POLÍTICA MONETARIA BAJO INCERTIDUMBRE Y APRENDIZAJE: UNA INTRODUCCIÓN

Klaus Schmidt-Hebbel D.[*]
Carl E. Walsh[**]

I. Introducción

"La incertidumbre no es solo un rasgo importante del entorno de la política monetaria, sino su característica distintiva" (Alan Greenspan, 2003).

Los economistas que estudian el diseño de la política monetaria, tanto desde la perspectiva académica como de la banca central, han alcanzado grandes logros en el último tiempo. Su investigación ha permitido entender con más claridad las propiedades deseables de las reglas de tasas de interés, el rol que cumplen los anuncios y la comunicación, y las consecuencias de aplicar un esquema de metas de inflación sobre la tasa de inflación y la economía real. Los modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE) han transmutado desde sus primeras versiones de pequeña escala y a menudo calibradas, a modelos mucho más completos que se estiman mediante técnicas bayesianas. Hoy por hoy, muchos bancos centrales utilizan estos modelos para evaluar sus políticas.[1] Sin embargo, gran parte de esta investigación pasa por alto uno de los temas esenciales que enfrenta la autoridad: la incertidumbre y su naturaleza omnipresente.

Las enormes fluctuaciones de los precios del petróleo, de los alimentos y de otros productos básicos que se han visto en los últimos años, así como la intensa crisis financiera global, han dominado las discusiones sobre política monetaria del último año y constituyen vívidos recordatorios de cómo la incertidumbre, la información económica imperfecta y la necesidad de aprender de lo que ocurre en los mercados financieros y de bienes del mundo inciden en la macroeconomía y en la conducción de la política monetaria. En este libro, reconocidos académicos abordan varios de los temas centrales que son importantes para los bancos centrales que, por necesidad, deben operar en ambientes de incertidumbre, y en los que tanto las autoridades como el público en general están en constante aprendizaje respecto de la economía.

En la sección que sigue, hacemos una revisión selectiva de la literatura existente sobre la incertidumbre y el aprendizaje, con el foco puesto específicamente en lo que atañe a la conducción de la política monetaria. Luego revisamos la investigación de frontera presentada en la última conferencia anual del Banco Central de Chile y condensada en el volumen XIII de la serie Banca Central y Política Monetaria del Banco Central de Chile, editado por Klaus Schmidt-Hebbel y Carl E. Walsh (2009).

II. Tipos de Incertidumbre e Implicancias en la Política Monetaria

Limitaciones de la teoría económica y escasez de datos, cambios estructurales en la economía, la inherente imposibilidad de observar ciertas variables macroeconómicas importantes, tales como el producto potencial y la tasa de interés neutral, además de discrepancias respecto de cuál es el modelo correcto de la economía y el proceso de transmisión de las políticas son algunas de las razones por las que los bancos centrales operan en un ambiente de incertidumbre. Los estudios sobre los efectos de la incertidumbre y el diseño de políticas óptimas en ambientes inciertos se han centrado, a grandes rasgos,

[*] *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Escribió este artículo mientras aún se desempeñaba como Gerente de Investigación Económica del Banco Central de Chile. E-mail: Klaus.SCHMIDT-HEBBEL@oecd.org.*
[**] *University of California at Santa Cruz. E-mail: walshc@ucsc.edu.*
[1] *Véase Galí (2008) para un excelente tratamiento del modelo neokeynesiano básico que se ha hecho obligatorio en el análisis de la política monetarias. Entre los ejemplos de modelos DSGE estimados se puede mencionar a Christiano, Eichenbaum y Evans (2005), Levin, Onatski, Williams y Williams (2005), Smets y Wouters (2003), Adolfson et al. (2008), y Christiano, Motto y Rostagna (2007).*

en tres tipos de incertidumbre: la incertidumbre aditiva, la incertidumbre del modelo y la información imperfecta.

