1940-2000. Dichos resultados muestran que para la ecuación de cada variable sólo los rezagos de ella misma son estadísticamente significativos. Por lo tanto, también bajo esta metodología de construcción de las brechas, se debe esperar una aceptación de la hipótesis de no causalidad entre las variables, así como respuestas no significativas de cada variable ante choques exógenos en la otra.

Tabla 6

| Ciclos de la Economía colombiana y estadounidense. | | | | | |
|--|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| Resultados modelos VAR | | | | | |
| | 1910-2000 VAR (3) | | 1940-2000 VAR (2) | | |
| | USAGAP | COLGAP | USAGAP | COLGAP | |
| USAGAP(-1) | desviación estándar | 0.9256 | 0.0036 | 1.0983 | -0.0456 |
| | | 0.1091 | 0.0453 | 0.1156 | 0.0721 |
| | <i>t</i> | 8.4851 *** | 0.0788 | 9.5013 *** | -0.6324 |
| USAGAP(-2) | desviación estándar | -0.2739 | 0.0034 | -0.5516 | 0.0435 |
| | | 0.1469 | 0.0610 | 0.1096 | 0.0684 |
| | <i>t</i> | -1.8646 * | 0.0551 | -5.0309 *** | 0.6365 |
| USAGAP(-3) | desviación estándar | -0.1847 | 0.0195 | | |
| | | 0.1091 | 0.0453 | | |
| | <i>t</i> | -1.6938 * | 0.4298 | | |
| COLGAP(-1) | desviación estándar | 0.1476 | 0.7793 | -0.2505 | 0.7950 |
| | | 0.2575 | 0.1068 | 0.2121 | 0.1323 |
| | <i>t</i> | 0.5734 | 7.2933 *** | -1.1810 | 6.0082 *** |
| COLGAP(-2) | desviación estándar | -0.0386 | -0.1685 | 0.0916 | -0.3340 |
| | | 0.3445 | 0.1430 | 0.2285 | 0.1425 |
| | <i>t</i> | -0.1119 | -1.1782 | 0.4009 | -2.3429 ** |
| COLGAP(-3) | desviación estándar | 0.0498 | -0.2948 | | |
| | | 0.2769 | 0.1149 | | |
| | <i>t</i> | 0.1800 | -2.5650 ** | | |
| C | desviación estándar | -0.0005 | -0.0002 | 0.0022 | -0.0007 |
| | | 0.0043 | 0.0018 | 0.0036 | 0.0022 |
| | <i>t</i> | -0.1089 | -0.1021 | 0.6006 | -0.3011 |
| R-cuadrado | 0.6063 | 0.5387 | 0.7060 | 0.4599 | |
| R-cuadrado ajustado | 0.5772 | 0.5045 | 0.6850 | 0.4213 | |
| NORMALIDAD MULTIVARIADA /1 | | | | | |
| Estadístico Simetría | 0.34 | | 0.10 | | |
| valor p | 0.84 | | 0.95 | | |
| Estadístico Kurtosis | 0.20 | | 0.96 | | |
| valor p | 0.91 | | 0.62 | | |
| Estadístico Conjunto | 0.54 | | 1.10 | | |
| valor p | 0.97 | | 0.90 | | |
| RUIDO BLANCO MULTIVARIADO /2 | | | | | |
| Portmanteau | 76 | | 42 | | |
| Valor p | 0.46 | | 0.72 | | |
| Portmanteau ajustado | 88 | | 48 | | |
| Valor p | 0.17 | | 0.48 | | |

1/ En la construcción de estas pruebas se sigue a Lutkepohl (1991). Se llevan a cabo tres pruebas aproximadas de normalidad multivariada que consisten en observar: 1. si el tercer momento de los errores estimados corregidos coincide estadísticamente con el de la distribución normal, 2. si el cuarto momento de los errores estimados corregidos coincide estadísticamente con el de la distribución normal, y 3. una prueba conjunta.

2/ Hipótesis nula: ruido blanco multivariado

*Significativo al 90%

**Significativo al 95%

***Significativo al 99%

Tabla 7

| Ciclos de la Economía colombiana y estadounidense. Resultados modelos VAR | | |
|--|----------------------|-------------|
| | 1940-2000 VAR (4) | |
| | USAGAP_BK | COLGAP_BK |
| USAGAP_BK(-1) | 0.2656 | 0.0358 |
| desviación estándar | 0.1367 | 0.0800 |
| <i>t</i> | 1.9436 * | 0.4470 |
| USAGAP_BK(-2) | -0.1989 | -0.0014 |
| desviación estándar | 0.1326 | 0.0776 |
| <i>t</i> | -1.5000 | -0.0181 |
| USAGAP_BK(-3) | -0.0660 | -0.1049 |
| desviación estándar | 0.1263 | 0.0739 |
| <i>t</i> | -0.5225 | -1.4195 |
| USAGAP_BK(-4) | -0.3141 | 0.0803 |
| desviación estándar | 0.1205 | 0.0705 |
| <i>t</i> | -2.6074 ** | 1.1391 |
| COLGAP_BK(-1) | -0.3019 | 0.1105 |
| desviación estándar | 0.2150 | 0.1258 |
| <i>t</i> | -1.4046 | 0.8783 |
| COLGAP_BK(-2) | -0.2578 | -0.1570 |
| desviación estándar | 0.2291 | 0.1341 |
| <i>t</i> | -1.1252 | -1.1707 |
| COLGAP_BK(-3) | 0.2058 | -0.2177 |
| desviación estándar | 0.2343 | 0.1371 |
| <i>t</i> | 0.8785 | -1.5881 |
| COLGAP_BK(-4) | 0.0006 | -0.4679 |
| desviación estándar | 0.2396 | 0.1402 |
| <i>t</i> | 0.0027 | -3.3377 *** |
| C | 0.0013 | 0.0002 |
| desviación estándar | 0.0023 | 0.0013 |
| <i>t</i> | 0.5803 | 0.1142 |
| R-cuadrado | 0.4168 | 0.3173 |
| R-cuadrado ajustado | 0.3271 | 0.2122 |
| NORMALIDAD MULTIVARIADA /1 | | |
| Estadístico Simetría | 0.20 | |
| valor p | 0.91 | |
| Estadístico Kurtosis | 2.50 | |
| valor p | 0.28 | |
| Estadístico Conjunto | 2.70 | |
| valor p | 0.60 | |
| RUIDO BLANCO MULTIVARIADO /2 | | |
| Portmanteau | 40 | |
| Valor p | 0.49 | |
| Portmanteau ajustado | 46 | |
| Valor p | 0.25 | |

1/ En la construcción de estas pruebas se sigue a Lutkepohl (1991). Se llevan a cabo tres pruebas aproximadas de normalidad multivariada que consisten en observar: 1. si el tercer momento de los errores estimados corregidos coincide estadísticamente con el de la distribución normal, 2. si el cuarto momento de los errores estimados corregidos coincide estadísticamente con el de la distribución normal, y 3. una prueba conjunta.

2/ Hipótesis nula: ruido blanco multivariado

*Significativo al 90%

**Significativo al 95%

***Significativo al 99%

a. Causalidad de Granger

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la prueba de causalidad de Granger para cada uno de los períodos considerados en el caso de las brechas HP. En los dos casos, no se encontró evidencia para rechazar la hipótesis nula de no causalidad en el sentido de Granger tanto de la brecha estadounidense hacia la colombiana, como de la colombiana hacia la estadounidense¹²¹. Estos resultados son robustos a la modificación del orden del VAR. En efecto, para todos los modelos VAR de diferente orden que cumplieron con el supuesto de normalidad y ruido blanco multivariado se encontró la misma conclusión en la prueba de causalidad. La Tabla 9, que muestra los resultados para el único período considerado bajo la metodología BK, genera idénticas conclusiones.

