

Las contribuciones de Finn Kydland y Edward Prescott a la macroeconomía dinámica: la consistencia temporal de la política económica y las fuerzas motrices detrás de los ciclos económicos*

FINN KYDLAND Y EDWARD PRESCOTT

1. Introducción

Finn Kydland y Edward Prescott ganaron, en el año 2004, el Premio del Banco de Suecia en Ciencias Económicas, en memoria de Alfred Nobel, por sus contribuciones fundamentales en dos áreas estrechamente relacionadas de la investigación macroeconómica. La primera de ellas tiene que ver con el diseño de la política económica. Kydland y Prescott descubrieron imperfecciones inherentes —problemas de credibilidad— a la capacidad de los gobiernos para implementar políticas económicas deseables. El segundo aporte está relacionado con las fluctuaciones en los ciclos económicos. Kydland y Prescott demostraron cómo las variaciones en el desarrollo tecnológico, principal fuente de crecimiento en el largo plazo, pueden provocar fluctuaciones de corto plazo. Así, este trabajo se constituyó en un nuevo paradigma operativo para el análisis macro basado en fundamentos microeconómicos. La labor de Kydland y Prescott ha transformado la investigación académica en Economía; además, ha tenido gran impacto en el análisis macroeconómico y en la toma de decisiones de política económica.

1.1 Antecedentes generales

Durante el período de posguerra, el análisis macroeconómico estuvo dominado por la visión impuesta por Keynes (1936). Desde esa óptica, las fluctuaciones de corto plazo en la producción y el empleo se debían principalmente a variaciones en la demanda agregada, es decir, a la voluntad de los inversionistas para invertir y de los consumidores para consumir. En este contexto, la política de estabilización podía y debía controlar sistemáticamente la demanda agregada a fin de evitar fluctuaciones recurrentes en el producto. Estas ideas reflejaban la experiencia de la Gran Depresión,

* Este artículo ha sido tomado de la información oficial publicada por la Real Academia de Ciencias con motivo de la entrega del Premio en Economía del Banco de Suecia en memoria de Alfred N obel, 2004.

época en que la recesión económica, junto con la caída del empleo y la utilización del capital, era observada a todo lo largo del mundo occidental. El análisis macroeconómico keynesiano interpretaba estos fenómenos como una falla del mercado, incapaz de coordinar la demanda y la oferta, por lo que prescribía la intervención estatal.

Hasta mediados de los 70's, el paradigma keynesiano dominante parecía tener éxito en explicar las fluctuaciones macroeconómicas. Pero los desarrollos a finales de esa década revelaron serias limitaciones de este análisis. En efecto, no era capaz de explicar un nuevo fenómeno: inflación y desempleo simultáneos. La llamada *estanflación* parecía estar muy relacionada con los choques que afectaban a la economía por el lado de la oferta: los movimientos en el precio del petróleo y la desaceleración en el crecimiento de la productividad. Además, la política macroeconómica convencional, basada en la teoría existente, era incapaz de resolver estos problemas. Las políticas monetaria y fiscal parecían empeorar las cosas en muchos países al acomodar las expectativas del sector privado respecto a los precios y los aumentos salariales. Esto ocurría a pesar del objetivo explícito de gobiernos y bancos centrales de mantener tasas de inflación bajas y estables.

Los modelos keynesianos también fueron criticados por sus bases metodológicas. Los modelos aplicados se construyeron sobre la base de generalizaciones teóricas y empíricas ('formas reducidas') que resumen las relaciones que rigen las principales variables macroeconómicas, tales como la producción, inflación, desempleo y consumo. La investigación de Robert Lucas, en la primera mitad de los años 70 (Lucas 1972, 1973, 1976), señaló las desventajas de este enfoque; en particular, que las relaciones entre las variables macroeconómicas pueden estar influenciadas por la propia política económica. Como resultado, un análisis de política basado en este tipo de relaciones puede volverse erróneo. Lucas concluyó que los efectos de la política macroeconómica no podían ser analizados sin fundamentos microeconómicos explícitos. Sólo con una modelación cuidadosa del comportamiento de los agentes económicos individuales, como los consumidores y las firmas, sería posible derivar conclusiones robustas respecto a las respuestas del sector privado a la política económica. De esta manera, los componentes de tal análisis —las preferencias de los consumidores, las tecnologías de las firmas y las estructuras del mercado— serían robustos a cambios en la política económica.

Puesto que la crítica de Lucas ganó rápidamente aceptación, el desarrollo de un enfoque macroeconómico alternativo era necesario. Sin embargo, esto no era un trabajo sencillo. El nuevo enfoque tenía que estar basado en sólidos fundamentos microeconómicos. Además, tenía que dar un papel integral a la política económica y a

las percepciones de los agentes económicos sobre cómo se determina la política económica. Las contribuciones de Kydland y Prescott aparecieron en dos artículos conjuntos y dieron pasos decisivos en este aspecto.

1.2 Las contribuciones en breve

“Reglas en vez de discreción: la inconsistencia de los planes óptimos”, de 1977, estudia la elección secuencial de políticas, tales como las tasas impositivas o los instrumentos de política monetaria. El elemento clave de la investigación es que muchas decisiones de política están sujetas a un *problema de inconsistencia temporal*. Se considera por ejemplo, un gobierno racional que mira hacia delante y escoge un cronograma para sus políticas, de tal forma que maximice el bienestar de los ciudadanos. Kydland y Prescott demostraron que si hay la oportunidad de reoptimizar y cambiar este plan en una fecha posterior, el gobierno generalmente lo cambiará. Lo que llama la atención acerca de este resultado es que no está en función de objetivos contrapuestos entre el gobierno y los ciudadanos, tampoco se debe a la capacidad ilimitada de los hacedores de política para reaccionar ante choques inesperados. El resultado es simplemente una implicación lógica de un proceso racional y dinámico del quehacer de la política económica, en donde las expectativas del sector privado imponen restricciones a las decisiones de política.

Una conclusión importante es que los gobiernos que sean incapaces de establecer compromisos respecto a futuras políticas encontrarán un *problema de credibilidad*. Específicamente, el público se dará cuenta de que la política gubernamental futura no coincidirá necesariamente con la política anunciada, a menos que el plan anunciado reúna de antemano los incentivos para un cambio futuro en la política. En otras palabras, el quehacer secuencial de la política económica enfrenta una restricción de credibilidad. En términos matemáticos, las decisiones óptimas no pueden ser analizadas solamente a través de la teoría del control (teoría de la optimización dinámica). Estas deben ser estudiadas como el resultado de un juego en el que los hacedores de política son modelados como distintos jugadores. En este juego, cada jugador debe anticipar la reacción de futuros jugadores al juego actual, es decir, se requiere de expectativas racionales. Kydland y Prescott analizaron juegos generales de política económica, así como juegos específicos de política fiscal y monetaria. Mostraron que el resultado en una situación de equilibrio con expectativas racionales, donde el gobierno no puede comprometerse a una política (discrecionalidad), resulta en un menor grado de bienestar respecto a lo que podría alcanzarse con un gobierno que sí se compromete.

El artículo de 1977 de Kydland y Prescott tuvo mucho impacto no sólo en el análisis teórico de las políticas. También dio una nueva perspectiva a la experiencia

real, como era el problema de la estanflación. El análisis mostró que una tasa de inflación alta y sostenida no puede ser consecuencia de decisiones irracionales; más bien sería el reflejo de la incapacidad de los hacedores de política para comprometerse a mantener la política monetaria. Esta conclusión trasladó el enfoque del análisis de política, del estudio de las decisiones individuales hacia el diseño de instituciones que mitiguen el problema de inconsistencia temporal. En efecto, las reformas emprendidas desde 1990 en bancos centrales de varios países, están basadas en las investigaciones de Kydland y Prescott. Estas reformas parecen ser un factor importante en el período reciente de inflación baja y estable. En general, el resultado de la inconsistencia temporal, como un problema que afecta el quehacer de la política económica, ha cambiado el enfoque no sólo hacia la investigación normativa del diseño óptimo de instituciones, como los bancos centrales, sino también hacia la investigación positiva: interacción entre la toma de decisiones económicas y las instituciones políticas. Asimismo, ha inspirado una gran cantidad de literatura en el área donde la Economía y las Ciencias Políticas se intersecan.

“Tiempo de construir y agregar fluctuaciones”, de 1982, propuso una teoría de las fluctuaciones de los ciclos económicos que se alejaba de la tradición keynesiana. En este artículo, Kydland y Prescott integraron el análisis de crecimiento económico de largo plazo y las fluctuaciones de corto plazo, sosteniendo que un determinante crucial del estándar de vida de largo plazo —el crecimiento en la tecnología— puede también generar ciclos de corto plazo. Además, en lugar de enfatizar la incapacidad de los mercados para coordinar la oferta y la demanda, el modelo de ciclos económicos de Kydland y Prescott se fundamenta en mecanismos microeconómicos por los cuales los precios, salarios y tasas de interés permiten que los mercados se vacíen. En este sentido, argumentan que los períodos de bajo crecimiento no son necesariamente resultado de una falla del mercado, sino que podrían simplemente ser consecuencia de una mejora temporalmente más lenta en las tecnologías de la producción.

Kydland y Prescott mostraron que muchas características cualitativas de los ciclos económicos, tales como el co-movimiento de las variables macroeconómicas centrales y su variabilidad relativa, pueden ser generadas por un modelo basado en choques de oferta (tecnología). Simulando fluctuaciones en el crecimiento de la tecnología de la misma magnitud que aquellas capturadas por los datos, Kydland y Prescott demostraron que su modelo podía generar ciclos significativos cuantitativamente. De esta manera, los choques tecnológicos debían ser tomados seriamente como una causa de los ciclos económicos.

Desde un punto de vista metodológico, el artículo de Kydland y Prescott

respondió al pedido de Lucas de encontrar una alternativa al paradigma keynesiano. Fue el primer estudio que caracterizó el equilibrio general de un modelo dinámico y estocástico con fundamentos microeconómicos. Esto requería resolver una serie de problemas de optimización dinámica, donde los consumidores y las firmas tomaran decisiones sobre la base de precios y variables de política actuales y futuros, y donde la secuencia de los precios de equilibrio fuera tal que las decisiones del sector privado eran consistentes con el mercado en todos los puntos del tiempo y todos los estados del mundo. Kydland y Prescott mostraron que este análisis podía ser llevado a cabo, en la práctica, con el uso extensivo de métodos numéricos. Su aproximación empírica se fundamentaba en simulaciones basadas en la llamada ‘calibración’, y en la comparación de datos de las simulaciones con datos reales. La calibración puede ser vista como una forma simple de estimación, donde los parámetros del modelo son valores asignados de tal forma que hacen coincidir las características de largo plazo del modelo con las de los datos reales, y vuelven consistente el comportamiento de los agentes individuales del modelo con los estudios microeconómicos empíricos.

El trabajo de Kydland y Prescott sobre los ciclos económicos dio inicio a un extensivo programa de investigación. Cada vez se han ido formulando modelos dinámicos más sofisticados de ciclos económicos, que han sido resueltos numéricamente y comparados con los datos utilizando métodos de calibración y estimaciones econométricas. El énfasis puesto en los choques de oferta permite a los investigadores reconsiderar los orígenes de los ciclos económicos y calcular la importancia relativa de los diferentes choques. Los primeros resultados fueron establecidos en mercados que funcionaban bien, mientras que la investigación subsiguiente incorporó varias imperfecciones del mercado y examinó sus implicaciones. Como un resultado de estos esfuerzos, el actual estado del arte de los modelos de ciclos económicos da más importancia a los choques de oferta y demanda. Estos modelos se basan en fundamentos microeconómicos explícitos en una mayor proporción que los anteriores modelos keynesianos. Por ejemplo, los llamados modelos ‘nuevo-keynesianos’ que se han convertido en una herramienta estándar para analizar la política monetaria, son en esencia similares al modelo original de Kydland y Prescott, pero incorporan fricciones en la forma de precios y salarios “rígidos”.

Los dos artículos de Kydland y Prescott tienen temas centrales en común. Ambos artículos ven a la macroeconomía como un sistema dinámico, donde los agentes — privados y gobierno— toman decisiones racionales, de forma interrelacionada, incorporando el futuro. Ambos artículos ofrecen una nueva perspectiva de la política macroeconómica, llevando a reconsiderar a las instituciones hacedoras de política y dando un enfoque diferente a las políticas de estabilización. Separadamente, cada

uno de estos artículos dio origen a una gran cantidad de literatura. En lo que sigue, se describen las contribuciones en mayor detalle.