Para ilustrar estas formas distintas de incertidumbre, supongamos que el "verdadero" modelo de la economía tiene la forma

$$\mathbf{y}(t+1)=\mathbf{A}\mathbf{y}(t)+\mathbf{B}\mathbf{y}(t\,|\,t)+\mathbf{C}i(t)+\mathbf{D}\mathbf{u}(t+1), \qquad (1)$$

donde $\mathbf{y}(t)$ es un vector de variables macroeconómicas en el momento t, $\mathbf{y}(t|t)$ es la estimación actual de la autoridad para $\mathbf{y}(t)$, $i(t)$ es el instrumento del banco central, $\mathbf{u}(t)$ es un vector de perturbaciones exógenas aleatorias, y $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{C}$ y $\mathbf{D}$ son las matrices que contienen los parámetros del modelo. La mayoría de los modelos que se utilizan en el análisis de la política monetaria se pueden representar con esta estructura lineal.

La incertidumbre aditiva está representada por las perturbaciones $\mathbf{u}(t+1)$: cuando el banco central establece este instrumento en el momento t, no sabe qué *shocks* $\mathbf{u}(t+1)$ golpearán a la economía en el futuro. La incertidumbre del modelo representa la situación en la que el banco central no conoce los verdaderos parámetros que caracterizan el modelo (los valores de $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{C}$ y $\mathbf{D}$); la estimación de los parámetros está sujeta a error, y el responsable de la política puede creer que algunos son iguales a cero cuando en realidad no lo son. La información imperfecta, por último, surge cuando el verdadero valor de $\mathbf{y}(t)$ no es observable o lo es solo con error, debido a errores de medición o rezagos en los datos; en consecuencia, la mejor estimación de $\mathbf{y}(t)$, $\mathbf{y}(t|t)$ con que cuenta la autoridad puede estar errada. Basándonos en Walsh (2003), revisaremos estas fuentes de incertidumbre una por una.

1. Incertidumbre Aditiva

La forma de incertidumbre que ha sido objeto de más análisis es la que se origina en los errores aditivos del modelo de ecuaciones estructurales. Empleando la notación de la ecuación (1), la incertidumbre aditiva se representa como $\mathbf{D}\mathbf{u}(t+1)$. En el momento en que el banco central tiene que tomar su decisión de política, el valor de este término se desconoce. La incertidumbre respecto de los valores realizados que tomará $\mathbf{D}\mathbf{u}(t+1)$ es la única forma de incertidumbre que típicamente incluyen la mayoría de los modelos. Los modelos DSGE modernos suelen incluir perturbaciones aleatorias que se incorporan a las condiciones de equilibrio en formas no lineales, pero luego estos modelos se linealizan, de manera que las perturbaciones aparecen como términos de error aditivos.

Es fácil entender el problema de caracterizar la política óptima en presencia de incertidumbre aditiva cuando los objetivos de la autoridad se pueden expresar como función cuadrática de distintas variables objetivo. El supuesto común de que los bancos centrales desean minimizar la volatilidad de la inflación alrededor de la meta, y el producto real alrededor de su potencial, se presta naturalmente a una representación en términos de una función de pérdida cuadrática en la que las desviaciones al cuadrado de la inflación respecto de la meta y del producto respecto de su potencial son penalizadas. La combinación de perturbaciones lineales, aditivas y con objetivos cuadráticos satisface el conocido principio de equivalencia cierta: lo único que importa en la política óptima son los valores esperados de las incógnitas. Basta reemplazar las perturbaciones desconocidas con el propio mejor pronóstico de sus valores y luego tratar las predicciones como si fueran certezas. Así, nuevamente en términos de la ecuación (1), el banco central reemplazaría $\mathbf{D}\mathbf{u}(t+1)$ por su valor esperado, $\mathbf{D}E\mathbf{u}(t+1)$, y luego definiría su política como si supiera con certeza que el verdadero modelo es

$$\mathbf{y}(t+1)=\mathbf{A}\mathbf{y}(t)+\mathbf{B}\mathbf{y}(t\,|\,t)+\mathbf{C}i(t)+\mathbf{D}E\mathbf{u}(t+1). \qquad (2)$$

En este caso, la política óptima no requiere conocer las varianzas de las perturbaciones o las covarianzas entre las distintas perturbaciones, lo cual no significa que lo *único* importante sea el valor esperado de la perturbación. Normalmente, la autoridad necesita proyectar los valores futuros de estas perturbaciones exógenas, lo que exige tener algún conocimiento sobre la persistencia de los *shocks*, o al menos buenos supuestos al respecto. Por ejemplo, una proyección de que el precio del petróleo subirá por lo general no es suficiente; también se necesita poder predecir si el aumento será temporal, o si las probabilidades apuntan a que será persistente.