Tabla 8

| Causalidad de Granger (Hipótesis nula: no causalidad) | | |
|--|------------------------|------------------------|
| | COLGAP a USAGAP | USAGAP a COLGAP |
| 1910-2000 | | |
| Estadístico | 0.1331 | 0.1622 |
| valor p | <i>0.9401</i> | <i>0.9215</i> |
| 1940-2000 | | |
| Estadístico | 0.2951 | 0.1149 |
| valor p | <i>0.7456</i> | <i>0.8917</i> |

Tabla 9

| Causalidad de Granger (Hipótesis nula: no causalidad) | | |
|--|------------------------|------------------------|
| | COLGAP a USAGAP | USAGAP a COLGAP |
| 1940-2000 | | |
| Estadístico | 1.146 | 1.278 |
| valor p | <i>0.3463</i> | <i>0.2979</i> |

b. Causalidad instantánea.

En el Anexo 3 se presenta una explicación de la prueba de causalidad instantánea, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10. Como se indicó en la parte 1, en este caso no se puede determinar estadísticamente la dirección de la causalidad.

En el caso de las brechas bajo la metodología HP, la Tabla 10 muestra que los resultados para la prueba en el período 1910-2000 indican que no existe evidencia sobre una relación de causalidad instantánea entre las series. Entre tanto, en el período 1940-

¹²¹ Obviamente, esta segunda dirección carece de sentido económico.

2000, cuando las series exhiben una correlación contemporánea estadísticamente significativa, el estadístico de la prueba se ubica en la zona de aceptación de la hipótesis nula de no causalidad instantánea sólo si se acepta un nivel de significancia del 99%. Al 95%, el estadístico para la prueba no permite aceptar la hipótesis nula de no causalidad instantánea entre las series. Como se ve en la Tabla 11, este resultado para el período 1940-2000 no se mantiene en el caso de las brechas construidas a partir del filtro BK.

Tabla 10

| Causalidad Instantánea (Hipótesis nula: no causalidad) | |
|---|--------|
| 1910-2000 | |
| Estadístico | 0.3835 |
| valor p | 0.5357 |
| 1940-2000 | |
| Estadístico | 5.335 |
| valor p | 0.0209 |

Tabla 11

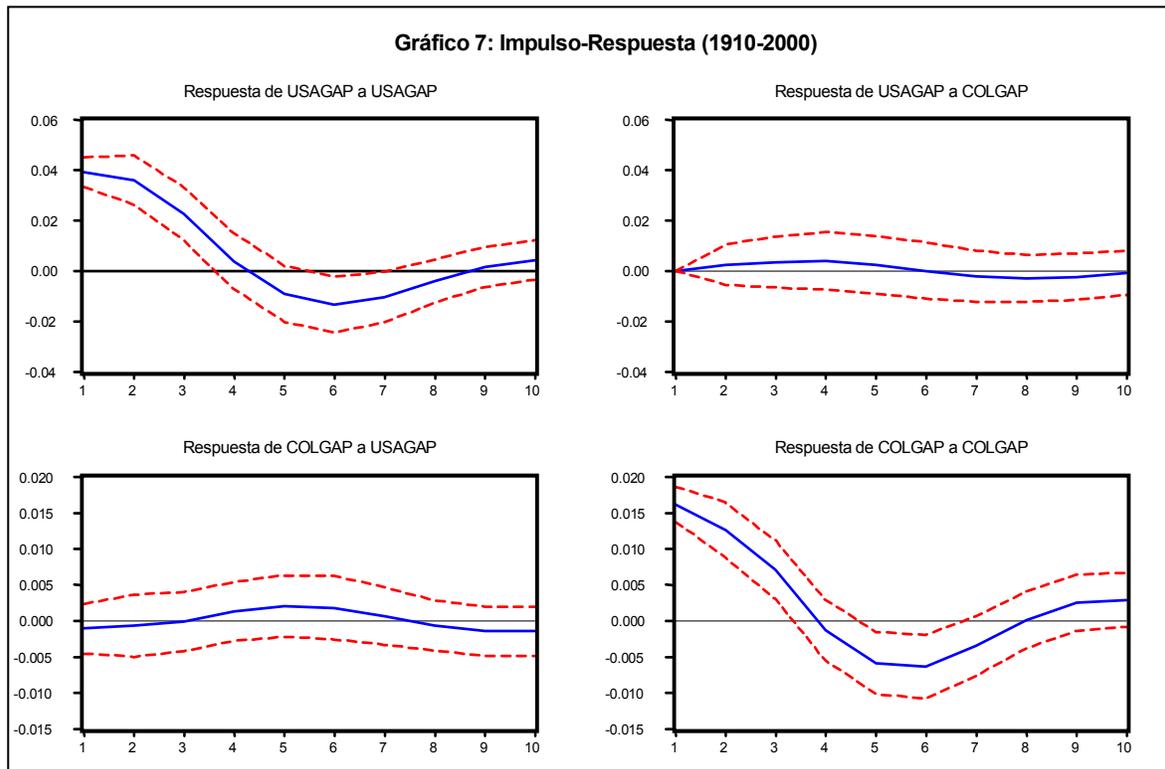
| Causalidad Instantánea (Hipótesis nula: no causalidad) | |
|---|-------|
| 1940-2000 | |
| Estadístico | 1.202 |
| valor p | 0.273 |

c. Impulso respuesta.

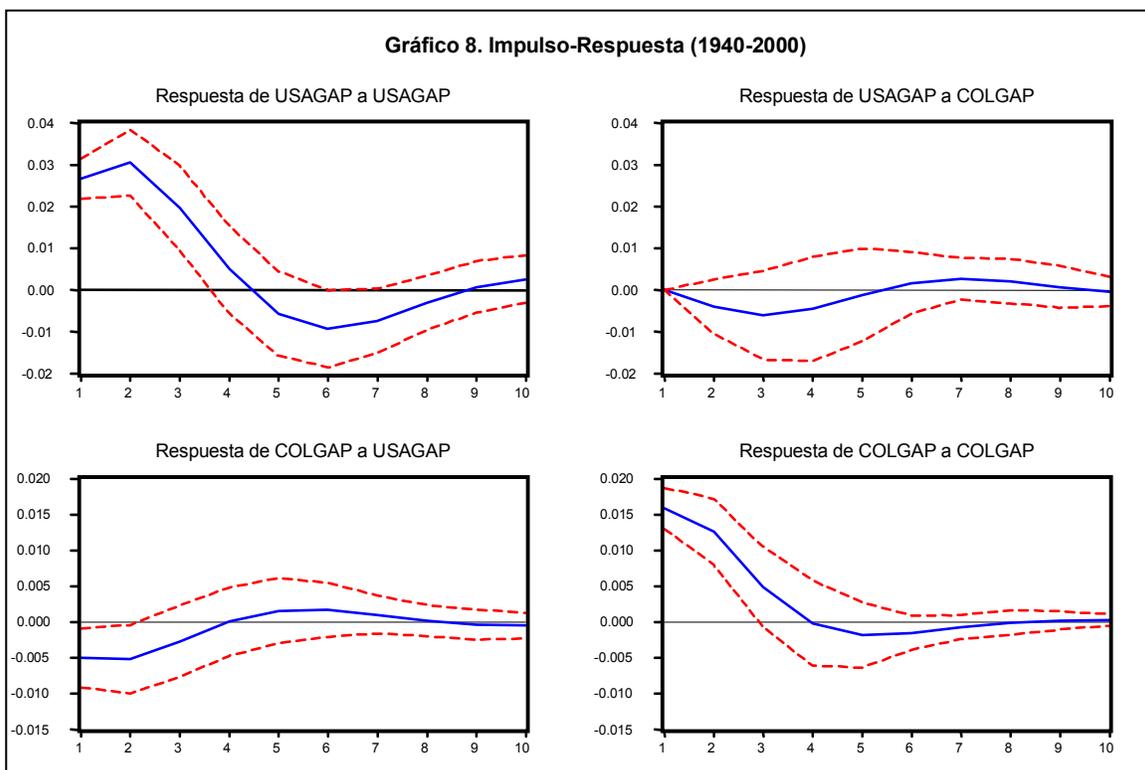
En los gráficos 7 y 8 se presentan los resultados del análisis de impulso respuesta de las brechas HP para los modelos VAR elegidos en los períodos 1910-2000 y 1940-2000 respectivamente. Como era de esperarse por el análisis de causalidad así como por los resultados de la estimación presentados en la Tabla 6, las respuestas de cada variable ante choques exógenos en la otra son estadísticamente iguales a cero. El único caso en el que esto puede violarse es en el período 1940-2000 donde aparece una respuesta estadísticamente significativa y negativa de la brecha colombiana ante una innovación en la brecha norteamericana, transcurrido un período después del choque. Sin embargo, aún en este caso, el intervalo de confianza se encuentra “limitando” con el cero. Para el período 1940-2000 bajo la metodología BK los resultados son semejantes, según se observa en el gráfico 9.