2. Consistencia temporal de la política económica

Desde finales de los 60 e inicios de los 70, la investigación macroeconómica puso particular atención en las expectativas de los agentes privados. Un primer paso fue enfatizar las expectativas como determinantes fundamentales de los resultados económicos. Friedman (1968) y Phelps (1967, 1968) basaron sus teorías de la tasa natural de desempleo en la curva del Phillips con expectativas, donde la relación entre la inflación y el desempleo dependen de la inflación esperada. Un segundo paso fue estudiar la formación de las expectativas en detalle. Lucas (1972, 1973) basó su análisis en la hipótesis de las expectativas racionales, según la cual los agentes económicos hacen las mejores predicciones posibles acerca de los eventos futuros, sobre la base de toda la información disponible, incluyendo el conocimiento de cómo funciona la economía, y donde estas mejores predicciones presumen que los otros agentes actúan de acuerdo al mismo principio, hoy día y en el futuro.

El análisis del diseño de la política económica de Kydland y Prescott añadió una nueva dimensión a la formación de expectativas. El modelo endogeneizó las decisiones del gobierno, asumiendo que este escoge las políticas que maximizan el bienestar de sus ciudadanos. Kydland y Prescott siguieron a Lucas en lo que tiene que ver con el supuesto de que las expectativas del sector privado sobre la política futura del gobierno son racionales; siguieron también a Friedman y Phelps porque asumieron que esas expectativas eran determinantes importantes de los resultados económicos. Bajo estos supuestos, Kydland y Prescott mostraron —por medio de un argumento general así como de ejemplos específicos— que la política de los gobiernos está sujeta a un *problema de inconsistencia temporal*.

El artículo de Kydland y Prescott de 1977 contiene algunas contribuciones tanto metodológicas como sustantivas. En primer lugar, señala el origen del problema de la consistencia temporal: sin un mecanismo de compromiso para la política futura, el gobierno enfrenta una restricción adicional en la gestión de la política económica porque su política tiene que ser creíble. En otras palabras, si las expectativas del sector privado sobre futuras elecciones de política son racionales, un cierto conjunto de resultados económicos serán imposibles de alcanzar con una política discrecional. En segundo lugar, derivan resultados de política suponiendo que los agentes privados y los hacedores de política actúan racionalmente. Tercero, argumentan que reglas de política, más o menos inalterables, pueden ser requeridas. Todo esto inició una discusión sobre un diseño institucional que apunte a crear mecanismos de compromiso para aumentar el conjunto de resultados factibles y mejorar el bienestar económico. De esta forma, la contribución de Kydland y Prescott ha cambiado fundamentalmente la manera de pensar acerca de la política económica.

2.1 La idea general

El siguiente modelo simple con dos períodos, $t-1$ y t , basta para describir el problema básico planteado por Kydland y Prescott. En el período $t-1$, un determinado gobierno quiere lograr el mejor resultado posible para los agentes económicos en el período t . Los resultados en t dependen no sólo de la política emprendida en t , sino también de las decisiones que el sector privado adopte en $t-1$ (por ejemplo, determinar el ahorro o los salarios para el período siguiente). A su vez, las decisiones del sector privado en $t-1$ dependen de las expectativas acerca de la política en t . Estas expectativas se forman racionalmente. En $t-1$, los agentes privados conocen los determinantes de la política del gobierno en t y basan sus predicciones en este conocimiento. Puesto que no hay incertidumbre en este modelo, las expectativas racionales implican previsión perfecta por parte de los agentes privados.

En caso de que haya *compromiso*, el gobierno escoge su política para $t-1$, sin la posibilidad de cambiarla en el futuro. La elección óptima de la política para el período t debe tomar en cuenta sus efectos en las decisiones que tome del sector privado en $t-1$. Puesto que la política de equilibrio en t compromete las expectativas en $t-1$ acerca de lo que será esta política, influye en las decisiones que haga el sector privado en $t-1$ que a su vez afectarán los resultados en t .

En el caso más realista: *sin* compromiso por parte del gobierno, es decir, con una política discrecional, en el período $t-1$ el gobierno no puede comprometerse sobre la política en t hasta que ese período llegue. En este caso, la elección de la política de t no considerará la forma en que el sector privado toma sus decisiones en $t-1$, porque cuando se adopte esta decisión de política, las decisiones del sector privado ya habrán sido adoptadas y por ende, ya no podrán ser influenciadas. Esto, por lo general, llevará a elecciones diferentes de política en t respecto al caso en que sí hay compromiso: se alcanzará un menor grado de bienestar que en el caso de compromiso. Esto se explica porque con expectativas racionales, la política en t es perfectamente anticipada, pero debido a la secuencia de la toma de decisiones, no hay forma en que el gobierno pueda influenciar estas expectativas. Cuando decide su política en t , el gobierno resuelve un problema de optimización que no considera todos los efectos de su elección de política.

Para observar cómo la inconsistencia temporal aparece en este ejemplo, suponga que un gobierno que no puede comprometerse, anuncia en el período $t-1$ su intención de adoptar la misma política en t como la política óptima que habría (hipotéticamente) seleccionado bajo compromiso. Este anuncio no será creíble porque cuando llegue el período t y el gobierno haga su elección de política, se dará cuenta de que lo óptimo será negar el anuncio anterior.

2.2 Métodos

El problema de la política del gobierno no puede ser analizado como un problema de control óptimo, como en la macroeconomía convencional. En un problema de control óptimo, quien optimiza debe escoger la secuencia de la variable de control que maximice una función objetivo bajo ciertas restricciones. Pero en el enfoque de Kydland y Prescott, la dependencia del comportamiento de los agentes privados a las expectativas (racionales) privadas acerca de la política, vuelve a las restricciones endógenas. Estas restricciones describen relaciones entre la política y los resultados económicos actuales que —vía las expectativas del sector privado— están influenciados por futuras elecciones de política. Por tanto, se requiere del uso de métodos basados en la teoría de juegos a fin de determinar el equilibrio. Kydland y Prescott usaron diferentes conceptos de equilibrio en los distintos modelos y ejemplos que aparecen en su artículo. En uno de ellos, utilizan el concepto de equilibrio propuesto por Nash (1950). Otro modelo, en cambio, está basado en la racionalidad secuencial, similar al equilibrio de sub-juego perfecto de Selten (1965), donde las expectativas de todos los agentes —privados y el gobierno— son consistentes con el comportamiento del futuro equilibrio, independientemente de la elección que hagan hoy día. En juegos de horizonte finito, tal solución puede encontrarse por inducción hacia atrás. Kydland y Prescott también estudiaron un modelo de horizonte infinito, mostrando la manera de utilizar métodos recursivos. Tales métodos son particularmente útiles para definir un tipo especial de equilibrio, llamado equilibrio perfecto de Markov, donde las acciones del período presente son funciones invariables en el tiempo de variables relevantes para los pagos .

2.3 Ejemplos y aplicaciones

Kydland y Prescott trataron de modo informal varios ejemplos de inconsistencia temporal. Señalaron que la asistencia del gobierno en caso de desastres naturales, como inundaciones o terremotos, puede no ser óptima *ex ante*, pero sí *ex post*. Supongamos que un área deshabitada es amenazada por tormentas tropicales y que este riesgo es tan alto que no es socialmente deseable, desde una perspectiva *ex ante*, que la población resida allí. La protección social, que sólo el gobierno puede entregar, es demasiado costosa. La cuestión de fondo es: ¿qué acción debe emprender el gobierno si el área ya está establecida?: o asiste a los moradores construyendo mecanismos de protección para limitar las pérdidas en el evento de una tormenta, o se abstiene. Cuando es socialmente deseable otorgar protección *ex post*,

¹

En un modelo estacionario con horizonte infinito, un equilibrio perfecto de Markov se encuentra formalmente como un punto fijo en el espacio funcional: la estrategia de equilibrio (regla) tiene que representar el comportamiento óptimo actual cuando las expectativas del comportamiento futuro están dadas por la misma regla. Bajo horizonte infinito, otros tipos de equilibrio son también posibles. Para una discusión más detallada ver Maskin y Tirole (2001).

hay un problema de inconsistencia temporal. Si el gobierno puede comprometerse a no entregar esa asistencia social en el caso de que el área esté establecida, los ciudadanos simplemente no se instalarán ahí y de este modo se alcanza el resultado deseable socialmente. Si, en cambio, el gobierno no puede comprometerse, la gente se instalará, pues los ciudadanos saben que recibirán asistencia y protección, alcanzando así un resultado menos deseable.

Otro ejemplo tiene que ver con la protección de patentes para innovaciones tecnológicas. Si un gobierno se compromete a proteger las patentes en el futuro, puede equilibrar los efectos negativos del poder monopolístico del innovador dado por la patente, con los beneficios derivados de la creación de incentivos para innovar. Sin embargo, si el gobierno no puede comprometerse, los incentivos relevantes para la innovación no serán tomados en cuenta.

Además de este modelo bastante general y abstracto, el análisis formal de Kydland y Prescott abordó dos casos concretos: políticas impositivas y políticas de estabilización (inflación). En lo que sigue, consideramos primero un problema de política impositiva, similar al de Kydland y Prescott, pero más simplificado por motivos de exposición². Y luego, se trata el ejemplo de la política de estabilización.

2.3.1 Sistema impositivo óptimo

Un gobierno grava con impuestos a un gran número de consumidores idénticos a fin de financiar un nivel (per capita) dado de gasto, G . Este gobierno puede gravar al ingreso del capital, K , y del trabajo, L , y toma en cuenta las distorsiones causadas por la imposición³. Cada uno de los impuestos (per capita) en el período t depende negativamente de la tasa impositiva que se aplique: $K(\tau_t)$ y $L(\tau_t)$, donde τ_t y τ_t son las tasas impositivas aplicadas al ingreso proveniente del capital y trabajo, respectivamente, y ambas son funciones decrecientes.⁴ La restricción presupuestaria

² Lo que se presenta aquí tiene relación con Fischer (1980) y está basado en Persson y Tabellini (1990).

³ Para simplificar, se suponen los precios de los servicios del capital y del trabajo iguales a uno.

⁴ Los supuestos sobre K y L pueden derivarse de principios básicos: suponga que la utilidad (cuasilineal) del consumidor es del tipo $u(ct-I) + ct + v(I - \tau_t)$. Donde, u y v son funciones estrictamente crecientes y estrictamente cóncavas, y $I - \tau_t$ puede interpretarse como el tiempo dedicado al ocio, donde I es la disponibilidad total de tiempo. Con las restricciones presupuestarias: $ct - I + kt = yt - I$ y $ct = (I - \tau_t)kt + (I - \tau_t)lt + yt$, donde $yt - I$ y yt representan el ingreso proveniente de otras fuentes en los períodos $t - 1$ y t , respectivamente, la maximización de la utilidad da como resultado funciones del capital y trabajo estrictamente

del gobierno puede escribirse como:

$$\theta_t K(\theta_t) + \tau_t L(\tau_t) = G.$$

Se asume además que los agentes privados deciden acerca de la oferta de capital en el período $t-1$, mientras que deciden sobre la oferta de trabajo en el período t . Se consideran dos casos.

Suponga que el gobierno puede fijar una tasa impositiva de τ_t y θ_t en el período $t-1$, es decir, asume total compromiso. El comportamiento óptimo, dado que el gobierno desea maximizar la utilidad de equilibrio del consumidor representativo, sigue el conocido principio de elasticidad de Ramsey. En particular, las tasas impositivas óptimas pueden derivarse de la restricción presupuestaria del gobierno y la ecuación,

$$\frac{\theta_t}{1 - \theta_t} \epsilon_K = \frac{\tau_t}{1 - \tau_t} \epsilon_L,$$

donde ϵ_x es la elasticidad de x respecto a su propio precio (neto de impuestos):

$$\epsilon_x \equiv (dx/x)/(dp_x/p_x).$$

Intuitivamente, el gobierno desea igualar la distorsión proveniente de la última unidad de ingreso recaudado en las dos bases impositivas, lo que implica que a la base impositiva menos elástica le corresponderá una tasa más alta. Lo que es particularmente importante, sin embargo, es que la elección del gobierno de τ_t y θ_t toma en cuenta la manera en que la oferta de capital —de los ahorros del consumidor en el período $t-1$ — depende de la elección de τ_t . En este sentido, la fórmula de Ramsey para las tasas impositivas representa la solución óptima al problema de imposición ex ante.

Suponga en cambio que el gobierno no puede comprometerse a τ_t y θ_t . Dada alguna cantidad de ahorro del período $t-1$, ¿cómo establecerá las tasas impositivas en t , una vez que llegue ese período? El problema de gravar impuestos se vuelve trivial y el principio de Ramsey para la imposición puede ser aplicado al problema de imposición ex post. Puesto que la oferta de capital es totalmente inelástica en este punto —el capital es predeterminado— ¡todo el ingreso del capital debería gravarse antes de utilizar el impuesto al trabajo! Ex post, esto no provoca distorsiones en la oferta de capital y mitiga las distorsiones en la oferta de trabajo. Pero puesto que el ingreso del capital tiene distintas elasticidades ex ante y ex post, la solución con

compromiso no tiene consistencia temporal. Si se le diera al gobierno la oportunidad de re-optimizar en el período t , cambiaría el plan que ex ante era óptimo. Por tanto, hay un problema de credibilidad: en el período $t-1$, el gobierno no puede simplemente anunciar la tasa impositiva que resuelve el problema bajo compromiso y esperar que el sector privado crea en su anuncio.