Para tratar la incertidumbre aditiva, Giannoni y Woodford (2002) han propuesto políticas óptimas, las que denominan *políticas robustamente óptimas*. Las reglas de las políticas robustamente óptimas describen cómo debe fijarse el instrumento de política únicamente en términos de las variables macroeconómicas que definen el objetivo del banco central. Si este objetivo es mantener una inflación baja y estable, estabilizar una medida de producto en función de su potencial (la brecha del producto) y estabilizar la volatilidad de la tasa de interés, entonces la regla de política robustamente óptima dirá que la tasa de interés debería fijarse en función de la inflación, la brecha del producto y las tasas de interés rezagadas. Así, la adopción de dicha política no requiere conocer las propiedades de series de tiempo de las perturbaciones exógenas. Esta es una propiedad deseable, ya que puede ser difícil predecir con exactitud el grado de persistencia de las perturbaciones económicas exógenas.

Cuando el banco central se orienta a la inflación y a la estabilidad de la brecha del producto, la regla óptima se puede definir solo en términos de la inflación y la brecha del producto. De hecho, la política óptima se puede caracterizar de manera simple: mantener una combinación lineal específica de inflación (en relación con la meta) y brecha de producto igual a cero. Si la inflación está por encima de la meta, la brecha del producto debería ser negativa. El Banco de Noruega, por ejemplo, describe una trayectoria deseable para la tasa de interés como aquella cuyas propiedades aseguran que la brecha del producto sea negativa cuando la brecha de inflación (la distancia entre la inflación efectiva y la meta) sea positiva. El ajuste de la tasa de interés de política para mantener esta clase de correspondencia entre inflación y brecha del producto suele recibir el nombre de regla objetivo, pues considera solo las variables que definen directamente los objetivos del banco central.

Desafortunadamente, las reglas de políticas robustamente óptimas requieren, por lo general, que el banco central realice proyecciones de la inflación y de la brecha del producto. Como la política monetaria afecta a la economía con bastante rezago, la política debe ser prospectiva, lo que obliga al banco central a apoyarse en predicciones. Pero para formar su predicción sobre la inflación o la actividad económica real futura, la autoridad debe pronunciarse sobre si un *shock* como, por ejemplo, un alza del petróleo, es transitorio y reversible o, por el contrario, es permanente. De modo que, en la práctica, una regla robustamente óptima no elimina la necesidad de predecir perturbaciones futuras.

A diferencia de una regla robustamente óptima, la conducta del banco central se suele representar mediante simples reglas instrumentales, tales como la regla de Taylor. Típicamente, estas reglas suponen que la política monetaria se ajusta de manera sistemática en respuesta a los movimientos presentes de la inflación y de la brecha del producto. A veces se incluyen otras variables, como el tipo de cambio, por ejemplo. Para una especificación dada del objetivo del banco central, se pueden escoger óptimamente los coeficientes de la regla. En contraste con las reglas plenamente óptimas, tales como las reglas robustamente óptimas de Giannoni y Woodford, los coeficientes de mejor respuesta en reglas simples tipo Taylor dependen de las varianzas relativas de las perturbaciones básicas que afectan a la economía. Así, el diseño de la regla óptima "simple" requiere de una gran cantidad de información sobre los *shocks* aditivos que golpean a la economía.

2. Incertidumbre del Modelo

Esta categoría de incertidumbre abarca un amplio rango de fuentes posibles de error. Una mala especificación del modelo, parámetros inciertos y errores de estimación pertenecen a ella. La incertidumbre sobre los valores de las matrices de coeficientes **A**, **B**, **C** y **D** es un reflejo de la incertidumbre del modelo. Esta puede surgir porque el banco central no conoce el verdadero valor de los parámetros del modelo y tiene que estimarlo, o porque el modelo del banco central incorpora supuestos erróneos sobre la forma en que se relacionan entre sí las variables macroeconómicas. O el verdadero modelo puede evolucionar con el tiempo en formas desconocidas por efecto de cambios tecnológicos e innovaciones.