En cuanto a las respuestas de las brechas HP ante choques sobre ellas mismas, se encuentra que éstas son significativas y positivas, y generan un “boom” que dura aproximadamente 4 años, seguido de una “recesión” menos acentuada pero de duración semejante. La única excepción a esta regla parece ser el caso colombiano en el período

1940-2000, donde la recesión que sigue al boom resulta ser más corta y menos profunda. De hecho, estadísticamente se encuentra que después del boom generado por el choque positivo sobre tal brecha, esta vuelve a su nivel de cero sin experimentar una recesión. En el caso de la metodología BK, las respuestas son más débiles, generando ciclos más cortos y llegando al equilibrio con menos oscilaciones.

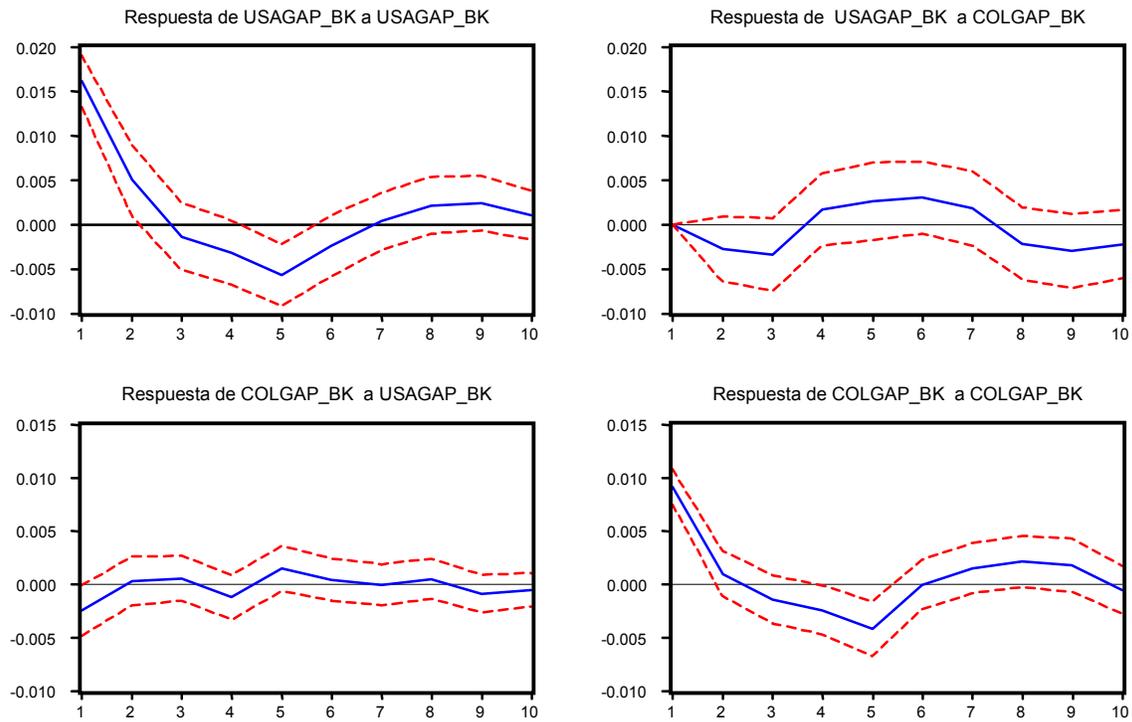


Respuestas a innovaciones de una desviación estándar.



Intervalos de confianza, dados por ± 2 desviaciones estándar.
 Respuestas a innovaciones de una desviación estándar.
 Intervalos de confianza, dados por ± 2 desviaciones estándar.

Gráfico 9: Impulso-Respuesta 1940-2000



Respuestas a innovaciones de una desviación estándar.
Intervalos de confianza, dados por ± 2 desviaciones estándar.

IV. Referencias.

- Allen, R. G. D. ([1960], 1967) *Economía Matemática*, Aguilar, Madrid.
- Arnold, Lutz G. (2002) *Business cycle theory*. Oxford University Press. Oxford.
- Arrow, Kenneth (1983) "Cowles in the history of economic thought". Abstracted from the Cowles fiftieth anniversary volume.
- Arrow, Kenneth J. (1974) "Equilibrio Económico" en Sills, David (editor) *Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales*, Vol. 4., Aguilar Ediciones, Madrid.
- Backus, David K., Kehoe, Patrick J. y Kydland, Finn E. "International Business Cycles: Theory and evidence"
- Bailey, Martin J. ([1971], 1975) *Renta Nacional y Nivel de Precios*. Alianza Universidad, Madrid.
- Baumol, William ([1951], 1972) *Introducción a la Dinámica Económica*. Barcelona, Marcombo, S. A.
- Baxter, Marianne y Robert King (1995). "Measuring Business Cycles: approximate band-pass filters for economic time series", *NBER Working Papers*. No. 5022.
- Braun, Anton y McGrattan, Ellen (1993) "The macroeconomics of war and peace" Blanchard, Olivier y Fischer, Stanley, *NBER Macroeconomics Annual 1993*. The MIT Press, Cambridge, MA, London.
- Calomiris, Charles W. y Hanes, Christopher (1995) "Historical macroeconomics and American macroeconomic history". Hoover, Kevin D. (ed) *Macroeconometrics. Developments, tensions and projects*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Charemza, Wojciech W y Deadman, Derek F. (1997). *New Directions in Econometric Practice*. United Kingdom: Edward Elgar Publishing co.
- Christ, Carl F. (1952) *History of the Cowles Commission, 1932-1952*. A twenty year research report.
- Christ, Carl F. (1994) "The Cowles commission's contributions to econometrics at Chicago, 1939-1955". *Journal of Economic Literature*, vol. XXXII.
- Cogley, Timothy y Nason, James (1995) "Output dynamics in Real-Business-Cycle Models. *American Economic Review*, vol. 85.
- Cole, Harold (1999) "The Great Depression in the United States. From a neoclassical perspective", vol 23.
- Cooley, Thomas F. and Prescott, Edward C. (1995) "Economic growth and business cycles" Cooley, Thomas (ed) *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Cooley, Thomas F. y Ohanian, Lee (1997) "Postwar British economic growth and the legacy of Keynes" *Journal of Political Economy*, vol. 105.
- De Long, J. Bradford (2000) "The triumph of monetarism?" *Journal of Economic Perspectives*, vol.14.
- De Long, J. Bradford y Summers, Lawrence H. (1990) "The changing cyclical variability of economic activity in the United States" Gordon, Robert (ed) (1990)
- Debreu, Gerard (1983) "Mathematical economics at Cowles" Abstracted from the Cowles fiftieth anniversary volume.
- Espinosa-Vega, Marco y Jang-Ting Guo (2001). "On business cycles and countercyclical policies" *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Atlanta.
- Fabricant, Solomon (1984) "Toward a firmer basis of economic policy: The founding of the National Bureau of Economic Research".