¿Cuál es la solución consistente en el tiempo cuando ambos agentes, gobierno y sector privado, son racionales? Aplicando los requisitos de la racionalidad secuencial discutidos en la Sección 2.2, no importa cuánto se ahorre en el período $t-1$, las decisiones del gobierno y el sector privado tienen que ser óptimas en t . Suponga que G es suficientemente grande, es decir, que el impuesto al trabajo será siempre necesario para financiar los gastos del gobierno. Entonces, la racionalidad en el período t obliga a que la tasa impositiva ex post al capital sea del 100%. Como resultado, todos los consumidores escogen no ahorrar en $t-1$: las expectativas racionales de la elección de política del gobierno en t les indica que, desde su punto de vista, cualquier ahorro será gastado inútilmente. Por consiguiente, para cualquier monto de ahorro privado,

$$0 + \tau_t L(\tau_t) = G,$$

Esta ecuación puede ser resuelta para la tasa impositiva del trabajo en el período t .⁵ Claramente, este resultado es peor que el resultado obtenido bajo compromiso (debido a que ambas tasas impositivas son más altas, la utilidad de los consumidores debe ser menor).

2.3.2 Política de estabilización óptima

Considere un hacedor de política monetaria que enfrenta un *trade-off* entre la inflación y el desempleo. El comportamiento del sector privado está representado a través de una curva de Phillips con expectativas. El desempleo en el período t , u_t , está dado por

$$u_t = u^* - \alpha(\pi_t - E(\pi_t)),$$

donde u^* es la tasa (natural) de desempleo de equilibrio, π_t es la tasa de inflación entre los períodos $t-1$ y t , $E(\pi_t)$ es la tasa de inflación esperada por el sector

⁵ En general, (al menos) dos valores de τ_t resuelven esa ecuación. Como el gobierno optimiza, escogerá el más bajo de estos valores en el segmento ascendente de la "Curva de Laffer".

privado para el período $t-1$, y a es un parámetro positivo y exógeno. Esta es una forma reducida de la relación que podría aparecer, por ejemplo, si se asume que (i) la demanda de trabajo depende negativamente (y por ende el desempleo depende positivamente) del salario real en el período t ; y (ii), los contratos de salarios en términos nominales se establecen de antemano —en $t-1$ — sobre la base de las expectativas de precios del período t .

Entonces, una tasa de inflación mayor a la esperada reduce el salario real, la demanda de trabajo aumenta, y el desempleo cae.

El objetivo de quien diseña las políticas es maximizar la función

$$S(u_t, \pi_t),$$

donde S es decreciente y cóncava para cada uno de los argumentos y tiene un máximo en el punto donde $u_t = u^*$ y $\pi_t = 0$.⁶ Las curvas de indiferencia para valores iguales de S se muestran en la Figura 1 (tomada de Kydland y Prescott, 1977). La literatura tiende a utilizar la forma cuadrática de S :

$$S = -\frac{1}{2}(u_t - ku^*)^2 - \frac{1}{2}\gamma\pi_t^2,$$

donde γ representa el peso que el hacedor de política asigna a la inflación (relativo al desempleo) y $k < 1$ representa alguna distorsión que hace que la meta del gobierno sea una tasa de desempleo más baja que la tasa de equilibrio.⁷

El diseñador de política puede usar la política monetaria en el período t para controlar la inflación. Sin incertidumbre, como se asume aquí, expectativas racionales de parte del sector privado implican que $E(\pi_t) = \pi_t$. Por tanto, el desempleo efectivo siempre iguala al desempleo de equilibrio, es decir, $u_t = u^*$.

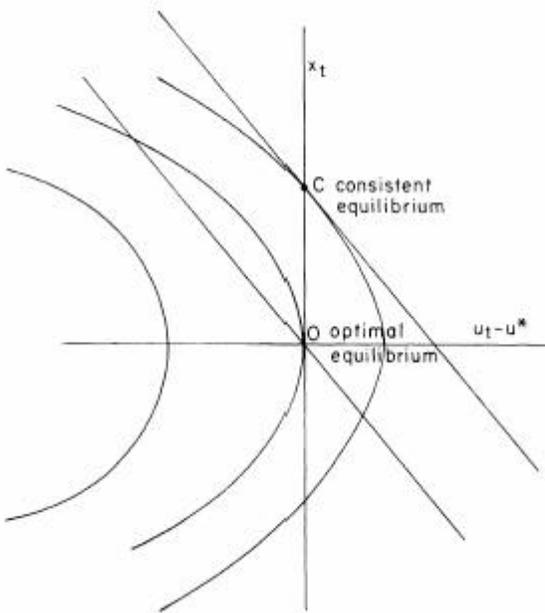
Si en el período $t-1$, el hacedor de política puede comprometerse a mantener la tasa de inflación en el período t , la política óptima es obvia. Puesto que la igualdad $u_t = u^*$ debe cumplirse, se escogerá $\pi_t = 0$. El resultado óptimo ex ante (u^* , 0) se ilustra en la Figura 1 como el punto O.

⁶ Kydland y Prescott asumen que la inflación cero es óptima, pero esto no es un punto esencial para las conclusiones del modelo.

⁷ Esta formulación fue utilizada antes por Barro y Gordon (1983a).

Figura No. 1

Equilibrio consistente y óptimo



Sin embargo, el resultado con compromiso no es consistente. Ex post, cuando las expectativas ya se han formado (los salarios nominales están predeterminados cuando el gobierno elige la inflación del período t), el gobierno encuentra óptimo escoger una tasa de inflación mayor que 0 si se le permite cambiar su plan inicial de

cero inflación. Una política inflacionaria reducirá el desempleo, los que se supone elevará el bienestar.⁸ Ex post, la política óptima está dada por la condición $a \cdot \partial S / \partial u = \partial S / \partial p$: la tasa de inflación aumenta hasta el nivel en el cual la ganancia marginal derivada del menor desempleo iguala el costo marginal de una mayor inflación. Este resultado, caracterizado por un “sesgo inflacionario”, se muestra en el punto C de la Figura 1.

Usando la forma paramétrica del modelo, puede demostrarse fácilmente que la inflación de equilibrio bajo falta de compromiso está dada por la expresión⁹.

$$\pi_t = \frac{\alpha(1-k)u^*}{\gamma}$$

Por tanto, la inflación es más alta cuando la diferencia entre la meta de desempleo del hacedor de política y la tasa de equilibrio es mayor (k menor, o u^* más alto), el peso que asigna a la inflación es menor (γ más bajo), o la respuesta del desempleo a los salarios reales es mayor (α más alto). Los hacedores de política que se preocupan mucho por el desempleo, pero poco por la inflación, terminan sin una menor tasa de desempleo, pero con una inflación más alta, respecto a quienes prefieren una inflación más baja a menor desempleo. Este resultado se debe totalmente a la falta de compromiso. Bajo compromiso, la tentación para elevar la inflación ex post está ausente, las expectativas racionales dictaminan el mismo resultado para cualquier parámetro de preferencias.

2.4 Investigaciones posteriores

Las contribuciones de Kydland y Prescott ofrecieron una explicación político-económica de por qué varios países se encontraban en un proceso de inflación auto-generada a pesar de las repetidas promesas de combatirla. En particular, Barro y Gordon (1983a) ahondaron más en este aspecto. Basados en el análisis de Kydland y Prescott, formularon una teoría positiva de la política monetaria y la inflación, según

⁸ El supuesto clave que se requiere es que la ganancia marginal en bienestar por la reducción del desempleo por debajo de γ^* debería exceder la pérdida marginal de bienestar producida por elevar la inflación por encima de cero; para la forma funcional utilizada, la primera es estrictamente positiva y la última es cero (condición de primer orden).

⁹ Esta expresión se deriva utilizando la condición de primer orden, cuando el gobierno toma $E(pt)$ como dado, es decir, $\partial pt = a(ut - ku^*)$. Combinando esta condición con la curva de Phillips $ut = u^* - a(pt - E(pt))$ y usando la condición de expectativas racionales $pt = E(pt)$, se llega a la expresión expuesta en el texto.

la cual, la inflación es más elevada cuando el desempleo de equilibrio es mayor que la meta que se han propuesto los políticos, pero que no han sido capaces de conseguirla.

Barro y Gordon (1983 a, b) introdujeron choques de oferta y políticas de estabilización en el modelo y mostraron que estas extensiones no afectan las conclusiones básicas. En el modelo extendido, el compromiso de adherirse a una cierta política debería ser interpretado como el compromiso a respetar una regla que asegura que la política responda de modo óptimo a choques macroeconómicos futuros. Tal regla (contingente) permite obtener mejores resultados económicos que una política discrecional: menor inflación y la misma tasa promedio de desempleo en el ciclo, además del mismo alcance de estabilización macroeconómica.

Un reto para la investigación era probar si la consistencia temporal podía ser resuelta. Una posibilidad fue dada por Barro y Gordon (1983 b), Backus and Driffill (1985), y Tabellini (1985). Estos autores tomaron elementos de la teoría de juegos repetitivos para mostrar que, bajo ciertas condiciones, equilibrios con baja inflación podían aparecer también en el caso de una política discrecional. De acuerdo a esta teoría, cuando los hacedores de política invierten en “buena reputación” a través de su combate a la inflación, influyen en las expectativas del sector privados sobre las tasas de inflación futuras.

Kydland y Prescott también señalaron los beneficios potenciales de normas legisladas que podrían introducir un rezago entre las decisiones de política y su implementación (similar al rezago aplicado al cambio constitucional). Un inconveniente de estas reglas es que, en la práctica, tendrían que ser bastante simples; esto haría más difícil reaccionar a eventos macroeconómicos imprevistos que requieren de una respuesta de política. Por tanto, reglas simples y no contingentes de política monetaria, tales como reglas que prescriben una tasa fija de inflación o un tipo de cambio fijo, pueden ser menos deseables que la política discrecional porque las fluctuaciones en el ingreso bajo estas reglas simples se volverían demasiado grandes. Estos problemas incitaron a otros investigadores a enfocarse en las reformas institucionales que podrían mejorar el desempeño de una política discrecional.

En el contexto de la política monetaria, Rogoff (1985) demostró que un equilibrio entre credibilidad (política de baja inflación) y flexibilidad (estabilización) podría alcanzarse a través de la delegación de la política monetaria a un banco central independiente. En particular, de acuerdo al análisis de Rogoff, si un banco central independiente es manejado por una autoridad “conservadora”, es decir, un agente más adverso a la inflación que el resto de los ciudadanos, entonces se podrían

alcanzar mejores resultados en términos de bienestar. En el lenguaje del ejemplo sobre políticas de estabilización explicado más arriba, un agente con un mayor β que el de la función social de bienestar debería ser seleccionado para presidir y manejar de forma independiente el banco central. Este hallazgo ha sido usado en el debate político de muchos países para recomendar la independencia de los bancos centrales de la influencia directa del gobierno. Esta suposición teórica —que sería posible reducir la inflación a través de una reforma institucional de ese tipo sin incurrir en costos en términos de aumentos de desempleo sobre el ciclo económico— ha recibido soporte de la investigación empírica que examina los efectos de las instituciones de política monetaria en los resultados macroeconómicos, entre países y a lo largo del tiempo.¹⁰

Desde entonces, esta idea de Rogoff ha sido desarrollada y refinada sustancialmente, por ejemplo en análisis de regímenes monetarios con metas explícitas de inflación e incentivos a través de contratos de incentivos para los banqueros centrales (Walsh, 1995 y Svensson, 1997). La literatura ha considerado además algunas extensiones del entorno económico, partiendo de la curva de Phillips más simplificada, hacia modelos macroeconómicos dinámicos. Gran parte de la literatura reciente se ha enfocado en los problemas de consistencia temporal asociados con los esfuerzos por utilizar la política monetaria para propósitos de estabilizar la inflación y el desempleo alrededor de los niveles objetivo. Tales problemas aparecen también cuando la política monetaria no se caracteriza por un sesgo inflacionario. Algunos de estos modelos han analizado el potencial para contrarrestar aumentos temporales de la inflación con menores costos en términos de producción y empleo, cuando las políticas de baja inflación futura son creíbles (ver por ejemplo Clarida, Galy y Gertler, 1999, para un estudio sobre esta investigación). Muchas de estas aplicaciones están basadas en los métodos que Kydland y Prescott usan para caracterizar el equilibrio. Otros aspectos del diseño de las instituciones monetarias, tales como la transparencia y responsabilidad de instituciones alternativas, han sido analizadas a partir de las reflexiones pioneras de Kydland y Prescott.