Para ilustrar cómo la incertidumbre del modelo afecta al problema de política, supongamos que se puede ignorar la información imperfecta (tal que $\mathbf{y}(t) = \mathbf{y}(t \mid t)$). Sea $\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{H}$ y, para mantener simple el ejemplo, supongamos que solo los elementos de **A**

y **B** no se conocen con certeza. Entonces, el modelo se convierte en

$$\mathbf{y}(t+1) = \hat{\mathbf{H}}\mathbf{y}(t) + \mathbf{C}i(t) + \mathbf{v}(t+1), \qquad (3)$$

donde $\mathbf{v}(t+1) = \mathbf{D}\mathbf{u}(t+1) + (\mathbf{H}+\hat{\mathbf{H}})\mathbf{y}(t)$ y $\hat{\mathbf{H}}$ es la estimación del banco central para **H**. Los errores de estimación de **H** se hacen ahora parte del término de error de la ecuación, pero la diferencia esencial con el caso de incertidumbre aditiva es que los errores representados por $\mathbf{v}(t+1)$ ahora están correlacionados con las variables endógenas $\mathbf{y}(t)$. Los términos de la perturbación ya no son exógenos; la mala especificación se correlaciona con los resultados macroeconómicos, lo que tiene importantes implicancias en la elección de política, como ya destacaba Brainard (1967).

El tipo de incertidumbre representado en (3) se denomina incertidumbre multiplicativa, ya que la incertidumbre asociada con los parámetros de **H** multiplica las variables endógenas. El ejemplo de Brainard (1967) muestra que la incertidumbre multiplicativa haría menos activista la política óptima. Alan Blinder caracterizó notablemente el primer paso de una política preventiva para controlar la inflación: se requiere que el banco central estime "cuánto se necesita endurecer o suavizar la política monetaria para 'acertar'; entonces (hacerlo) menos" (Blinder, 1998). Esta frase representa fielmente el pensamiento de Brainard sobre el cuidado que se debe tener cuando se enfrenta una incertidumbre multiplicativa.

Sin embargo, estudios posteriores al trabajo de Brainard han encontrado que tener cuidado no es necesariamente la mejor respuesta frente a la incertidumbre del modelo (Craine, 1979; Giannoni, 2002; Söderström, 2002). De hecho, algunas formas de incertidumbre multiplicativa exigen una respuesta más intensa que otras. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando lo incierto es la respuesta dinámica de la economía frente a un *shock*. Si el banco central tiene dudas respecto del grado en que la inflación presente puede influir sobre la inflación futura, puede que lo mejor sea una respuesta intensa para asegurar que la inflación actual se mantenga estable. Así, una política agresiva y no tan cuidadosa puede ser mejor. En general, los economistas han encontrado que no existen pautas claras sobre la mejor forma de reaccionar frente a este tipo de incertidumbre.

Sin duda, la incertidumbre multiplicativa no es la única —ni necesariamente la más importante— forma de incertidumbre del modelo. Lo común es que haya varios modelos en competencia sobre la forma de operar de la economía y sobre cómo incide la política monetaria en la actividad macroeconómica y la inflación. En los círculos macroeconómicos modernos, hay economistas que utilizan modelos donde la política monetaria puede tener importantes efectos reales de corto plazo a causa de rigidez de precios y salarios, mientras otros prefieren modelos en los que la política monetaria es estéril a la hora de tratar de incidir en la economía real, porque todos los precios y salarios son flexibles. Con modelos tan opuestos en un ambiente donde nadie sabe cuál es el que mejor describe la economía, ¿qué debe hacer la autoridad monetaria?

Es, sin duda, improbable que la política contribuya a la estabilidad macroeconómica si las convicciones de las autoridades respecto de la economía están equivocadas. Romer y Romer (2002) atribuyen las malas decisiones de Estados Unidos en las décadas de 1960 y 1970 a que utilizaron un modelo equivocado. Su argumento concreto es que, en los años sesenta, las autoridades creían en un *tradeoff* permanente entre desempleo promedio e inflación promedio. Esto fue, en opinión de Romer y Romer, lo que detonó la Gran Inflación estadounidense. Su opinión es que, una vez que la inflación había alcanzado un nivel alto, la autoridad se convenció de que la inflación era insensible a las recesiones, y dedujo que reducirla traería un costo extremadamente alto. Por lo tanto, le permitió dispararse sin control, puesto que sus decisiones se fundaban en un modelo que hoy día vemos como incorrecto.