- Fisher, Irving (1933) "The debt deflation theory of Great Depressions" *Econometrica*, vol. 1
- Friedman, Milton ([1948], 1968) "A monetary and fiscal program of economic stability" Lindauer, John (editor) *Macroeconomic Readings*. The Free Press, New York, Collier – MacMillan Limited, London.
- Gordon, Robert (1980) "Postwar macroeconomics: the evolution of events and ideas" Feldstein, Martin (ed) *The American economy in transition*. NBER, University of Chicago Press, Chicago, London.
- Gordon, Robert (1990) "Introduction: Continuity and change in theory, behavior, and methodology" Gordon, Robert (ed) *The American Business Cycle. Continuity and Change*. NBER, The University of Chicago Press. Chicago, London.
- Gordon, Robert (ed) (1990) *The American Business Cycle. Continuity and Change*. NBER, The University of Chicago Press. Chicago, London.
- Gorton, Gary (1988) "Banking panics and business cycles" *Oxford Economic Papers*, vol. 40.
- Haberler, Gottfried (editor) (1956) *Ensayos sobre el ciclo económico*. Fondo de Cultura Económica. México, Buenos Aires.
- Hageman, H. (2001) "Wicksell's new theory of crises: an introduction". *Structural change and economic dynamics*, vol. 12.
- Hansen, Gary D. (1985) "Indivisible labor and the business cycle" *Journal of Monetary Economics*, vol. 16.
- Hawtrey, Ralph (1956) "El ciclo económico" Haberler (editor) (1956).
- Hayek, Friedrich (1956) "Perspectivas de precios, disturbios monetarios y mala orientación de las inversiones". Haberler (editor) (1956).
- Hodrick, Robert J. y Prescott, Edward C. (1997) "Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation" *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 1
- King, Robert G. and Plosser, Charles (1984) "Money, credit and prices in a real business cycle", *American Economic Review*, vol. 78.
- King, Robert y Plosser, Charles "Real business cycles and the test of the Adelmans" *Journal of Monetary Economics*, vol. 33
- King, Robert y Rebelo, Sergio (1993) "Low frequency filtering and real business cycles", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol 17.
- King, Robert G. and Rebelo, Sergio T. (1999) "Resuscitating real business cycles" en Taylor, J.B. and Woodford, M., (eds) *Handbook of Macroeconomics, Volume 1*, North Holland, Amsterdam.
- Koopmans, Tjalling C. (1945) "Statistical estimation of simultaneous economic relations" *Journal of the American Statistical Association*, vol 40.
- Koopmans, Tjalling C. (1947) "Measurement without theory" *The Review of Economics and Statistics*, vol. XXIX.
- Koopmans, Tjalling C. (1949) "A Review". *The Review of Economics and Statistics*, vol. XXXI.
- Koopmans, Tjalling C. (1949) "The econometric approach to business fluctuations" *The American Economic Review*, vol. 39.
- Kydland, Finn E. (1992) "On the econometrics of world business cycles" *European Economic Review*, vol. 36.
- Kydland, Finn E. y Prescott, Edward C. (1990) "Business cycles: Real facts and monetary myth". *Federal Reserve Bank of Minneapolis*, vol 14.
- Kydland, Finn y Prescott, Edward C. (1982) "Time to build and aggregate fluctuations" *Econometrica*, vol. 50.

- Kydland, Finn y Prescott, Edward C. (1995) "The econometrics of the general equilibrium approach to business cycles". Hoover, Kevin D. (ed) *Macroeconometrics. Developments, tensions and projects*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Laidler, David (1999) *Fabricating the Keynesian revolution. Studies in the interwar literature on money, the cycle, and unemployment*. Cambridge, University Press, Cambridge.
- Lerner, Abba ([1943], 1972) "Hacienda Funcional y la Deuda Federal" Mueller M.G. (Compilador) *Lecturas de Macroeconomía*, Compañía Editorial Continental, Barcelona.
- Long, John B., Jr. and Plosser, Charles I. (1983) "Real Business cycles" *Journal of Political Economy*, vol 91.
- Lucas, Robert E. Jr. (1987) *Models of Business Cycles*. Basil Blackwell, London.
- Lucas, Robert E., Jr (1975) "An equilibrium model of the business cycle" *Journal of Political Economy*, vol. 83.
- Lucas, Robert E., Jr (1980) "Methods and problems in business cycle theory" *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 12.
- Lucas, Robert E., Jr. (1977) "Understanding business cycles" *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, vol. 5.
- Lucas, Robert E., Jr. (1978) "Unemployment policy" *American Economic Review, Papers and Proceedings*, vol. 68.
- Lütkepohl, Helmut (1991). Introduction to Multiple Time series Analysis. Berlin: Springer-Verlag.
- Magnus, Jank y Neudecker, Heinz. (1999). Matrix Differential Calculus with applications in Statistics and Econometrics. New York: Wiley Series in Econometrics (second edition).
- Malinvaud, Edmond (1983) "Econometric methodology at the Cowles Commission: rise and maturity". Abstracted from the Cowles fiftieth anniversary volume.
- Mankiw, N. Gregory (1994) "Real business cycles: A new Keynesian perspective" *Journal of Economic Perspectives*, vol.3.
- Manuelli, Rodolfo E. (1986) "Modern business cycle analysis: A guide to the Prescott-Summers debate". Federal Reserve Bank of Minneapolis. *Quarterly Review*, vol 10.
- McCallum, Benneth T. (1986) "On 'real' and 'sticky-price' theories of the business cycle" *Journal of Money, Credit and Banking*, vol.18.
- Melo, Luis Fernando y Riascos, Alvaro (1997). "El producto potencial utilizando el filtro de Hodrick-Prescott con parámetro de suavización variable y ajustado por inflación: una aplicación para Colombia". Borradores de Economía. Banco de la República: Subgerencia de Estudios Económicos. No. 83.
- Metzler, Lloyd ([1951], 1969) "Wealth, saving and the rate of interest". Williams, H. y Huffnagle, J. *Macroeconomic Theory. Selected Readings*. Appleton – Century – Crofts. New York
- Mitchell, Wesley (1956) "Los ciclos económicos". Haberler, G. (editor) (1956).
- Moore, G. y Zarnowitz, V ([1986], 1990) "The development and role of the National Bureau of Economic Research's Business Cycle Chronologies" Appendix A, en Gordon, Robert (ed)
- Muth, John F. (1961) "Rational expectations and the theory of price movements". *Econometrica*, vol. 29
- Patinkin, Don ([1956], 1965) *Money, Interest and Prices. An integration of monetary and value theory*.
- Patinkin, Don (1972) "Wicksell's cumulative process in theory and practice" en Patinkin, Don, *Studies in monetary economics*, Harper & Row, Publishers, London.
- Plosser, Charles I. (1989) "Understanding real business cycles" *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3.