Los problemas de consistencia temporal han sido examinados en otras áreas del quehacer de la política gubernamental. Algunos ejemplos importantes en la literatura sobre política fiscal son: el análisis sobre los gravámenes impositivos al capital y al trabajo de Fischer (1980), y también el análisis de Lucas y Stokey (1983) sobre la deuda pública y la distribución temporal de los impuestos. Investigaciones subsecuentes, tanto teóricas como empíricas, han estudiado la forma en que las

¹⁰ Véase por ejemplo los primeros análisis empíricos de Grilli, Masciandro, y Tabellini (1991), Cukierman (1992), y Alesina y Summers (1993).

reglas de equilibrio presupuestario u otras restricciones a la política fiscal influyen en el gasto del gobierno, el déficit público y el endeudamiento internacional.

En general, una extensa literatura se ha desarrollado alrededor de la política económica, a partir del análisis pionero y la metodología de Kydland y Prescott. Este programa de investigación extiende el análisis de los problemas de credibilidad a temas como los incentivos políticos y las instituciones como determinantes centrales en los resultados de política. Un trabajo interdisciplinario muy significativo ha incorporado ideas y herramientas de las ciencias políticas al análisis de conflictos de interés entre votantes y hacedores de política, y entre diferentes grupos de votantes o partidos políticos (los ejemplos de Kydland y Prescott miran al sector privado como un conjunto de individuos “representativos” idénticos). Esta área de investigación se extiende mucho más allá de la estabilización y la política impositiva, aborda también la política de comercio exterior, política regulatoria, del mercado laboral, crecimiento económico, entre otros. Muchos textos recientes que procuran ayudar a estudiantes de economía y de ciencias políticas, así como a investigadores en el área, resumen el cuerpo de la investigación (ver por ejemplo, Drazen, 2000, Persson y Tabellini, 2000, y Grossman y Helpman, 2001).

2.5 Un impacto más amplio

El análisis de Kydland y Prescott sobre los problemas de consistencia temporal, inherentes a la política monetaria dieron una explicación del porqué varios países parecían atrapados en un círculo vicioso de alta inflación, durante los 70's, a pesar de continuas declaraciones por parte de los gobiernos y bancos centrales de que la inflación se reduciría. La recomendación de Kydland y Prescott de que las políticas deberían estar basadas en reglas en vez de en la discrecionalidad generó un gran debate, donde las reglas simples para el crecimiento del dinero, tipos de cambios fijos, etc. eran sugeridos como soluciones al problema inflacionario. De acuerdo a la literatura académica que se ha revisado más arriba, el debate sobre la práctica de la política también cambió de enfoque. Las discusiones de acciones aisladas de política dieron paso a consideraciones explícitas acerca de un marco institucional más amplio que determine los incentivos de los hacedores de política y, por ende, determine cuáles políticas deberían ser creíbles y políticamente realizables.

Desde inicios de 1990, una gran cantidad de países han emprendido reformas institucionales que afectan su política monetaria, especialmente aumentando la independencia de sus bancos centrales en lo que tiene que ver con la conducción operativa de la política para alcanzar los objetivos planteados por el sistema político. Al mismo tiempo, estos objetivos han sido expuestos más claramente, usualmente

con la estabilidad de precios como objetivo prioritario. Las reformas de los bancos centrales en países como Nueva Zelanda, Suecia y el Reino Unido están basadas en lo que tiene que ver en la conclusión de la literatura académica iniciada por Kydland y Prescott, así como también las discusiones acerca del diseño del nuevo Banco Central Europeo en la Unión Europea. Existe además una estrecha conexión entre la investigación académica en este ámbito y la confianza creciente en la meta explícita de inflación en los bancos centrales de países desarrollados y en desarrollo.

2.6 Literatura relacionada

Los problemas de consistencia temporal de la política monetaria, debido al deseo del gobierno de aumentar sus ingresos a través de inflaciones sorpresivas, ya fueron señalados por Auernheimer (1974). Calvo (1978) examinó tales problemas de inconsistencia temporal pero no derivó la solución consistente en el tiempo bajo toma de decisiones discrecionales, tampoco analizó posibles soluciones. Otro tipo de problemas de consistencia temporal aparece en la literatura referente a las decisiones de ahorro iniciada por Strotz (1956) y más tarde desarrollada por Phelps y Pollak (1968). En este caso, la inconsistencia temporal entra directamente a través de las preferencias cambiantes en el tiempo, mientras que en el análisis de Kydland y Prescott, la inconsistencia está involucrada en las restricciones.

Un problema de consistencia temporal más estrechamente relacionado al estudiado por Kydland y Prescott puede encontrarse en la discusión iniciada por Buchanan (1975) sobre el "Dilema del Samaritano", pero otra vez, sin un análisis formal y sistemático del problema de inconsistencia asociado con la política del gobierno. Problemas similares son mencionados en Elster (1977). Un problema relacionado aparece también en la literatura de fijación de precios por parte de un monopolista productor de bienes durables. La idea es que un productor monopolístico de un nuevo bien querría que todos los consumidores crean que el bien continuará siendo vendido a un precio más alto. Los consumidores con una alta propensión a pagar más comprarían el bien al precio inicial más alto, después de lo que el bien podría ser vendido a menor precio al resto de consumidores. La así llamada conjetura de Coase (1972) sostiene que el precio se fijará al costo marginal porque los consumidores miran hacia adelante, por lo cual el monopolista en realidad compite en precio con sus propios intereses. Un análisis formal en teoría de juegos de este problema ha sido realizado por Stokey (1981), Bulow (1982), y Gul, Sonnenschein, y Wilson (1986).

3. Las fuerzas motrices detrás de los ciclos económicos

Durante las últimas dos décadas se han verificado cambios radicales en la

investigación teórica y empírica relativa a los ciclos económicos, y más en general en las opiniones predominantes sobre ciclos económicos. Los análisis keynesianos del período de posguerra estaban sustentados en un conjunto de relaciones entre variables agregadas ('formas reducidas'), que trataban de 'resumir' las interacciones entre varias relaciones estructurales. A pesar de que cada una de las relaciones estaba motivada por la teoría microeconómica del consumidor y del comportamiento de la empresa, usualmente no era derivada de modo explícito a partir de esa teoría. Más importante aún, las distintas relaciones macroeconómicas no estaban basadas en una estructura microeconómica *común* cuando eran usadas en conjunto en el análisis macroeconómico aplicado.

Versiones estimadas de tales modelos de ciclos económicos fueron ampliamente utilizadas en proyecciones y evaluaciones de la intervención de las políticas monetaria y fiscal. A mediados de los 70's, la crítica de Lucas (Lucas, 1976) había señalado serios problemas de este enfoque. No podía esperarse que las estimaciones de relaciones de forma reducida fuesen robustas ante cambios de régimen de política o del entorno macroeconómico. Los desarrollos macroeconómicos pusieron énfasis en esta crítica cuando las relaciones macroeconómicas aparentemente estables, basadas en datos históricos, parecían debilitarse. En particular, la estanflación —alto desempleo combinado con alta inflación— hizo estragos en la curva de Phillips, la cual parecía haber encontrado una relación negativa y estable entre las tasas de inflación y desempleo. Las experiencias de los 70's también cuestionaron la idea hasta entonces dominante de que los ciclos económicos eran generados principalmente por cambios en la demanda. Al contrario, las fluctuaciones macroeconómicas de la época parecían ser causadas por choques de oferta, tales como la variabilidad en los precios del petróleo en 1973-1974 y 1979 y la desaceleración mundial en el crecimiento de la productividad desde mediados de los 70's.

Lucas propuso formular una nueva teoría macroeconómica con bases firmes, es decir, sobre la base de una estructura microeconómica explícita, en lugar de sustentarse en postulados sobre relaciones agregadas. Esta estructura debía incluir supuestos sobre los consumidores y sus preferencias, las empresas y su tecnología, la información de estos agentes, los mercados específicos en que interactúan, etc. Sobre la base de estos *parámetros*, se derivan las implicaciones del equilibrio general para variables agregadas, que luego son confrontadas con los datos. Así, las preferencias de los consumidores y la tecnología de las firmas no serían afectadas por cambios de régimen de política fiscal o monetaria o en el entorno macroeconómico, aunque el *comportamiento* de los consumidores y las firmas sí fuera afectado. De este modo, los análisis cuantitativos con fundamentos microeconómicos eran robustos a tales cambios de régimen y por ende, más útiles en

el análisis de política que los modelos basados en relaciones históricas agregadas.

Desafortunadamente, las pautas de Lucas no estuvieron acompañadas de prescripciones operativas para implementarlas. El desarrollo de una modelización macroeconómica alternativa que satisfaga hasta los mínimos requerimientos para la derivación de predicciones para las principales variables macroeconómicas a partir de fundamentos microeconómicos era entonces, una gran tarea. Tal teoría tenía que ser dinámica para modelar apropiadamente la inversión, el consumo y otras decisiones intertemporales, sobre la base de un comportamiento de firmas y hogares que sea óptimo y mire hacia adelante. Los modelos dinámicos simples con expectativas racionales ya existían y un programa de investigación de cómo estimar económicamente tales modelos estaba en proceso, a partir del trabajo de Sargent (1977, 1978, 1979). Sin embargo, estos modelos implicaban drásticas simplificaciones y debían esencialmente representar la economía —o partes de ella— a través de unas pocas relaciones lineales. Alrededor de 1980, la estimación econométrica tradicional de modelos dinámicos no lineales de una forma lo suficientemente compleja para ser operativamente utilizada en análisis macroeconómico cuantitativo parecía fuera de alcance.

Kydland y Prescott, con su artículo de 1982, transformaron el análisis macroeconómico en varias dimensiones. Proporcionaron un primer bosquejo para volver operativa la propuesta de Lucas. En su modelo, Kydland y Prescott se basaron en una versión estocástica del modelo neoclásico de crecimiento, el cual, desde entonces, se ha vuelto esencial para gran parte de la modelización macroeconómica. Ellos mostraron que choques tecnológicos, como las variaciones de corto plazo alrededor de la tendencia en el crecimiento de la tecnología, factor que hace que las economías crezcan en el largo plazo, podía ser una causa importante de las fluctuaciones del producto. En los modelos macroeconómicos actuales, los choques de oferta juegan un papel importante junto con los choques de demanda. Para la solución de su modelo, Kydland y Prescott utilizaron soluciones numéricas y simulación computacional hasta un punto nunca antes implementado en economía. Hoy en día, los análisis numéricos de modelos económicos son indispensables y están entre las herramientas de todo estudiante de Economía. En su implementación empírica, Kydland y Prescott se apoyaron en la llamada calibración, una forma simple pero informativa de estimación que permite confrontar nuevos modelos con los datos. Desde entonces, la nueva teoría macroeconómica es comparada con los datos usando estos métodos. Por todo lo expuesto en este acápite, el trabajo de Kydland y Prescott ha cambiado no solamente la metodología básica del análisis de los ciclos económicos, sino también nuestra perspectiva sobre la importancia de los distintos tipos de choques y sus mecanismos de propagación.

3.1 La idea general

Comenzamos esbozando las características generales de la teoría de los ciclos económicos de Kydland y Prescott. Luego, revisamos su metodología, y por último delineamos un ejemplo simple y específico de la formulación del modelo, junto con una breve implementación empírica.

Kydland y Prescott comienzan por integrar la teoría de los ciclos económicos con la teoría del crecimiento económico. Puesto que desde su punto de vista los choques tecnológicos son fuentes potenciales importantes de las fluctuaciones del producto en el corto plazo, parece natural regresar al modelo neoclásico de crecimiento —el trabajo más importante en teoría de crecimiento desde la investigación de Robert Solow (1956). Otra razón para usar el modelo neoclásico de crecimiento está relacionada con el problema de distinguir entre el “corto plazo” (ciclos) y el “largo plazo” (crecimiento), ya que el largo plazo es necesariamente una secuencia de cortos plazos. Además, muchas de las variables de interés en la teoría de crecimiento y ciclos económicos coinciden.

El punto de partida de Kydland y Prescott fue la constatación de que la economía de EE. UU. y muchas otras economías occidentales habían crecido a una tasa promedio anual de alrededor 2%, durante cien años aproximadamente, lo que había aumentado su ingreso en un factor de siete veces. Su hipótesis es que el crecimiento de la tecnología puede ser un determinante fundamental no sólo del nivel de vida en el largo plazo, sino también de las fluctuaciones de corto plazo, al punto que el crecimiento tecnológico exhibe variaciones en el tiempo. Una manera de medir el crecimiento tecnológico es a través de la contabilidad del crecimiento, otra herramienta desarrollada por Solow (1957). Basado en ciertos supuestos sobre el funcionamiento de la economía (rendimientos constantes a escala, competencia perfecta, y mercado en equilibrio), consistentes con el modelo estudiado por Kydland y Prescott, este procedimiento dio cuenta de la parte del crecimiento del producto que se debe al crecimiento de los factores (trabajo y capital). El componente residual —el ‘residuo de Solow’— es por tanto interpretado como crecimiento de la tecnología. Kydland y Prescott (1982) asumieron una desviación estándar para los choques tecnológicos de la misma magnitud que para el residuo de Solow. Mediciones basadas en residuos de Solow implican, en el tiempo, variaciones relativamente grandes en el crecimiento de la tecnología, una parte sustancial de la cual aparece en las frecuencias del ciclo económico. Métodos más refinados han sido utilizados posteriormente (ver sección 3.4 más abajo).