El ejemplo de incertidumbre del modelo que proporciona (3) ilustra cómo interactuarían los errores de estimación de los parámetros de **H** por parte del banco central con las variables endógenas representadas por $\mathbf{y}(t)$. Pero si $\mathbf{H}+\hat{\mathbf{H}}$ refleja el error de estimación o puramente fluctuaciones aleatorias de los elementos que componen **H**, al menos podría no estar sistemáticamente relacionado con los sucesos económicos. Hansen y Sargent (2003, 2004) han

estudiado la política óptima en entornos en los que la incertidumbre del modelo que enfrenta la autoridad no es exógena sino "diseñada" para dar problemas. Estos autores analizan el caso en el que la autoridad teme que la mala especificación de su modelo dé lo que, en su opinión, es el peor resultado posible. En un entorno de esa naturaleza, la autoridad aplica políticas que son robustas, en el sentido de producir resultados razonables aun en el peor escenario. En el contexto de un problema simple de política monetaria, Walsh (2004) demuestra que el peor escenario para el banco central contempla que ocurra un *shock* positivo de inflación al mismo tiempo que la economía está ya sumida en una recesión. Dicho escenario la aleja aun más de los objetivos, tanto de baja inflación como de pleno empleo.

Sucede que la política óptima que surge de esta especificación requiere que el banco central utilice un modelo que tiene distorsiones intencionales, en el sentido de que el banco central debería suponer que los *shocks* inflacionarios serán mucho más persistentes de lo que efectivamente se espera que sean. Por tanto, y en contraste con el criterio de Giannoni y Woodford (2002), quienes diseñaron reglas de política que no exigían al banco central conocer (o siquiera estimar) la verdadera persistencia de los *shocks* inflacionarios, el enfoque de Hansen y Sargent pone al banco central a actuar como si siempre los *shocks* inflacionarios fueran muy persistentes, aun sabiendo que, por lo general, no lo son.

El peor escenario es, casi por definición, un evento que ocurre con baja probabilidad. Por ello, el enfoque de Hansen y Sargent ha sido criticado por dar demasiada importancia al peor escenario en las decisiones de política. Aun así, la idea de que la autoridad podría querer usar un modelo distorsionado para diseñar su política cuenta con el apoyo de otras líneas de investigación. Por ejemplo, Levin y Williams (2003) estudian qué sucede cuando una política está diseñada para ser óptima en un modelo en particular, pero ese modelo resulta estar equivocado. Encuentran que las reglas de política diseñadas para ser óptimas en modelos que contienen altos grados de inercia, también funcionan bien si el "verdadero" modelo de la economía supone horizontes futuros muy largos. Por desgracia, encuentran que el opuesto no es verdadero. Las políticas diseñadas para funcionar bien si el comportamiento es significativamente prospectivo suelen acabar en desastre si en la práctica la economía tiene altos grados de inercia. En consecuencia, aun si el banco central piensa que la inflación y la actividad económica real están fuertemente influidas por las expectativas futuras de inflación y crecimiento, todavía puede querer actuar como si la economía fuera mucho más retrospectiva.

En el mundo real, los bancos centrales suelen manejar la incertidumbre del modelo utilizando varios modelos de la economía para verificar y comparar predicciones y asegurar que las políticas no sean demasiado sensibles al supuesto de que un modelo en particular es el correcto. Frente a modelos contradictorios, un criterio sensato sería evaluar políticas alternativas en varios modelos y ponderar cada una en función de una evaluación de su probabilidad. No obstante, Cogley, Colacito y Sargent (2007) han ilustrado cómo la incertidumbre del modelo puede generar políticas malas incluso cuando la autoridad ha puesto especial cuidado en incorporar la incertidumbre en sus decisiones utilizando múltiples modelos de la economía. Consideran dos modelos simples. Uno, el llamado modelo Samuelson-Solow, implica que el banco central enfrenta un dilema permanente entre el desempleo y la inflación. El otro incorpora la hipótesis de la tasa natural, que implica que no existe dilema permanente. Este segundo modelo también implica que una desinflación creíble reduciría la inflación sin costo alguno. La autoridad asigna una probabilidad a cada modelo, que refleja la verosimilitud que asignan los datos a que uno u otro sea el verdadero. Cogley, Colacito y Sargent muestran que, para comienzos de los setenta, los datos de Estados Unidos sugerían que casi todo el peso debería asignarse al modelo de la tasa natural. Esto significaba que la política óptima sería reducir la inflación de inmediato. Sin embargo, los datos asignaban una ponderación baja pero positiva a que el modelo correcto fuera el de Samuelson-Solow y, si esa alternativa resultaba ser la correcta, el costo de una desinflación instantánea sería gigantesco en términos del producto. De modo que, aunque el banco central esté casi seguro de que el modelo correcto es el de la tasa natural, debería decidir no aplicar la reducción abrupta de la inflación por temor