- Prescott, Edward C. (1986) "Response to a skeptic" Federal Reserve Bank of Minneapolis. Quarterly Review, vol.10
- Prescott, Edward C. (1986) "Theory ahead of business cycle measurement" Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Prescott, Edward C. (1988) "Robert M. Solow's Neoclassical Growth Model: an Influential Contribution to Economics" Scandinavian Journal of Economics, vol 90.
- Prescott, Edward C. (1999) "Some observations on the Great Depression" Federal Reserve Bank of Minneapolis, vol 23.
- Prescott, Edward C. (2002) "Prosperity and Depression" American Economic Review, Papers and Proceedings, vol.92.
- Rand, John y Finn, Tarp (2002) "Business cycles in developing countries: are they different?" World Development, vol. 30.
- Restrepo, Jorge Enrique y Reyes, José Daniel (2000). "Los ciclos económicos en Colombia. Evidencia Empírica (1977-1998)". Archivos de Macroeconomía, DNP. No. 131.
- Romer, C. (1994) "Remeasuring Business Cycles". Journal of Economic History, vol. 54.
- Rowenhorst, K. Geert (1991) "Time to build and aggregate fluctuations. A reconsideration". Journal of Monetary Economics, vol.27.
- Schumpeter, Joseph (1956) "Análisis del cambio económico". Haberler (editor) (1956).
- Slutzky, Eugen (1937) "The summation of random causes as the source of cyclic processes". *Econometrica*.
- Solow, Robert (1983) "Cowles and the tradition of macroeconomics". Abstracted from the Cowles fiftieth anniversary volume.
- Solow, Robert M. (1987) Growth theory : an exposition. Oxford University Press, Oxford.
- Stadler, G. W. (1994) "Real business cycles" Journal of Economic Literature, vol.32
- Summers, Lawrence H.(1986) "Some skeptical observations on real business cycle theory" Federal Reserve Bank of Minneapolis. Quarterly Review, vol.10.
- Tinbergen, Jan (1956) "Investigación econométrica del ciclo económico". Haberler (editor) (1956).
- Vining, Rutledge (1949) "Koopmans on the choice of variables to be studied and of methods of measurement". The Review of Economics and Statistics, vol. XXXI
- Watson, Mark (1994) "Business-Cycle durations and Postwar Stabilization of the U.S. economy" American Economic Review, vol.84
- Wei, William S. (1990). Time Series Analysis. Univariate and Multivariate Methods. Toronto: Addison Wesley.
- Wicksell, Knut ([1907], 2001) "A new theory of crises" Structural change and economic dynamics, vol 12.
- Woitek, Ulrich (1998). "A Note on the Baxter-King Filter". Department of Economics, University of Glasgow.
- Woodford, Michael (1999) "Revolution and evolution in twentieth-century macroeconomics"
- Zarnowitz, Víctor (1985) "Recent work on business cycles in historical perspective: A review of theories and evidence" Journal of Economic Literature, vol.XXIII.
- Zarnowitz, Víctor (1991) "What is a business cycle?" NBER, Working Paper No 3863, NBER, Cambridge, MA.
- Zarnowitz, Víctor (1997) "Business cycles observed and assessed: why and how they matter". NBER Working Paper No 6230.
- Zarnowitz, Víctor (1998) "Has the business cycle been abolished?" NBER Working Paper No 6367.

- Zarnowitz, Víctor (1999) "Theory and history behind business cycles: are the 1990s the onset of a golden age". NBER Working Paper No 7010.
- Zarnowitz, Víctor y Ataman Ozyildirim (2002) "Time series decomposition and measurement of business cycles. Trends and growth cycles" NBER Working Paper No 8736.
- Zarnowitz, Víctor y Moore, Geoffrey ([1986a], 1990) "Major changes in cyclical behavior" Gordon, Robert (ed) (1990).

Anexo 1: El filtro de Hodrick-Prescott y el filtro de Baxter y King

El filtro de Hodrick-Prescott (HP) calcula la tendencia, x^* , de una serie x a través de la minimización de la varianza de x alrededor de x^* . Adicionalmente, el filtro considera una ponderación o castigo para la segunda diferencia de la tendencia. Formalmente, la tendencia obtenida a partir del filtro HP es aquella que minimiza la siguientes expresión:

$$\sum_{t=1}^T (x_t - x_t^*)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(x_{t+1}^* - x_t^*) - (x_t^* - x_{t-1}^*)]^2 \quad (1.1)$$

Cuanto mayor sea el valor del parámetro λ mayor es la suavización de las series pues mayor es el castigo sobre la variabilidad de la tendencia. En efecto, a medida que dicho parámetro se aproxima a 0 la tendencia se aproxima a una tendencia lineal. Una vez encontrada la serie de la tendencia, x^* , la serie de las brechas se construye como la diferencia $x-x^*$. Una crítica común al filtro de HP consiste en que la elección del parámetro λ es relativamente arbitraria¹²². Adicionalmente, el filtro presenta sesgos al final de la muestra y puede exhibir ciclos espurios con series integradas o casi integradas (Misas y López, 2001).

El filtro de Baxter and King (BK) es “un filtro lineal que elimina componentes de movimiento muy lento (tendenciales) así como componentes de muy alta frecuencia (irregulares), reteniendo los componentes (cíclicos) intermedios” (Baxter y King, 1995, p.4). El filtro utiliza un método de media móvil centrado. Como señala Woitek (1998) dicha metodología presenta problemas que pueden ser parcialmente solucionados añadiendo información adicional para las series en sus extremos utilizando proyecciones hacia atrás y hacia delante con un modelo AR. Esta modificación fue incorporada en el presente trabajo.

El filtro de Baxter y King supera algunos de los problemas del filtro de Hodrick y Prescott (Baxter y King, 1995). En particular, el filtro de HP elimina los elementos tendenciales de la serie sin eliminar los componentes (irregulares) de más alta frecuencia¹²³. No obstante, los resultados de la aplicación del filtro BK también dependen de la elección de los parámetros. En particular, es necesario fijar un valor para la longitud máxima de la media móvil (K) así como una elección de los períodos máximo y mínimo que definen el rango de frecuencias intermedias que el filtro extraerá. Siguiendo las recomendaciones de Baxter y King (1995), para los datos anuales se trabajo con K=3 y con parámetros para las frecuencias de 2 a 8 años mientras que en el caso trimestral se eligió K=12 y se construyeron dos filtros distintos: el primero consideró parámetros para las frecuencia de 2 a 32 trimestres (BK2-32) y el segundo de 6 a 32 trimestres (BK6-32).

¹²² Siguiendo lo sugerido en la literatura, los valores empleados en este trabajo fueron $\lambda=100$ en el caso anual y $\lambda=1600$ en el caso trimestral.

¹²³ Esta característica es evidente a partir de la comparación gráfica de los filtros obtenidos bajo cada metodología.