Conceptualmente, Kydland y Prescott estudiaron un modelo dinámico de equilibrio general para una economía cerrada, con competencia perfecta y sin fricciones de mercado. ¿Cómo se traducen los choques tecnológicos en variaciones del producto en este modelo? Un choque positivo de tecnología en el período t

representa una tasa de crecimiento de la productividad total de los factores mayor que el promedio, es decir, un mayor incremento en la capacidad de la economía para producir, con una oferta de trabajo y capital dada. Una productividad más alta aumenta los salarios, de tal forma que la oferta de trabajo en t aumenta pues es relativamente más rentable para los trabajadores el trabajo que el ocio. Por tanto, dos efectos aumentan la producción en t : el efecto directo de mayor productividad y el efecto indirecto de mayor insumo trabajo. El retorno del capital aumenta también, pero el stock de capital en t es predeterminado. Por tanto, si el choque tecnológico en t ha sido esperado, el incremento del retorno del capital en ese mismo período podría haber llevado a una mayor inversión en los períodos previos, aumentando por tanto el ingreso en el período t , a través de un tercer canal indirecto.

El aumento del producto en t tiene consecuencias dinámicas. Parte de este incremento será consumido, mientras el resto será ahorrado e invertido. Esto dependerá de las preferencias de los consumidores y de la duración esperada del choque de productividad. La teoría y la evidencia microeconómicas indican una preferencia por suavizar el consumo en el tiempo; la porción del incremento temporal en el ingreso, que será ahorrada dependerá de dicha preferencia. A mayor duración esperada del choque de productividad, más rentable será ahorrar e invertir. Kydland y Prescott basaron sus series de crecimiento tecnológico en datos que mostraban una autocorrelación positiva y significativa. Por consiguiente, se espera una mayor respuesta de la inversión al choque que en el caso en que el choque tecnológico no esté correlacionado en el tiempo. Esto aumenta el stock de capital en el período $t+1$, mientras la tecnología todavía está sobre la tendencia debido a la autocorrelación. Por tanto, los incentivos para una oferta de trabajo superior a la oferta normal permanecen y —si el incremento en el stock de capital es grande y los choques de tecnología están suficientemente autocorrelacionados— la oferta de trabajo en el período $t+1$ estará más arriba de la tendencia que en el período t , como también lo estará la inversión.

Estos efectos dinámicos constituyen el ‘mecanismo de propagación’ del modelo, donde un ‘impulso’ generado por un choque tecnológico temporal define la trayectoria de las variables macroeconómicas. Este mecanismo es estable, es decir, los efectos de un impulso eventualmente terminan, porque el proceso de crecimiento tecnológico presenta reversión a la media y porque los retornos decrecientes del capital devuelven a la inversión a su tendencia inicial.

La teoría desarrollada entrega series de tiempo para variables macroeconómicas ampliamente consistentes con los datos. Debido al mecanismo de propagación, todos los agregados macroeconómicos muestran alta autocorrelación y mucho co-

movimiento, y la volatilidad de la inversión es mayor que la del ingreso, que a su vez es más alta que la del consumo. De este modo, la economía oscila entre auges y depresiones con recesiones causadas por crecimientos de la tecnología menores que la media, lo que lleva a los trabajadores a trabajar menos horas y a los consumidores a invertir menos. El modelo básico de Kydland y Prescott, una vez calibrado con parámetros de estudios microeconómicos, y simulado a través de impulsos generados por un proceso estimado de crecimiento tecnológico, genera fluctuaciones en el producto que ascienden a alrededor de 70% de aquellas observadas en datos de EE. UU., para el período de posguerra.

3.2 Métodos

Kydland y Prescott estudiaron un modelo estocástico y dinámico de equilibrio general. Un equilibrio en el modelo es un proceso estocástico donde se determinan precios y cantidades tal que (i) dado el proceso de formación de precios, consumidores y firmas escogen las cantidades que maximizan la utilidad esperada y los beneficios, y (ii) los mercados se vacían. La primera propiedad contiene implícitamente expectativas racionales; en un modelo dinámico completo, las predicciones insesgadas sobre la evolución futura de los precios son un elemento del comportamiento optimizador. Los teoremas básicos que aseguran la existencia de un equilibrio —que matemáticamente requiere resolver un problema de punto fijo en un espacio de varias dimensiones— fueron desarrollados anteriormente por Arrow y Debreu (ver Debreu, 1959). Sin embargo, una caracterización precisa de un equilibrio era bastante difícil, debido a la complejidad del análisis estocástico y dinámico. Kydland y Prescott, con su artículo de 1982, hicieron varias simplificaciones a la estructura general descrita por Arrow y Debreu.

Kydland y Prescott consideraron sólo un bien de consumo y un tipo de consumidor con vida infinita (esto puede interpretarse como una dinastía: una secuencia de padres e hijos con preferencias altruistas hacia su descendencia). Además, como en el modelo neoclásico de crecimiento, Kydland y Prescott asumieron un solo tipo de tecnología: una función de producción agregada, basada en los insumos de capital y trabajo. Asumieron también mercados desprovistos de fricciones; de este modo, el equilibrio que se alcanza es además un óptimo de Pareto. Esto facilitó las cosas en el sentido de que los teoremas estándar de bienestar les permitieron encontrar y caracterizar el equilibrio utilizando la teoría de optimización. Puesto que un equilibrio proporciona el mejor resultado posible para el consumidor representativo, pudieron esquivar el mecanismo de precios y encontrar directamente las cantidades de equilibrio resolviendo un “problema de planeación social”. Sobre la base de estas cantidades, los precios de equilibrio son fácilmente encontrados a partir de las condiciones de primer orden para la maximización de la utilidad y los beneficios (ver detalles en sección 3.3.2). Todas estas simplificaciones han sido

examinadas en la literatura posterior (ver Sección 3.4).

A pesar de estas drásticas simplificaciones, Kydland y Prescott encontraron que era necesario usar el análisis numérico para caracterizar el equilibrio. Al hacerlo, adaptaron los conocimientos del análisis numérico al problema y utilizaron una metodología computacional para resolver modelo. No obstante, el actual estado del arte en modelos de ciclos económicos es substancialmente más complejo que el analizado por Kydland y Prescott, y el análisis numérico de modelos económicos ha evolucionado como un campo independiente en Economía.¹¹

La comparación del modelo con los datos era el siguiente desafío. Un enfoque econométrico estándar, es decir, escoger los parámetros del modelo que permitan obtener el mejor ajuste posible a los datos del ciclo económico, no podía ser empleado dada la complejidad del modelo. Generar resultados para un conjunto de valores de los parámetros era bastante difícil y tomaba tiempo, pues esto involucraba soluciones numéricas a un problema de optimización dinámico y estocástico. La búsqueda de valores de los parámetros entre varios conjuntos a fin de obtener el mejor ajuste era imposible en la práctica. En lugar de todo esto, Kydland y Prescott adoptaron el método de “calibración”. Seleccionaron valores de parámetros que igualaran un subconjunto de momentos en los datos, de una forma tal que no era necesario resolver todo el modelo estocástico. En particular, escogieron valores para los parámetros que eran iguales a ciertas variables estadísticas de largo plazo (tal como promedio de tasas de interés y ratios capital- producto) y datos microeconómicos (lo que permitía la parametrización de las preferencias).

La idea de escoger parámetros de acuerdo a algunos “hechos básicos”, en lugar de propiedades de ciclos económicos que el modelo debía explicar, motivó el término de ‘calibración’. La calibración es simplemente una forma simple de estimación, puesto que los parámetros del modelo son escogidos a partir de un algoritmo especificado para ajustar un subconjunto del total de datos; en este caso, la estimación está basada en datos micro y macroeconómicos (de largo plazo).¹² El método era muy práctico, permitía la parametrización sin tener que resolver todo el modelo y daba directrices claras y útiles de cómo los cambios específicos en el modelo podían explicar mejor los datos.¹³ En la actualidad, dados los avances de la

¹¹ Para algunas referencias y una visión de conjunto, véase Amman, Kendrick y Rust (1996).

¹² Aplicaciones anteriores de metodologías similares, pero en modelos estáticos, pueden encontrarse en literatura empírica de comercio internacional (Shoven y Whalley, 1984). Modelos dinámicos fueron usados en finanzas públicas (Auerbach y Kotlikoff, 1987).

¹³ Los promedios de largo plazo en el modelo estocástico de Kydland y Prescott son aproximadamente iguales a los promedios de largo plazo en la versión no estocástica del

tecnología informática y los métodos econométricos, una estimación estructural de esta clase de modelos de ciclos económicos puede ser llevada a cabo; de hecho, a ello se dedican muchos de los analistas de ciclos económicos (ver sección 3.4).

3.3 Ejemplos y aplicaciones

Ahora se describe en detalle un caso especial del modelo de Kydland y Prescott de 1982, señalando brevemente la forma en que el modelo más general difiere de este caso especial.¹⁴

3.3.1 Establecimiento del modelo

El tiempo es discreto e infinito: $0, 1, 2, \dots$. Hay un tipo de bien producido en cada período, y_t , que puede ser utilizado ya sea para el consumo o la inversión: $c_t + i_t = y_t$. La acumulación de capital se expresa como $k_{t+1} = (1 - d)k_t + i_t$; una unidad de inversión en t se añade al stock de capital en $t+1$ y por tanto se deprecia a una tasa constante d .¹⁵ El nivel de producción resulta de la utilización de capital y trabajo, de acuerdo a la función de producción $f: y_t = f(z_t, k_t, l_t)$. Donde, f es creciente, cóncava y homogénea de grado uno en k y l . El parámetro estocástico de la tecnología, z_t , sigue un proceso AR(1), $z_{t+1} = \rho z_t + e_{t+1}$, donde $\rho \in (0, 1)$ indica una autocorrelación positiva y e_t está idéntica e independientemente distribuido en el tiempo, con media cero y varianza positiva s^2 .¹⁶

Hay un gran número de consumidores (idénticos); cada uno escoge cantidades y toma los precios como dados. Cada consumidor vive hasta el infinito y deriva su utilidad del consumo y el ocio. Sus preferencias, desde la perspectiva del período 0, se describen como:

modelo, los que son simples de resolver analíticamente.

¹⁴ Una versión de este caso especial fue examinada en un contexto multi-sectorial por Long y Plosser (1983).

¹⁵ Kydland y Prescott asumieron el llamado “tiempo para construir” tecnología, lo que implica que toma más de un período para que las inversiones maduren en capital productivo.

¹⁶ Esta formulación describe un proceso donde el nivel de la tecnología y el tamaño de la población no presentan crecimiento. Esto conviene para fines de ilustración, pero es fácil incorporar tendencias positivas en ambas variables.

$$E\left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, 1 - l_t)\right],$$

donde β el factor de descuento, es positivo y menor que uno, lo que refleja una preferencia por el consumo presente, y donde u es una función estrictamente creciente y cóncava. La dotación total de tiempo es 1 y l_t es el tiempo dedicado al trabajo. Las variables y_t , c_t , etc. son estocásticas —están movidas por el proceso estocástico para la tecnología z_t — y E denota el operador de las expectativas.

La restricción presupuestaria del consumidor se escribe como

$$c_t + k_{t+1} = (1 + r_t - \delta)k_t + w_t l_t,$$

donde r_t es el retorno del capital antes de la depreciación y w_t es el salario. Los precios en este modelo están dados por los procesos estocásticos de r_t y w_t . El consumidor maximiza la función de utilidad sujeto a esta restricción presupuestaria que se cumple en todos los períodos de tiempo.

Las firmas maximizan su beneficio bajo competencia perfecta. Dado que los consumidores determinan la acumulación de capital, esto implica resolver un problema de optimización estática para escoger los niveles de k_t y l_t que maximizan $f(z_t, k_t, l_t) - r_t k_t - w_t l_t$. Dado que f es homogénea de grado uno, los beneficios son nulos en todos los períodos.

3.3.2 Análisis

Las condiciones de primer orden, necesarias para la optimización del consumidor y la firma, determinan la forma en que funciona el modelo. Los consumidores tienen una condición intertemporal de primer orden que determina la elección entre consumo y ahorro:

$$u_1(c_t, 1 - l_t) = \beta E[u_1(c_{t+1}, 1 - l_{t+1})(1 + r_{t+1} - \delta)].$$

La pérdida de utilidad marginal debida al menor consumo en el período t debe igualar al valor esperado, descontado del retorno de una mayor inversión, de la utilidad en el período siguiente. Los consumidores también tienen una condición intertemporal que define la elección entre trabajo y ahorro:

$$u_1(c_t, 1 - l_t)w_t = u_2(c_t, 1 - l_t).$$

La pérdida marginal de trabajar una unidad adicional de tiempo, que implica la pérdida de ocio (el lado derecho de la ecuación), debe ser igual al salario multiplicado por la ganancia marginal de utilidad que implica el mayor ahorro.