a que el modelo correcto sea el de Samuelson-Solow. En otras palabras, incluso un modelo que, según los datos, es improbable que sea el correcto puede incidir en las decisiones de política si la autoridad utiliza varios modelos como mecanismo para contar con políticas robustas.

3. Información Imperfecta

Un último tipo de incertidumbre emana de la información imperfecta. Casi cualquier forma de incertidumbre podría etiquetarse como de información imperfecta (sobre si ocurrirán las perturbaciones aditivas, sobre el verdadero modelo, etc.). Sin embargo, nos referiremos a un aspecto específico de esta incertidumbre: el que se debe a la incapacidad de observar a la perfección el estado actual de la economía y/o las variables macroeconómicas que son determinantes en el diseño de las políticas.

Las decisiones de política se basan en datos ruidosos e imperfectos sobre la economía. No pocos autores han analizado la forma en que datos inciertos inciden en la política óptima. La intuición sugiere que cabría esperar que la presencia de ruido en los datos macroeconómicos generara respuestas más débiles cuando llegase nueva información. Una respuesta muy agresiva puede derivar simplemente en mayor volatilidad si el cuociente entre señal y ruido es muy bajo, es decir, si el ruido explica la mayor parte de la variación de los datos. Rudebusch (2001) estudia cómo el ruido en los datos reduciría la respuesta óptima a la inflación y la brecha del producto en una regla de Taylor estándar. Trabajos anteriores, que ignoraban la incertidumbre en los datos, encontraron que la respuesta óptima a la brecha del producto era mucho mayor que la que había hallado Taylor para la Reserva Federal de Alan Greenspan. Rudebusch atribuyó, en parte, la debilidad de la respuesta de los datos a que las medidas de la brecha del producto contenían ruido.

Además del error puro de medición de datos en tiempo real para variables observables, surge una nueva dificultad al no poder observarse directamente muchas de las variables que son esenciales en los modelos teóricos. El mejor ejemplo de este problema es la brecha del producto. Los modelos neokeynesianos definen esta brecha como la diferencia porcentual entre el producto efectivo y el producto que generaría la economía si todos los salarios y todos los precios fueran flexibles: el llamado nivel de producto a precios flexibles. Aunque la información sobre el producto efectivo está sujeta a errores de medición y a corrección de datos, al menos se puede medir directamente, algo que no puede decirse del producto a precios flexibles. Cualquier estimación de este último nivel de producto dependerá del modelo teórico que se utilice para proyectar cómo se comportaría la economía con todos los precios flexibles. Las antiguas definiciones de la brecha del producto —que medían el producto en relación con su potencial— presentaban problemas parecidos. El producto potencial no se puede observar, por lo que se debe estimar, y las técnicas habituales típicamente se apoyaban en métodos estadísticos simples para igualar el producto potencial con el producto de tendencia, lo que dejaba sin responder la pregunta de cuál es la mejor forma de estimar la tasa de crecimiento de tendencia del producto real.

Inevitablemente, las medidas del producto de tendencia serán siempre retrospectivas, pues utilizan datos históricos para proyectar la tendencia. Por lo tanto, puede resultarles difícil capturar los cambios en la tendencia subyacente del crecimiento. Un buen ejemplo son los años setenta, cuando en varios países cayó el crecimiento de tendencia. Orphanides (2003) ha dicho que las malas políticas macroeconómicas de los setenta en Estados Unidos se debieron a que nadie reconoció esta caída del crecimiento de tendencia. Al proyectar la tendencia sobre la base de información histórica, la Reserva Federal (Fed) tardó en ver la desaceleración y sobrestimó la trayectoria del producto futuro en los años setenta. Y como había sobrestimado el producto de tendencia, pensó que se estaba abriendo una brecha de producto negativa. Frente a esta, la Fed adoptó políticas que, vistas hoy, fueron demasiado expansivas. Esta hipótesis de incertidumbre en los datos provee una explicación para la Gran Inflación de los setenta, como alternativa a la hipótesis de incertidumbre del modelo antes mencionada.