Anexo 2: La Correlación Cruzada entre series no preblanqueadas¹²⁴

Para explicar porqué es necesario preblanquear las series antes de estudiar su correlación cruzada, empezaremos por definir un modelo de función de transferencia o modelo ARMAX. Posteriormente, definiremos la Función de Correlación Cruzada. Para terminar, se presenta la relación entre la Función de Transferencia y de Correlación Cruzada para explicar los efectos de estudiar la correlación cruzada de un par de series que no han sido debidamente preblanqueadas.

Suponga que x_t y y_t son dos series estacionarias, y que la relación entre una variable “output” (y) y una (o varias) variables “input” (x) está dada por el siguiente modelo lineal,

$$y_t = v(B)x_t + n_t = \sum_{j=-\infty}^{\infty} v_j B^j x_t + n_t \quad (2.1)$$

donde B es el operador de rezago, n_t es un ruido del sistema independiente a la variable “input” x_t , y los coeficientes v_j de la función $v(B)$ de transferencia de filtro se conocen como los ponderadores de impulso respuesta¹²⁵. Si $v_j=0$ para todo $j<0$, el modelo es “causal”, en el sentido de que el sistema no responde a la serie input sino hasta que esta ha sido de hecho introducida al sistema. En otras palabras, el “output” corriente sólo se ve afectado por los valores presentes y pasados del “input” del sistema. Si se tiene un modelo causal, nótese que para el momento $t+k$ la función de transferencia se puede escribir como

$$y_{t+k} = v_0 x_{t+k} + v_1 x_{t+k-1} + v_2 x_{t+k-2} + \dots + n_{t+k} \quad (2.2)$$

La Función de Transferencia se constituye en una manera útil de estudiar la relación entre una variable output y una (o varias) variables input. Por otra parte, la Función de Correlación Cruzada es una medida útil de la magnitud y dirección entre dos variables aleatorias. Dados dos procesos estocásticos x_t e y_t para $t=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, conjuntamente estacionarios¹²⁶, la función de covarianza cruzada entre x e y se define como:

$$\gamma_{xy}(k) = E[x_t - \mu_x][y_{t+k} - \mu_y] \quad (2.3)$$

para $k = t= 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. La estandarización de esta función con la desviación de las series, se conoce como la Función de Correlación Cruzada (FCC):

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.4)$$

Nótese que la función de correlación simple es un caso especial de la FCC, cuando $x=y$, pero, a diferencia de la función de correlación, que es simétrica alrededor del 0, la FCC no

¹²⁴ En esta sección, seguimos a Wei (1990).

¹²⁵ Como una función de j , v_j se conoce como la función impulso respuesta.

¹²⁶ La estacionariedad conjunta requiere que los procesos sean estacionarios en un contexto univariado y que la covarianza cruzada, $Cov(x_t, y_s)$ entre ellos sea una función únicamente de la distancia $(t-s)$.

es simétrica alrededor del origen. En otras palabras, $\rho_{xx}(k) = \rho_{xx}(-k)$ pero $\rho_{xy}(k) \neq \rho_{xy}(-k)$.¹²⁷ Por lo tanto, la FCC mide no sólo la fuerza sino la dirección de la relación entre las variables.

Suponga ahora que μ_x, μ_y son iguales a 0. Entonces, multiplicando a ambos lados de (2.2) por x_t y hallando la expectativa matemática se tiene lo siguiente:

$$y_{t+k}x_t = v_0x_{t+k}x_t + v_1x_{t+k-1}x_t + v_2x_{t+k-2}x_t + \dots + n_{t+k}$$

$$E[y_{t+k}x_t] = v_0E[x_{t+k}x_t] + v_1E[x_{t+k-1}x_t] + v_2E[x_{t+k-2}x_t] + \dots + E[x_t n_{t+k}]$$

De acuerdo con (2.3), y recordando que n y x son independientes, la anterior expresión se reduce a la siguiente:

$$\gamma_{xy}(k) = v_0\gamma_{xx}(k) + v_1\gamma_{xx}(k-1) + v_2\gamma_{xx}(k-2) + \dots \quad (2.5)$$

La correlación simple de x , $\rho_x(k)$, se define como $\gamma_{xx}(k)/\sigma_x^2$. Por lo tanto, dividiendo a ambos lados de la ecuación (2.5) por $\sigma_x\sigma_y$ y recordando la definición (2.4) para la correlación cruzada tenemos que,

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} [v_0\rho_x(k) + v_1\rho_x(k-1) + v_2\rho_x(k-2) + \dots] \quad (2.6)$$

Evidentemente, la relación entre la FCC y la Función de transferencia se encuentra contaminada por la estructura de autocorrelación de x_t . No obstante, si la serie “input” es ruido blanco, de tal manera que $\rho_x(k)=0$ para todo k distinto de cero, la ecuación (2.6) se convierte en

$$v_k = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \rho_{xy}(k) \quad (2.7)$$

En este caso, sí se tiene una relación proporcional entre la FCC y la Función de Transferencia. Por este motivo, al identificar la FCC es conveniente preblanquear la serie “input”. Cuando no se tiene un sistema causal, con posible retroalimentación, es necesario preblanquear las dos series, para poder tener una medida no contaminada de la correlación cruzada entre las series.

¹²⁷ En cambio, como $\gamma_{xy}(k) = E[x_t - \mu_x][y_{t+k} - \mu_y] = E[y_{t+k} - \mu_y][x_t - \mu_x] = \gamma_{yx}(-k)$ se tiene que $\rho_{xy}(k) = \rho_{yx}(-k)$.

Anexo 3: Una prueba de causalidad instantánea¹²⁸

Para determinar las relaciones de causalidad instantánea entre las variables de un proceso VAR k-dimensional y_t , suponga que éste tiene la siguiente representación MA.

$$y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi(L)\mu_{t-i} = \mu + \Phi(L)u_t, \quad \varphi_0 = I_k \quad (3.1)$$

donde u es un proceso ruido blanco con matriz de varianza-covarianza Σ_u . Dado que dicha matriz es positiva semidefinida, se puede escribir como $\Sigma_u = PP'$, con P una matriz triangular inferior con elementos diagonales positivos. Por lo tanto, el proceso MA se puede re-escribir como

$$y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i PP^{-1} \mu_{t-i} \quad (3.2)$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Theta_i w_{t-i} \quad (3.3)$$

donde $\Theta_i = \Phi_i P$ y $w_t = P^{-1}u_t$. Los residuales transformados por la matriz P , w_t , son los residuos “ortogonales” pues siguen un proceso ruido blanco con matriz de covarianza $\Sigma_w = P^{-1}\Sigma_u(P^{-1})' = I_k$. Expresemos ahora el proceso y_t como

$$\begin{bmatrix} z_t \\ x_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Theta_{11,0} & 0 \\ \Theta_{12,0} & \Theta_{22,0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{1,t} \\ w_{2,t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Theta_{11,1} & 0 \\ \Theta_{12,1} & \Theta_{22,1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{1,t-1} \\ w_{2,t-1} \end{bmatrix} + \dots \quad (3.4)$$

donde z es un proceso M dimensional y, por ende, x es un proceso $K-M$ dimensional. Entonces,

$$z_{t+1} = \mu_1 + \Theta_{11,0} w_{1,t+1} + \Theta_{11,1} w_{1,t} + \Theta_{12,1} w_{2,t} + \dots \quad (3.5)$$

y,

¹²⁸ En esta sección, seguimos a Lütkepohl (1991).

$$x_{t+1} = \mu_2 + \Theta_{21,0} w_{1,t+1} + \Theta_{22,0} w_{2,t+1} + \Theta_{21,1} w_{1,t} + \Theta_{22,1} w_{2,t} + \dots \quad (3.6)$$