La condición de maximización del beneficio de las firmas simplemente expresa que el producto marginal iguala a los precios de los factores: $r_t = f_2(z_t, k_t, l_t)$ y $w_t = f_3(z_t, k_t, l_t)$. Por tanto, estos precios son fáciles de encontrar como una función de las cantidades de insumos y el valor corriente del parámetro de la tecnología.

El equilibrio de este modelo toma la forma de un proceso estocástico para cantidades y precios que satisfagan todas las condiciones de equilibrio. Como en su trabajo de consistencia temporal, Kydland y Prescott usaron el *análisis recursivo* por lo cual los procesos de equilibrio están expresados como funciones de las 'variables de estado' de la economía, en este caso (z_t, k_t) : el shock corriente de tecnología y el stock de capital. La solución de equilibrio para el trabajo estará dada por una función $h_l: l_t = h_l(z_t, k_t)$. Por tanto, esta función indica la cantidad de trabajo de equilibrio para cualquier valor de un shock y cualquier valor de stock de capital. La función h_c denota la solución para el consumo: $c_t = h_c(z_t, k_t)$. Ambas funciones son suficientes para describir el equilibrio. Como ejemplo, si el estado actual es (z_t, k_t) , el stock de capital en el período $t+1$ debe satisfacer $k_{t+1} = (1 - d)k_t + f(z_t, k_t, h_l(z_t, k_t)) - h_c(z_t, k_t)$, que es una función que depende sólo del periodo corriente. En otro ejemplo, el salario en el período t debe igualar $f_3(z_t, k_t, h_l(z_t, k_t))$, que es también una función del período actual.

En general, no es posible encontrar formas explícitas para h_l y h_c . El siguiente paso en el análisis es, por tanto, utilizar el análisis numérico a fin de aproximar estas funciones bajo algunos supuestos convenientes sobre formas paramétricas específicas para f y u en los demás parámetros del modelo.

En un caso muy particular del modelo, es posible obtener una caracterización analítica (a diferencia de la numérica) completa del equilibrio. Si:

$$u(c, 1 - l) = (1 - \phi) \log c + \phi \log(1 - l),$$

$$f(z, k, l) = zk^\alpha l^{1-\alpha},$$

y $d=1$, entonces se puede verificar que todas las condiciones de equilibrio son

satisfechas cuando la oferta de trabajo es constante en el tiempo, es decir, $h_l(z_t, k_t) = A$, y el consumo es una fracción constante del ingreso —tal que $h_c(z_t, k_t) = Bz_t k_t^a A^{1-a}$ — para algunas constantes A y B .¹⁷

El resultado del modelo para un caso específico que permite una solución de forma cerrada no es directamente comparable a los datos observados en el ciclo económico, porque el supuesto de total depreciación implica que un período en el modelo es bastante largo. En los datos, el capital físico se deprecia a una tasa del orden del 10% al año, y la depreciación total ocurre luego de 20 años. Los ciclos económicos requieren que la duración del período sea mucho más corta. Con los supuestos clásicos, un período dura un trimestre o un año. Además, a pesar de que el caso especial del modelo tiene un mecanismo de propagación similar al discutido en la Sección 3.1, la oferta de trabajo no responde a los choques. Pero si a la tasa de depreciación se le asigna un valor más realista (para lo que se necesita usar soluciones con métodos numéricos), entonces, el mecanismo de la oferta de trabajo con las propiedades discutidas más arriba aparece.

3.3.3 Calibración

Una vez que se ha abordado la importancia de los parámetros específicos para las propiedades del modelo, hay que señalar que Kydland y Prescott no utilizaron un enfoque econométrico, sino que escogieron *calibrar* su modelo. Esto significa escoger todos los parámetros basándose en datos microeconómicos y datos macroeconómicos de largo plazo. ¿Cómo funciona entonces el procedimiento de calibración en este modelo?¹⁸

Como ya se indicó, la duración de un período de tiempo debe ser establecida; por lo general, un período de tiempo en el modelo se supone que representa un trimestre. Siguiendo a Kydland y Prescott, datos de largo plazo (por ejemplo, promedios de la época de posguerra para EE. UU., si el modelo busca describir esta economía) son utilizados para las siguientes variables: la relación promedio capital-producto (alrededor de 8 cuando el producto está medido trimestralmente, lo que ayuda a definir la tasa de depreciación δ), el promedio trimestral de la tasa de interés real (alrededor de 0.015, lo que define la tasa de descuento b), la participación promedio del capital en el ingreso (alrededor de 0.35, lo que determina el coeficiente a en la

¹⁷ Para mostrar esto, simplemente se insertan las formas funcionales del consumo y del trabajo en las condiciones de primer orden y se verifica que estas condiciones se cumplen en todos los puntos del tiempo.

¹⁸ Para detalles de la calibración ver Prescott (1986).

función de producción), y el promedio de horas trabajadas (cerca de 0.2 como fracción de las horas totales, lo que define el peso del ocio en la utilidad f , en el caso de una función de utilidad logarítmica).

En otras palabras, se utiliza una versión de las condiciones de equilibrio donde todas las variables crecen a una tasa constante en el tiempo —para describir una situación de largo plazo o de ‘estado estacionario’. Los valores de los parámetros son resueltos, dados los valores de largo plazo. Por lo general, se utiliza una función de utilidad un poco más general que la logarítmica. Esto permite la parametrización de las curvaturas con respecto al consumo y el ocio tal que las elasticidades de sustitución intertemporal y la oferta de trabajo se ajusten a aquellas obtenidas en estudios microeconómicos. Finalmente, se escogen los parámetros clave del proceso tecnológico, z , que se ajustan a las propiedades de un proceso estimado para el residuo de Solow, igualando r a su autocorrelación de primer orden y (la varianza de) e a su varianza.

3.3.4 Evaluación cuantitativa

Una vez que todos los valores de los parámetros han sido asignados, el modelo está totalmente especificado y puede ser resuelto numéricamente. Dada la solución para las funciones de equilibrio h_l y h_c , el producto y otras variables de interés pueden ser simuladas seleccionando un stock inicial de capital y aplicando choques estocásticos a partir de su distribución estadística, mientras que las funciones h_l y h_c se usan para generar series para todas las variables de interés. Estas series pueden ser luego comparadas con los datos del ciclo económico.

A manera de ilustración, considere el ejemplo anterior, que también es analizado en Cooley y Prescott (1995).¹⁹ La calibración se lleva a cabo tal como se explicó y donde la forma funcional de la utilidad es

$$u(c, l) = \frac{(c^{1-\phi} l^\phi)^{1-\gamma} - 1}{1-\gamma}$$

Esta forma funcional implica que las actitudes del consumidor hacia el riesgo —

¹⁹ El enfoque es el mismo que el de Cooley y Prescott (1985), excepto porque dicho estudio considera crecimiento de largo plazo para la población y la tecnología. Se omiten estos factores porque sólo tienen una influencia marginal en los resultados.

definido como el ‘coeficiente de aversión relativa al riesgo’— es constante en el tiempo e igual a g . Como en la discusión presentada más arriba, f es determinado sobre la base estudios sobre el uso del tiempo. El parámetro g es escogido en base a estudios microeconómicos de toma de riesgo. Los estudios discutidos en Prescott (1986) sugieren un valor para g cercano a 1, lo que de hecho implica que la función de utilidad se reduce a la función logarítmica expuesta más arriba. Después, en línea con los resultados de la contabilidad del crecimiento económico, el proceso para los choques de tecnología se supone que tiene un coeficiente de correlación serial (r más arriba) de 0.95 y una desviación estándar (s) de 0.7%.

Los datos utilizados son datos trimestrales para la economía norteamericana de posguerra.²⁰ Antes de comparar los resultados de las simulaciones del modelo con los datos reales, el componente del ciclo económico de los datos tiene que ser aislado. Los ciclos económicos son normalmente concebidos como fluctuaciones alrededor del sendero de crecimiento, que ocurren con una frecuencia de entre tres y cinco años.²¹ Por tanto, a los datos se les saca la tendencia, es decir, se les filtra, a fin de suprimir sus componentes de baja frecuencia (tendencia), reteniendo aquellos correspondientes al ciclo económico. Esto puede ser realizado de varias maneras.

Por ejemplo, Cooley y Prescott (1995) usaron una forma de filtro de diferencia.²² Algunas estadísticas clave de los datos sin tendencia y el modelo asociado se resumen en la tabla 1.²³

Tabla No. 1

Algunas estadísticas tomadas del modelo (datos)

²⁰ La muestra comienza en el primer trimestre de 1954 y termina en el segundo trimestre de 1991.

²¹ Véase Burns y Mitchell (1946).

²² El filtro específico usado es el introducido en Hodrik y Prescott (1980).

²³ El modelo fue simulado 100 veces, cada una con una muestra de 150 períodos de tiempo. Los números en la tabla son los promedios calculados entre las distintas simulaciones. Las series para la producción, consumo e inversión están basadas en cantidades reales (dólares de 1982); el producto es el PNB, el consumo es consumo de bienes no durables y servicios, y la inversión corresponde a la inversión privada bruta doméstica. Horas son el total de horas de trabajo según la U.S. Household Survey. Como en el modelo, la productividad del trabajo es igual a la compensación total promedio por hora, tomada de la U.S. National Income and Product Accounts.

Producto	Consumo	Inversión	Horas	Productividad del Trabajo
Desviaciones estándar (porcentaje)				
1.35 (1.72)	0.33 (0.86)	5.95 (8.24)	0.77 (1.59)	0.61 (0.55)
Correlación con el producto				
1 (1)	0.84 (0.83)	0.99 (0.91)	0.86 (0.99)	0.98 (0.03)

La tabla muestra que la variación en el producto en el modelo es en alguna medida, menor que en los datos, pero la discrepancia no es grande. El modelo predice que el consumo varía mucho menos y la inversión mucho más que el producto. Este es un resultado de suavización del consumo. La variación en horas trabajadas en el modelo es menos que la mitad de la variación que presentan los datos. Esta discrepancia se debe, en gran parte, a la fluctuación en el número de trabajadores empleados que exhiben los datos; el modelo simple se enfoca en las variaciones en el número de horas trabajadas por trabajador (el margen intensivo) y se abstrae de variaciones en la participación de la fuerza de trabajo y desempleo (el margen extensivo). La productividad en el modelo varía más que la medida de productividad encontrada en los datos, la cual está basada en la compensación promedio por hora.

La tabla también muestra altas correlaciones entre el producto y las demás variables macroeconómicas. La razón para ello es que hay sólo un choque —una fuente de incertidumbre— en el modelo. Las correlaciones entre consumo y producto y entre inversión y producto son muy similares en el modelo y en los datos. En lo que tiene que ver con la correlación entre horas y producto, el modelo no genera un comovimiento tan alto como el efectivamente observado en la economía de EE. UU. Esta es otra consecuencia de la modelización rudimentaria de la oferta de trabajo en este modelo simple. La compensación por hora trabajada es de alrededor cero en los datos, mientras que en el modelo la correlación es cercana a uno. Esto refleja de nuevo que el modelo tiene sólo un choque y que la oferta de trabajo opera sólo a través del margen intensivo.

Las implicaciones del modelo por las correlaciones dinámicas de las distintas variables sobre el ciclo pueden también ser comparadas a los datos. Por ejemplo, la correlación entre producto en trimestres adyacentes es 0.70 en el modelo; en los datos es 0.85.²⁴

²⁴ Para una evaluación más completa de las predicciones del modelo para la estructura de rezagos y períodos adelantados, ver Cooley y Prescott (1995).

3.4 Investigación posterior

La metodología de Kydland y Prescott ha sido ampliamente adoptada y además, adaptada a una variedad de estructuras teóricas que permiten analizar los ciclos económicos. La vasta literatura que se ha desarrollado a partir de ese trabajo puede ser organizada en cinco categorías: (1) extensiones dirigidas a evaluar las consecuencias de abandonar los supuestos tan rígidos y simplificadores (por ej. considerar un solo tipo de consumidor o abstraerse de aspectos monetarios) del modelo original; (2) análisis que se fundamentan en otros impulsos, tales como choques monetarios o choques internacionales en los términos de intercambio; (3) estudios que consideran diferentes mecanismos de propagación, tales como los que se derivan de las imperfecciones en los mercados de crédito, trabajo y bienes; (4) investigaciones enfocadas a mejorar las mediciones de los choques de tecnología y otras variables; y (5) estudios que buscan mejorar el análisis empírico en la dirección de estimaciones estructurales.