Dadas las dificultades propias de medir la brecha del producto, McCallum (2001) ha argumentado que los bancos centrales deberían abstenerse de reacciones agresivas. Alternativamente, Orphanides y Williams

(2002) han encontrado que las reglas de política que responden al cambio de la brecha estimada del producto, por lo general funcionan bien y evitan algunos de los problemas de medición que complican la estimación del nivel del producto potencial.

Los problemas para estimar la brecha del producto son solo un ejemplo de cómo las variables fundamentales —que, según la teoría económica moderna, deberían ser el foco de la política monetaria— son difíciles de estimar y suelen ser imposibles de observar. Otro ejemplo es la tasa de interés real neutral, definida como la tasa de interés real coherente con una brecha del producto igual a cero y cero desviación de la inflación respecto de su meta. Algunos modelos modernos implican que la verdadera tasa de interés real debería moverse en paralelo con esta tasa real neutral, pero por supuesto esta última es inobservable. Muchos estudiosos han intentado estimar la tasa real neutral y la brecha del producto (Kuttner, 1994; Laubach y Williams, 2003; Garnier y Wilhelmsen, 2005; Benati y Vitale, 2007), pero sus cálculos se basan, por lo general, en restricciones implícitas en algún modelo particular de la economía. De modo que, si el modelo correcto es incierto para la autoridad, también lo será la mejor forma de medir la tasa de interés real neutral y la brecha del producto. Vemos, entonces, que la información imperfecta constituye un problema severo para quienes deben administrar la política monetaria.

4. Aprendizaje

La incertidumbre que enfrentan los bancos centrales revela, en gran parte, nuestro imperfecto modo de entender la macroeconomía. Y como es imperfecto, tanto economistas como responsables de política viven en constante aprendizaje. Del mismo modo, el público forma sus expectativas sobre la base de lo que entiende y va aprendiendo sobre los sucesos macroeconómicos, y de lo que hace la autoridad. En consecuencia, el aprendizaje se multiplica, los modelos se refinan y reestiman, se desarrollan nuevos modelos para reflejar los últimos avances de la investigación económica, y factores que antes se pasaban por alto, de repente cobran importancia y los modelos deben tomarlos en cuenta. Al mismo tiempo, el público debe evaluar las decisiones de la autoridad e intentar conocer los objetivos del banco central y su accionar. En los últimos años, se ha desarrollado abundante literatura que estudia los efectos del aprendizaje sobre el desempeño macroeconómico y sus implicancias de política monetaria.

Gran parte de los estudios sobre el aprendizaje en la macroeconomía se inspira en el libro de Evans y Honkapohja (2001). Estos autores presentan una excelente síntesis de esta línea de investigación y sus implicancias de política monetaria. La literatura que analizan abandona los supuestos extremos implícitos en el enfoque de expectativas racionales y, por el contrario, concibe a los individuos (y a las autoridades) esencialmente como econometristas, que utilizan la última información para reestimar y actualizar sus modelos y luego predecir la inflación y otras variables macroeconómicas. Evans y Honkapohja sostienen que esta forma de ver el aprendizaje refleja el "principio de consistencia cognitiva", que establece que los "agentes privados tendrían que ser tan inteligentes como un (buen) economista".

Al incorporar explícitamente el aprendizaje, se pueden estudiar dos interrogantes generales que son importantes para la política: ¿Convergerá la economía bajo aprendizaje al equilibrio coherente con las expectativas racionales? y ¿Cómo afecta el aprendizaje a la dinámica macroeconómica?

Si los equilibrios de expectativas racionales no son estables bajo aprendizaje, entonces las propiedades de expectativas racionales no sirven para describir el comportamiento de la economía cuando ya se entiende su estructura. La práctica habitual en el análisis de las políticas es estudiar las propiedades de políticas alternativas bajo el supuesto de que el sector privado comprende a la perfección el accionar del banco central. En términos del posible comportamiento de la economía, este supuesto puede ser apropiado, pero solo si el público logrará aprender la verdadera estructura de la economía. Y si el público va gradualmente aprendiendo sobre las distintas políticas que el banco central podría implementar, puede que la economía no converja hacia el equilibrio de expectativas racionales.