Buscamos ahora establecer de una manera sencilla si la información contenida en la historia y los valores contemporáneos de z_t ayuda a mejorar la predicción de x_t . Para ello, Lütkepohl señala que la predicción óptima de x_t un período adelante basada en la información pasada y presente del sistema, es decir, en $\{y_s | s \leq t\}$ y, adicionalmente, en z_{t+1} , es igual a la predicción basada en $\{w_s | s \leq t\} \cup \{w_{1,t+1}\}$. Es decir,

$$x_t(1 | \{y_s | s \leq t\}) \cup \{z_{t+1}\} = x_t \left(1 | \left\{ w_s = \begin{pmatrix} w'_{1,s} \\ w'_{2,s} \end{pmatrix} | s \leq t \right\} \cup \{w_{1,t+1}\} \right). \quad (3.7)$$

Bajo la representación MA, podemos adicionalmente expresar esta predicción del siguiente modo.

$$x_t(1 | \{y_s | s \leq t\}) \cup \{z_{t+1}\} = \Theta_{21,0} w_{1,t+1} + x_t(1 | \{y_s | s \leq t\}) \quad (3.8)$$

Por lo tanto, la predicción óptima para x_t un período adelante teniendo en cuenta la información de z_{t+1} será igual a la predicción sin tenerla en cuenta (es decir $x_t(1 | \{y_s | s \leq t\}) \cup \{z_{t+1}\} = x_t(1 | \{y_s | s \leq t\})$), si y sólo si:

$$\Theta_{21,0} = 0 \quad (3.9)$$

Esta condición sólo se cumple si y sólo si la matriz de varianza-covarianza Σ_u tiene dos bloques de ceros de dimensión $(K-M) \times K$ y $M \times (K-M)$ en las esquinas inferior izquierda y superior derecha respectivamente. Esto implica simplemente que μ_{1t} y μ_{2t} deben ser no correlacionados, $E(\mu_{1t}, \mu_{2t}) = 0$. De esta manera, se obtiene una forma muy sencilla de caracterizar la causalidad instantánea. En efecto, *no existe causalidad instantánea entre z_t y x_t si y sólo si $E(\mu_{1t}, \mu_{2t}) = 0$.*

Para implementar este tipo de prueba de causalidad instantánea, basta con construir un estadístico tipo Wald para probar restricciones sobre los valores de la matriz Σ_u . En efecto, definiendo a $\sigma = \text{vech}(\Sigma_u)$ ¹²⁹, se desea probar la hipótesis nula:

$$H_0: C\sigma=0$$

frente a la alternativa

$$H_0: C\sigma \neq 0.$$

Con C una matriz de restricciones. En el caso bivariado considerado, que es el más sencillo posible, esta matriz es simplemente la siguiente:

$$C=\{0 \ 1 \ 0\}.$$

De hecho, en el caso bivariado, la matriz de varianza-covarianza toma la forma siguiente:

$$\Sigma_u = \begin{bmatrix} \Sigma_{1,1} & \Sigma_{1,2} \\ \Sigma_{2,1} & \Sigma_{2,2} \end{bmatrix}$$

Por lo tanto,

$$\text{vech}(\Sigma_u) = \begin{bmatrix} \Sigma_{1,1} \\ \Sigma_{2,1} \\ \Sigma_{2,2} \end{bmatrix}$$

Para probar si no existe correlación entre las variables del sistema, según lo anotado anteriormente, basta verificar si $\Sigma_{2,1} = E(\mu_{1t}, \mu_{2t}) = 0$. Es fácil verificar que con C definido como arriba, $C\sigma=0$ conduce a esta ecuación. En Lütkepohl (1991) se presentan dos estadísticos alternativos (pero asintóticamente equivalentes) para la prueba aquí descrita. El estadístico considerado para los resultados presentados fue el siguiente:

¹²⁹ El operador vech construye un vector a partir de “pegar por debajo” los elementos de las columnas de una matriz que se encuentran por debajo de la diagonal. En efecto, como la matriz de varianza-covarianza de los errores es una matriz simétrica, para verificar la hipótesis de no correlación entre los residuales de las ecuaciones de las variables pertinentes, basta mirar los elementos pertinentes por fuera de la diagonal que están contenidos en el vech de la matriz.

$$\lambda_w = T \cdot \tilde{\sigma} \cdot C [2CD_k^+ (\tilde{\Sigma}_u \otimes \tilde{\Sigma}_u) D_k^+ C]^{-1} C \cdot \tilde{\sigma} \quad (3.10)$$

donde D_k^+ es la inversa generalizada Moore-Penrose¹³⁰ de la matriz de duplicación D_k .¹³¹ Bajo la hipótesis nula, λ_w tiene una distribución asintótica chi-cuadrado con N grados de libertad, donde N es el rango de la matriz C de restricciones. El símbolo \sim denota el estimador de máxima verosimilitud.

¹³⁰ La inversa generalizada de una matriz $A_{(m \times n)}$ es cualquier matriz B que satisfaga $ABA=A$. La inversa generalizada no es única. Sin embargo, sí lo es la inversa generalizada de Moore-Penrose, A^+ , que debe cumplir las siguientes cuatro propiedades: 1. $ABA=A$, 2. $BAB=B$, 3. $(AB)'=AB$, y 4. $(BA)'=BA$. Para una prueba, véase Magnus y Neudecker (1999).

¹³¹ La matriz de duplicación D_m se define como aquella matriz de dimensión $(m^2 \times m(m+1)/2)$ tal que para cualquier matriz simétrica A de dimensión m, $\text{vec}(A)=D_m \text{vech}(A)$. Es fácil verificar que en el caso $m=2$, como el que nos ocupa, tal matriz toma la forma $D_2 = \{ 1 \ 0 \ 0, 0 \ 1 \ 0, 0 \ 1 \ 0, 0 \ 0 \ 1 \}$.

Anexo 4: Preblanqueo de los ciclos

En este anexo se presentan todos los modelos estimados para blanquear la serie “input” (brecha estadounidense) en cada uno de los subperíodos estudiados en el texto, junto con las pruebas de ruido blanco que validan dicho procedimiento. Los resultados muestran que los modelos para la brechas HP y BK del producto norteamericano cumplen el propósito de preblanquear la serie “input” del sistema. El estadístico para la prueba Ljung-Box de no autocorrelación hasta el rezago n para los residuos de dicho modelo se encuentran siempre en la zona de aceptación de la hipótesis nula.