Categoría 1. Los supuestos introducidos por Kydland y Prescott han sido abandonados en estudios posteriores, encontrándose que los principales resultados son bastante robustos. Entre estos supuestos están: homogeneidad de las firmas y hogares (capturados a través del supuesto de la firma y el hogar representativos, en lugar de considerar la heterogeneidad de firmas y hogares en diferentes dimensiones); perfecto altruismo intergeneracional; ausencia de riesgos idiosincrásicos y no asegurados para el consumidor; agregación de bienes en un solo bien compuesto; sustitución perfecta entre bienes de consumo e inversión; competencia perfecta en el mercado de bienes; ausencia del dinero (al contrario de, por ejemplo, una demanda de dinero basada en las restricciones del modelo cash-in-advance); economía cerrada; y, exogeneidad de las mejoras tecnológicas.²⁵

Las propiedades de propagación y de correlación serial del modelo se ven afectadas cuando se introducen costos de cambiar y reasignar el stock de capital y la fuerza de trabajo, en el tiempo y entre sectores. Estas propiedades se afectan también cuando tecnologías no convexas, tales como las indivisibilidades de la oferta de trabajo, son introducidas para generar ajustes en el margen extensivo del empleo, característica ausente en el modelo simple expuesto en la sección 3.3. Extensiones del modelo que incluyen costos de ajuste rápido del capital y trabajo en respuesta a choques, ayudan a replicar ciertas asimetrías que caracterizan a los datos observados en los ciclos económicos. Por ejemplo, las recesiones son más pronunciadas y más cortas que los auges; estimaciones de la respuesta a choques tecnológicos sugieren

²⁵ Para una primera revisión de la literatura ver Cooley (1995); un trabajo más reciente es el de King y Rebelo (2000).

que las horas trabajadas responden fuertemente pero con un rezago; y, los componentes que son fundamento del proceso del empleo —creación y destrucción de puestos de trabajo— tienen distintas propiedades en las series de tiempo: la destrucción de puestos de trabajo es mucho más variable que la creación (véase Gilchrist y Williams, 2000 y Campbell y Fisher, 2000). Más aún, se ha demostrado que la utilización variable de los factores de producción aumenta significativamente la amplitud de respuesta de la economía a choques (para una discusión general de este aspecto, ver King y Rebelo, 2000).

Categoría 2. Muchos estudios han sugerido alternativas para agregar los choques tecnológicos como fuente de los ciclos económicos. Impulsos reales incluyen choques de precios relativos mundiales para materias primas, choques en el mecanismo que establece los salarios, lo que implica cambios en los costos de las empresas (choques de “cost-push”), choques de política fiscal y gasto del gobierno, o choques tecnológicos que afectan a un sector de la economía en lugar de al agregado. Choques de demanda incluyen choques en las preferencias del consumidor, tales como ‘arranques de impaciencia’, aunque la dificultad de medir empíricamente el tamaño de esos choques los vuelve difíciles de estimar. Los choques de preferencias son tal vez la contraparte más cercana a aquellos que Keynes percibió como los que dirigen la economía, a pesar de que no representan los ‘espíritus animales de los inversionistas’ o la ‘confianza del consumidor’. Una parte de la literatura trata con choques de información, es decir, noticias sobre eventos que están por venir, tales como las mejoras tecnológicas.

Otra área de la literatura examina los ciclos económicos desde una perspectiva internacional. Algunos investigadores han estudiado la reacción de pequeñas economías abiertas a choques internacionales, tales como a los términos de intercambio o a las tasas de interés; véase Mendoza (1991) y, para una primera aplicación al caso de Suecia, Lundvik (1992). Otros investigadores han estudiado, en cambio, la transmisión del ciclo económico entre de economías similares; la primera contribución en esta línea es Backus, Kehoe, y Kydland (1992).

Categoría 3. Muchas extensiones han sido motivadas por la creencia de que una teoría macroeconómica, donde los ingredientes básicos de los ciclos económicos pueden ser capturados dentro de una estructura de mercado perfecto, no contiene características importantes del mundo real. Naturalmente, las fricciones del mercado laboral que dan lugar al desempleo de equilibrio expanden el ámbito del modelo, pero no implican necesariamente propiedades muy diferentes en las series de tiempo del producto y la inversión. Lo mismo sucede cuando elementos monopolísticos son incluidos junto con la competencia en el mercado de bienes.²⁶ A pesar de las

²⁶ Véase Merz (1995) o Andolfatto (1996) para fricciones, y para una formulación de salarios de

fricciones introducidas, la metodología básica en esta investigación está en línea con el enfoque original de Kydland y Prescott. Por ejemplo, los modelos que abordan las imperfecciones en el mercado de crédito de Bernanke y Gertler (1989) o Kiyotaki y Moore (1995) están fundamentados de modo explícito en la microeconomía y derivan fricciones de mercado de 'primeros principios'. Asimismo, modelos de desempleo que consideran costos de búsqueda y salarios de eficiencia adoptan supuestos sobre el comportamiento de los agentes derivados de la microeconomía. Algunos de estos modelos caracterizan de manera distinta los mecanismos de propagación respecto a aquellos encontrados en el trabajo de Kydland y Prescott. Kiyotaki y Moore (1995) encuentran respuestas cíclicas pronunciadas del producto ante un único choque, mientras que la teoría de Kydland y Prescott suele dar como resultado respuestas monotónicas.

Categoría 4. Nuevas mediciones de los choques tecnológicos se han emprendido, utilizando distintos métodos. Uno de ellos parte de la contabilidad del crecimiento económico de Solow (usado por ejemplo en Prescott (1986) y Kydland y Prescott (1988)), pero en lo sustancial, abandona los supuestos de base. En primer lugar, la contabilidad ha sido llevada a un nivel más desagregado, es decir, abandona la función de producción agregada. En segunda instancia, el supuesto de que los insumos están bien cuantificados ha sido abandonado, permitiendo que la utilización de factores (no observados) varíe y estimando econométricamente el movimiento de la utilización de los factores a lo largo del ciclo a través de la técnica de variables instrumentales. Tercero, se ha dejado de lado el supuesto de rendimientos constantes a escala y competencia perfecta: basados en estimaciones del tamaño de los márgenes de ganancia sobre los costos marginales, el mismo tipo de metodología contable puede ser utilizada. Todas estas mejoras a las medidas iniciales de Kydland y Prescott se discuten en Basu y Fernald (1997, 2000). En resumen, los resultados muestran que las estimaciones de las fluctuaciones tecnológicas de corto plazo son significativas; el hecho de si tienen o no el efecto predicho por el modelo original de Kydland y Prescott, es una cuestión más abierta.

Otro enfoque muy diferente para cuantificar los choques tecnológicos es estimar un sistema estocástico de vectores auto regresivo (VAR) que contenga series de tiempo del producto, productividad del trabajo, y un conjunto de otras variables. En el sistema VAR, los choques que impulsan a las variables observadas son clasificados como de oferta (tecnología) siempre y cuando tengan un impacto permanente en la productividad laboral; el resto de choques son considerados como de demanda (ver Blanchard y Quah, 1989). Para este enfoque ver por ejemplo Gali (1999) y Fisher (2002). Los resultados de este enfoque aparecen como sensibles a los detalles de especificación, pero cuestionan la generalidad de los resultados originales

eficiencia, ver Danthine and Donaldson (1995). Para un primer análisis del modelo de ciclos económicos con competencia monopolística, ver Hornstein (1993).

de Kydland y Prescott.

Categoría 5. Las estimaciones econométricas han sido adoptadas gradualmente. Como se mencionó antes, la estimación econométrica tradicional de un modelo de ciclos económicos totalmente basado en fundamentos microeconómicos no era una opción cuando Kydland y Prescott hicieron su contribución original, y puede no haber sido muy productivo en las primeras etapas de la investigación. Pero con el tiempo, gracias al enriquecimiento de la teoría, el desarrollo de los computadores, y el avance en los métodos econométricos, la situación ha cambiado. Las estimaciones econométricas de los modelos estocásticos de crecimiento empezaron con Altug (1989), pero fueron emprendidas en versiones linealizadas de los ciclos económicos. Desarrollos posteriores estimaron partes clave del modelo —tales como condiciones de primer orden para el ahorro y la oferta de trabajo— usando estimadores del denominado método generalizado de momentos (ver Hansen 1982). Una estimación estructural de modelos no lineales, dinámicos y estocásticos de equilibrio general ha sido emprendida también. Smets y Wouters (2003) proporcionan un ejemplo de una estimación de un modelo para el área Euro, basada en el trabajo de Kydland y Prescott.

Una importante y reciente literatura, que merece especial mención, recoge varias de las extensiones discutidas más arriba. Comúnmente referidas como investigaciones neo-keynesianas de los ciclos económicos, esta literatura examina modelos monetarios de ciclos económicos, basados en fricciones en el proceso de ajuste de precios y/o salarios (ver por ejemplo, Rotemberg and Woodford, 1997, Clarida, Gali, y Gertler, 2000, y Dotsey, King, and Wolman, 1999). Estos modelos de la escuela de los nuevos keynesianos se construyen alrededor de un núcleo muy similar al modelo de Kydland y Prescott, pero incluyen supuestos microeconómicos sobre los costos que supone el cambio de precios para las empresas, las que, se asume, interactúan bajo competencia monopolística. Las decisiones para el establecimiento de precios y salarios son modeladas explícitamente sobre la base de expectativas racionales. Esto vuelve a la estructura analítica del modelo similar a aquella del trabajo original de Kydland y Prescott; además, los investigadores nuevo-keynesianos han tomado sus herramientas analíticas. Los modelos resultantes pueden dar lugar a una curva de Phillips. Los choques monetarios producen potencialmente grandes efectos en el producto, y la política monetaria puede producir, o estabilizar, fluctuaciones de corto plazo. Modelos de este tipo han probado ser muy útiles para análisis más complejos de problemas de consistencia temporal de la política monetaria, que no fueron considerados por Kydland y Prescott.

Los enfoques de los nuevos keynesianos han aplicado análisis normativos y positivos de diferentes reglas monetarias y diseño de instituciones. Puesto que la teoría se sustenta en supuestos microeconómicos explícitos, la evaluación de

experimentos de política es sencilla: simulando el modelo para diferentes escenarios de política se puede comparar fácilmente los niveles de bienestar resultantes para los distintos agentes económicos. Por tanto, la modelización permite hacer afirmaciones no sólo cualitativas, sino también cuantitativas, en términos de bienestar. Tales evaluaciones de política son además atractivas desde la perspectiva de la crítica de Lucas. Los modelos están formulados sobre la base de parámetros, por lo que deberían ser más robustos que las relaciones agregadas de formas reducidas, para guiar la política económica. En síntesis, el enfoque nuevo-keynesiano ha logrado una síntesis entre el análisis keynesiano y los ciclos económicos del trabajo de Kydland y Prescott.

3.5 Otros impactos

El artículo de Kydland y Prescott de 1982 transformó la investigación académica en ciclos económicos. Extensiones y refinamientos en la literatura posterior mejoraron la capacidad del modelo original para igualar los datos macroeconómicos y permitieron análisis muy significativos de política económica. Modelos utilizados en contextos reales de política han adoptado cada vez más la metodología de Kydland y Prescott. Gradualmente, muchos modelos empleados por organismos de política y bancos centrales han llegado a incorporar fundamentos microeconómicos sobre la forma del comportamiento del ahorro y la oferta de trabajo, combinados con expectativas racionales. Un procedimiento típico ha sido formular versiones determinísticas del modelo de Kydland y Prescott —a ser utilizado para análisis contraactuales de mediano plazo— y añadir una estructura estocástica ad hoc para enriquecer la dinámica de corto plazo. Hoy en día, algunas organizaciones cuentan con versiones operacionales del estilo del modelo de Kydland y Prescott, que incorporan dinámicas de corto plazo.²⁷ Un enfoque alternativo —aunque bastante relacionado— ha sido buscar maneras de resumir los modelos de Kydland y Prescott utilizando sistemas de formas reducidas (aproximadas) que son fáciles de analizar y por tanto, se vuelven una herramienta muy útil en el análisis de política (véase Woodford, 2003 y Schmitt-Grohé y Uribe, 2003). La tecnología computacional ha trazado la frontera en la línea de investigación de Kydland y Prescott y los rápidos avances recientes en esta tecnología han expandido en gran medida la capacidad para resolver y estimar versiones mucho más complejas de las nuevas teorías de los ciclos económicos.

3.6 Literatura relacionada

²⁷ Para una aplicación de previsiones de largo plazo, ver del Negro y Schorfheide (2004).