1910-2000:

Metodología Hodrick-Prescott

$$(1 - 1.521*L^1 + 0.877*L^2)(1 + 0.267*L^8 + 0.306*L^9) * USGAP_t = (1 - 0.899*L^1)(1 - 0.583*L^{10} - 0.276*L^{12}) * \mu_{t1}$$

| | | | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| t | 27.38 | -14.93 | -2.47 | -2.93 | 15.33 | 6.1 | 3.06 |
| valor p | <0.001 | <0.001 | 0.0155 | 0.0044 | <0.001 | <0.00 | 0.003 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.001065 |
| AIC | -357.87 |
| SBC | -340.294 |
| Observaciones | 91 |

Metodología Baxter-King

$$(1 + 0.36907*L^5)(1 + 0.396*L^8 + 0.2083*L^{10}) * USGAP_t = (1 - 0.416*L^2 - 0.36*L^4) * \mu_{t2}$$

| | | | | | |
|---------|-------|--------|--------|--------|---------|
| t | -3.51 | -4.06 | -1.98 | 3.52 | 4.09 |
| valor p | 0.007 | 0.0001 | 0.0505 | 0.0007 | <0.0001 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000547 |
| AIC | -420.411 |
| SBC | -407.857 |
| Observaciones | 91 |

1940-2000

Metodología Hodrick-Prescott

$$(1 - 1.337*L^1 + 0.698*L^2) * USGAP_t = (1 - 0.399*L^1) * \mu_{t1}$$

| | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| t | 8.28 | -5.82 | 1.86 |
| valor p | <0.0001 | <0.0001 | 0.0685 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000923 |
| AIC | -250.201 |
| SBC | -243.868 |
| Observaciones | 61 |

Metodología Baxter-King

| | | | |
|---------|---|---------|---------|
| | $(1 - 1.128*L^1 + 0.548*L^2) * USGAP_t = (1 - 0.8407*L^1) * \mu_{t2}$ | | |
| t | 8.92 | -4.92 | 8.27 |
| valor p | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000321 |
| AIC | -314.597 |
| SBC | -308.264 |
| Observaciones | 61 |

1980.1-2001.2

Metodología Hodrick-Prescott

| | | |
|---------|--|--------|
| | $(1 - 0.851*L^1 + 0.215*L^5) * USGAP_t = \mu_{t1}$ | |
| t | 13.14 | -3.30 |
| valor p | <0.0001 | 0.0014 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000065 |
| AIC | -583.053 |
| SBC | -578.145 |
| Observaciones | 86 |

Metodología Baxter-King 2-32

| | | | |
|---------|--|--------|--------|
| | $(1 - 0.8439*L^1) * (1 + 0.29823*L^5 + 0.2134*L^8) * USGAP_t = \mu_{t2}$ | | |
| t | 13.92 | -2.81 | -2.01 |
| valor p | <0.0001 | 0.0062 | 0.0475 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000038 |
| AIC | -628.08 |
| SBC | -620.717 |
| Observaciones | 86 |

Metodología Baxter-King 6-32

| | | | | |
|---------|--|---------|--------|---------|
| | $(1 - 1.7385*L^1 + 0.8301*L^2) * (1 + 0.459*L^4) * USGAP_t = \mu_{t3} * (1 + 0.48911*L)$ | | | |
| t | 23.38 | -11.87 | -3.52 | -4.94 |
| valor p | <0.0001 | <0.0001 | 0.0007 | <0.0001 |

| | |
|-------------------|-----------|
| Varianza estimada | 0.0000311 |
| AIC | -841.586 |
| SBC | -829.315 |
| Observaciones | 86 |

1980.1-1990.2

Metodología Hodrick-Prescott

| | | |
|---------|---|--------|
| | $(1 - 0.8860*L^1 + 0.20928*L^5) * USGAP_t = \mu_{t1}$ | |
| t | 10.15 | -2.28 |
| valor p | <0.0001 | 0.0283 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000094 |
| AIC | -268.128 |
| SBC | -264.652 |
| Observaciones | 86 |

Metodología Baxter-King 2-32

| | | |
|---------|--|--------|
| | $(1 + 0.85198*L^1 + 0.09011*L^2)* USGAP_t = \mu_2$ | |
| t | 9.87 | -1.94 |
| valor p | <0.0001 | 0.0596 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000062 |
| AIC | -285.678 |
| SBC | -282.202 |
| Observaciones | 42 |

Metodología Baxter-King 6-32

| | | | |
|---------|---|---------|--------|
| | $(1 - 1.63273*L^1 + 0.8103*L^2)* USGAP_t = \mu_3 * (1 + 0.46816*L^1)$ | | |
| t | 15.54 | -7.66 | -3.03 |
| valor p | <0.0001 | <0.0001 | 0.0043 |

| | |
|-------------------|-------------|
| Varianza estimada | 0.000006537 |
| AIC | -379.32 |
| SBC | -374.107 |
| Observaciones | 42 |

1990.3-2001.2

Metodología Hodrick-Prescott

| | |
|---------|--------------------------------------|
| | $(1 - 0.67857 L^1)* USGAP_t = \mu_1$ |
| t | 5.39 |
| valor p | <0.0001 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000044 |
| AIC | -315.09 |
| SBC | -313.306 |
| Observaciones | 44 |

Metodología Baxter-King 2-32

| | |
|---------|-------------------------------------|
| | $(1 - 0.7498 L^1)* USGAP_t = \mu_2$ |
| t | 7.49 |
| valor p | <0.0001 |

| | |
|-------------------|----------|
| Varianza estimada | 0.000022 |
| AIC | -345.86 |
| SBC | -344.075 |
| Observaciones | 44 |

Metodología Baxter-King 6-32

| | | |
|-------------------|---|---------|
| | $(1 - 1.4817 * L^1 + 0.6637 * L^2) * USGAP_t = \mu_3$ | |
| t | 12.40 | -5.52 |
| valor p | <0.0001 | <0.0001 |
| | | |
| Varianza estimada | 0.0000055 | |
| AIC | -406.205 | |
| SBC | -402.637 | |
| Observaciones | 44 | |

Donde L = Operador de rezago
 μ_3 = Serie preblanqueada de brechas del producto estadounidense

Pruebas de Ruido Blanco para la series preblanqueadas (μ_1)¹³²
(Hipótesis nula: No autocorrelación hasta el rezago n)

| Período | Metodología | Rezago | Estadístico Chi-cuadrado | Grados de libertad | Valor p |
|---------------|-------------|--------|--------------------------|--------------------|---------|
| 1910-2000 | HP | 18 | 6.27 | 11 | 0.8547 |
| | | 24 | 8.71 | 17 | 0.949 |
| | BK | 18 | 13.16 | 13 | 0.4353 |
| | | 24 | 19.08 | 19 | 0.4517 |
| 1940-2000 | HP | 18 | 7.11 | 15 | 0.9545 |
| | | 24 | 11.16 | 21 | 0.9596 |
| | BK | 18 | 5.6 | 15 | 0.9857 |
| | | 24 | 10.91 | 21 | 0.9645 |
| 1980.1-2001.2 | HP | 18 | 5.02 | 16 | 0.9956 |
| | | 24 | 8.11 | 22 | 0.9968 |
| | BK 2-32 | 18 | 15.28 | 15 | 0.4316 |
| | | 24 | 21.09 | 21 | 0.4533 |
| | BK 6-32 | 18 | 3.13 | 13 | 0.9974 |
| | | 24 | 4.48 | 19 | 0.9997 |
| 1980.1-1990.2 | HP | 18 | 1.21 | 4 | 0.8722 |
| | | 24 | 2.22 | 10 | 0.9943 |
| | BK 2-32 | 18 | 3.68 | 4 | 0.451 |
| | | 24 | 8.19 | 10 | 0.6105 |
| | BK 6-32 | 18 | 3.11 | 3 | 0.3749 |
| | | 24 | 4.39 | 9 | 0.8837 |
| 1990.3-2001.2 | HP | 18 | 2.88 | 5 | 0.7192 |
| | | 24 | 4.88 | 11 | 0.9367 |
| | BK 2-32 | 18 | 2.17 | 5 | 0.825 |
| | | 24 | 4.49 | 11 | 0.9535 |
| | BK 6-32 | 18 | 1.01 | 4 | 0.9083 |
| | | 24 | 4.13 | 10 | 0.9413 |

¹³² Para todos los modelos considerados, también se observaron las Funciones de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial para verificar que los coeficientes de correlación hasta el rezago n fueran estadísticamente iguales a 0.