La esencia del modelo de los ciclos económicos es el modelo neoclásico de crecimiento con decisiones óptimas de ahorro. Cass (1965) y Koopmans (1965) añadieron decisiones óptimas de ahorro al modelo neoclásico de Solow, a pesar de que no modelaron la oferta de trabajo. Choques estocásticos fueron introducidos en el modelo de crecimiento óptimo de Brock y Mirman (1972), pero a su modelo no se le dio una interpretación de equilibrio y no fue usado para analizar los ciclos de corto plazo impulsados por la tecnología. En sus primeras contribuciones a la literatura iniciada por Kydland y Prescott, Long y Plosser (1983) examinaron co-movimientos entre sectores, debidos a choques tecnológicos agregados y acuñaron el término 'ciclos económicos reales'. Bruno y Sachs (1979) analizaron choques de oferta pero no en el contexto de un modelo totalmente dinámico y estocástico con fundamentos microeconómicos. En general, el enfoque de Kydland y Prescott para el análisis del ciclo económico está relacionado con los artículos de Frisch (1933) y Slutsky (1937), que mostraron cómo un ajuste de la economía frente a una secuencia de choques aleatorios puede dar lugar a fluctuaciones cíclicas que evocan a los ciclos económicos.

4. Lecturas recomendadas

A pesar de que demandan mucha técnica, los artículos originales de Kydland y Prescott son altamente recomendados. Muchos de sus primeros artículos sobre consistencia temporal y política macroeconómica están impresos en Persson y Tabellini (1994). Para un estudio de esta investigación, véase Drazen (2000). Para interpretaciones sobre la teoría de Kydland y Prescott sobre el ciclo económico, ver el volumen de Cooley (1995) que contiene una serie de estudios sobre diferentes aspectos de los ciclos económicos reales. King y Rebelo (2000) proporcionan una revisión muy comprensible, mientras que Prescott (1986) da una sencilla introducción al tópico.

Bibliografía

- Alesina, A. and L. Summers (1993), "Central bank independence and macroeconomic performance: Some comparative evidence", *Journal of Money, Credit and Banking*, 25, 151-162.
- Altug, S. (1989), "Time-to-build and aggregate fluctuations: Some new evidence", *International Economic Review*, 10, 889-920.
- Amman, H., D. Kendrick and J. Rust (eds.) (1996), *Handbook of Computational*

Economics, North-Holland: Amsterdam.

Andolfatto, D. (1996), "Business cycles and labor market search", *American Economic Review*, 86, 112-132.

Auerbach, A. and L. Kotlikoff (1987), *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press: Cambridge.

Auernheimer, L. (1974), "The honest government's guide to the revenue from the creation of money", *Journal of Political Economy*, 82, 598-606.

Backus, D. and J. Driffill (1985), "Rational expectations and policy credibility following a change in regime", *Review of Economic Studies*, 52, 211-221.

Backus, D., P. Kehoe, and F. Kydland (1992), "International real business cycles", *Journal of Political Economy*, 101, 745-775.

Barro, R. and D. Gordon (1983a), "A positive theory of monetary policy in a natural-rate model", *Journal of Political Economy*, 91, 589-610.

_____ (1983b), "Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy", *Journal of Monetary Economics*, 12, 101-120.

Basu, S. and J. Fernald (1997), "Returns to scale in U.S. production: Estimates and implications", *Journal of Political Economy*, 105, 249-283.

_____ (2000), "Why is productivity procyclical? Why do we care?", Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper 2000-11.

Bernanke, B. and M. Gertler (1989), "Agency costs, net worth, and business fluctuations", *American Economic Review*, 79, 14-31.

Blanchard, O. and D. Quah (1989), "The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances", *American Economic Review*, 79, 654-673.

Brock, W. and L. Mirman (1972), "Optimal economic growth and uncertainty: The discounted case", *Journal of Economic Theory*, 4, 479-515.

Bruno, M. and J. Sachs (1979), "Supply vs. demand approaches to the problem of stagflation", NBER Working Paper # 382.

Buchanan, J. (1975), "The Samaritan's dilemma", in E. Phelps (red.), *Altruism*,

Morality and Economic Theory, Russell Sage Foundation.

Bulow, J. (1982), "Durable goods monopolists", *Journal of Political Economy*, 90, 314-32.

Burns, A. and A. Mitchell (1946), *Measuring Business Cycles*, National Bureau of Economic Research: New York.

Calvo, G. (1978), "On the time consistency of optimal policy in a monetary economy", *Econometrica*, 46, 1411-1428.

Campbell, J. and J. Fisher (2000), "Aggregate employment fluctuations with microeconomic asymmetries", *American Economic Review*, 90, 1323-1345.

Cass, D. (1965), "Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation", *Review of Economic Studies*, 32, 233-240.

Clarida, R., J. Gali and M. Gertler (1999), "The science of monetary policy: A new Keynesian perspective", *Journal of Economic Literature*, 37, 1661-1707.

_____ (2000), "Monetary policy rules and macroeconomic stability: Evidence and some theory", *Quarterly Journal of Economics*, 115, 147-180.

Coase, R. (1972), "Durability and monopoly", *Journal of Law and Economics*, 15, 143-149.

Cooley, T. (ed.) (1995), *Frontiers of Business Cycle Research*, Princeton University Press: Princeton.

_____t (1995), "Economic growth and business cycles", in Cooley, T. (ed.), *Frontiers of Business Cycle Research*, Princeton University Press: Princeton, 1-38.

Cukierman, A. (1992), *Central Bank Strategy, Credibility and Independence: Theory and Evidence*, MIT Press: Cambridge, MA.

Danthine, J.P. and Donaldson, J. (1995), "Non-Walrasian economies", in T. Cooley (ed.), *Frontiers of Business Cycle Analysis*, Princeton University Press: Princeton, 217-242.

Debreu, G. (1959), *Theory of Value, An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*, Wiley: New York.

- Del Negro, M. and F. Schorfheide (2004), "Priors from general equilibrium models for VARs", forthcoming, *International Economic Review*.
- Dotsey, M., R. King, and A. Wolman (1999), "State dependent pricing and the general equilibrium dynamics of money and output", *Quarterly Journal of Economics*, 114, 655-690.
- Drazen, A. (2000), *Political Economy in Macroeconomics*, Princeton University Press: Princeton.
- Elster, J. (1977), "Ulysses and the sirens: A theory of imperfect rationality", *Social Science Information*, 16, 469-526.
- Fischer, S. (1980), "Dynamic inconsistency, cooperation, and the benevolent dissembling government", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2, 93-107.
- Fisher, J. (2002), "Technology shocks matter", Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper 2002-14.
- Friedman, M. (1968), "The role of monetary policy", *American Economic Review*, 58, 1-17.
- Frisch, R. (1933), "Propagation problems and impulse problems in dynamic economies", in *Economic Essays in Honour of Gustav Cassel*, Allen and Unwin: London.
- Gali, J. (1999), "Technology, employment, and the business cycle: Do technology shocks explain aggregate fluctuations?", *American Economic Review*, 89, 249-271.
- Gilchrist, S. and J. Williams (2000), "Putty-clay and investment: a business cycle analysis", *Journal of Political Economy* 108, 928-60.
- Grilli, V., D. Masciandro and G. Tabellini (1991), "Political and monetary institutions and public finance in the industrial countries", *Economic Policy*, 13, 342-392.
- Grossman, G. and E. Helpman (2001), *Special Interest Politics*, MIT Press: Cambridge, MA. and London.
- Gul, F., H. Sonnenschein, and R. Wilson (1986), "Foundations of dynamic monopoly and the Coase conjecture", *Journal of Economic Theory*, 39, 155-190.
- Hansen, L. (1982), "Large sample properties of generalized method of moments

estimators”, *Econometrica*, 50, 1029-1054.

Hodrick, R. and E. Prescott (1980), “Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 29:1, 1-16.

Hornstein, A. (1993), “Monopolistic competition, increasing returns to scale, and the importance of productivity shocks”, *Journal of Monetary Economics*, 31, 299-316.

Keynes, J. M. (1936), *The General Theory of Employment, Interest and Money*.
McMillan: London.

King, R. and S. Rebelo (2000), “Resuscitating real business cycles”, in J. Taylor and M.

Kiyotaki, N. and J. Moore (1995), “Credit cycles”, *Journal of Political Economy*, 105, 211-248.

Koopmans, T. (1965), “On the concept of optimal economic growth”, *The Economic Approach to Development Planning*, North-Holland: Amsterdam.

Kydland, F. and E. Prescott (1977), “Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans”, *Journal of Political Economy*, 85, 473-490.

_____ (1982), “Time to build and aggregate fluctuations”, *Econometrica*, 50, 1345-1371.

_____ (1988), “The workweek of capital and its cyclical implications”, *Journal of Monetary Economics*, 21, 343-360.

Long, J. B. and C. Plosser (1983), “Real business cycles”, *Journal of Political Economy*, 91, 39-69.

Lucas, R. (1972), “Expectations and the neutrality of money”, *Journal of Economic Theory*, 4, 103-124.

_____ (1973), “Some international evidence on output-inflation tradeoffs”, *American Economic Review*, 63, 326-334.

_____ (1976), “Econometric policy evaluation: A critique”, *Journal of Monetary Economics*, supplement, 19-46.

Lucas, R. and N. Stokey (1983), “Optimal fiscal and monetary policy in an economy

without capital”, *Journal of Monetary Economics*, 12, 55-94.

Lundvik, P. (1992), “Foreign demand and domestic business cycles: Sweden 1891-1987”,

Chapter 3 in *Business Cycles and Growth*, Monograph Series No. 22, Institute for International Economic Studies, Stockholm University.

Maskin, E. and J. Tirole (2001), “Markov perfect equilibrium, I: Observable actions”, *Journal of Economic Theory*, 100, 191-219.

Mendoza, E. (1991), “Real business cycles in a small open economy”, *American Economic Review* 81, 797-818.

Merz, M. (1995), “Search in the labor market and the real business cycle”, *Journal of Monetary Economics*, 36, 269-300.

Nash, J. (1950), *Non-cooperative Games*, Ph.D. dissertation, Department of Mathematics, Princeton University: Princeton.

Persson, T. and G. Tabellini (1990), *Macroeconomic Policy, Credibility and Politics*, Harwood Academic Publishers: Chur.

_____ (1994), *Monetary and Fiscal Policy*, Vol. 1 Credibility, MIT Press: Cambridge, MA.

_____ (2000), *Political Economics: Explaining Economic Policy*, MIT Press: Cambridge, MA.

Phelps, E. (1967), “Phillips curves, expectations of inflation and optimal unemployment over time”, *Economica*, 34, 254-81.

_____ (1968), “Money-wage dynamics and labor-market equilibrium”, *Journal of Political Economy*, 76, 678-711.

Phelps, E. and R. Pollak (1968), “On second-best national saving and game-equilibrium growth”, *Review of Economic Studies*, 35, 185-199.

Prescott, E. (1986), “Theory ahead of business cycle measurement”, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10, Fall, 9-22.

Rogoff, K. (1985), “The optimal degree of precommitment to an intermediate monetary

target”, *Journal of International Economics*, 18, 1169-1190.

Rotemberg, J. and M. Woodford (1997), “An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy”, *NBER Macroeconomics Annual*, 12, 297-346.

Sargent, T. (1977), “The demand for money during hyperinflations under rational expectations”, *International Economic Review*, 18, 59-92.

_____ (1978), “Estimation of dynamic labor demand schedules under rational expectations”, *Journal of Political Economy*, 86, 1009-1044.

_____ (1979), “A note on maximum likelihood estimation of the rational expectations model of the term structure”, *Journal of Monetary Economics*, 5, 133-143.

Schmitt-Grohé, S. and M. Uribe (2003), “Simple optimal implementable monetary and fiscal rules”, NBER working paper #10253.

Selten, R. (1965), “Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfragefragheit”, *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 121, 301-324 and 667-689.

Shoven, J. and J. Whalley (1984), “Applied general-equilibrium models of taxation and international trade: An introduction and survey”, *Journal of Economic Literature*, 22, 1007-1051.

Slutsky, E. (1937), “The summation of random causes as the source of cyclic processes”, *Econometrica*, 5, 105-146.

Smets, F. and R. Wouters (2003), “An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the Euro area”, *Journal of the European Economic Association*, 1, 1123-1175.

Solow, R. (1956), “A contribution to the theory of economic growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.

_____. (1957), “Technical change and the aggregate production function”, *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.

Stokey, N. (1981), “Rational expectations and durable goods pricing”, *Bell Journal of Economics*, 12, 112-128.

- Strotz, R. (1956), "Myopia and inconsistency in dynamic utility maximization", *Review of Economic Studies*, 23, 165-180.
- Svensson, L. (1997), "Optimal inflation targets, conservative central bankers and linear inflation contracts", *American Economic Review*, 87, 98-114.
- Tabellini, G. (1985), "Accommodative monetary policy and central bank reputation", *Giornali degli Economisti e Annali di Economia*, 44, 389-425.
- Walsh, C. (1995), "Optimal contracts for central bankers", *American Economic Review*, 85, 150-67.
- Woodford, M. (2003), *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*, Princeton University Press: Princeton.
- Woodford (eds.), *Handbook of Macroeconomics*, North-Holland: Amsterdam, 927-1007.