Tal como expresan Evans y Honkapohja (2001) en su capítulo introductorio, algunas reglas de política para el banco central que se ven bastante razonables bajo expectativas racionales pueden

generar inestabilidad bajo modelos de aprendizaje bastante razonables. Sin embargo, Bullard y Mitra (2002) muestran que, cuando el banco central sigue una regla de Taylor simple para fijar la tasa de interés nominal, la misma condición que asegura un equilibrio único bajo expectativas racionales también asegura la estabilidad del equilibrio bajo aprendizaje. Esta condición, conocida como Principio de Taylor, requiere que el banco central ajuste la tasa nominal a la inflación más que uno a uno.[2] Bullard y Mitra también muestran, sin embargo, que si el banco central responde a la inflación futura esperada más que a la inflación presente, algunas reglas de política que conducen a indeterminación (equilibrios múltiples) bajo expectativas racionales tienen equilibrios que son estables bajo aprendizaje. En general, Evans y Honkapohja sostienen que las reglas de política basadas en expectativas —reglas en virtud de las cuales el banco central responde a las expectativas inflacionarias privadas y a la brecha del producto— tienen propiedades deseables. Implícitamente, estas reglas incorporan en la regla de política el aprendizaje de las personas.

El segundo gran campo en el que la literatura sobre aprendizaje ha mejorado nuestra comprensión es la dinámica macroeconómica. La forma en que evoluciona la economía dependerá de cómo aprenda el público, y la respuesta de la economía a las perturbaciones puede ser muy distinta a cómo sería con expectativas racionales. La incorporación de los efectos del aprendizaje puede ser sumamente importante si el banco central está pensando modificar sus políticas. Los esfuerzos de los privados por aprender la nueva política pueden incidir en el ajuste de la economía si el banco central no es todo lo explícito o transparente respecto de sus acciones. Por ejemplo, Erceg y Levin (2003) estudiaron el rol del aprendizaje en la profunda recesión que sufrió Estados Unidos a inicios de los años ochenta bajo el programa de estabilización de Paul Volcker. Bajo expectativas racionales, un recorte anunciado de la meta inflacionaria de la Fed habría reducido la inflación con una pérdida mínima de producto real. Suponiendo que la instancia antiinflacionaria de la Fed careció de credibilidad y el público entró en un proceso de aprender sobre su objetivo, Erceg y Levin muestran que su modelo puede explicar mejor la experiencia histórica de desinflación gradual acompañada de recesión.

La literatura del aprendizaje también ha desarrollado nuevas percepciones que son relevantes en el debate sobre cuál es el grado óptimo de transparencia que debe exhibir el banco central. En general, a mayor transparencia, más rápido aprende el público, pues cuenta con más información útil. De ese modo, la transparencia ayuda a reducir la volatilidad que puede surgir mientras los individuos intentan aprender sobre los objetivos del banco central. También puede apurar la convergencia de la economía hacia su equilibrio de expectativas racionales (Rudebusch y Williams, 2008). La incorporación de aprendizaje también es importante para asegurar la robustez de las políticas cuando los agentes privados y la autoridad van adecuando sus percepciones respecto de la economía.

Quizá la mayor enseñanza de la literatura del aprendizaje es que, en un mundo incierto y cambiante, tanto los agentes económicos privados como el banco central hacen esfuerzos por aprender, y este proceso de aprendizaje no puede quedar fuera del diseño de políticas que aseguren la determinación, estabilidad y robustez de las mismas.

5. Resumen

Todo banco central debe tomar sus decisiones de política en medio de un escenario incierto, basándose en su conocimiento imperfecto y cambiante sobre la economía. Aunque la investigación sobre política monetaria con incertidumbre y aprendizaje ha encontrado pocos resultados generales, una lección contundente es que no se puede pasar por alto ni una ni otro. La autoridad tiene que reconocer que aquellas situaciones donde sí se puede obviar la incertidumbre asociada con las predicciones —cuando se cumple la equivalencia cierta— son improbables de ocurrir en la práctica. Es importante tener en cuenta el papel que juegan los modelos múltiples y la aplicación de políticas que son robustas a través de una gama de modelos plausibles. Apuntar a la robustez puede

[2] *Esta condición pierde fuerza si el banco central también responde a la brecha del producto.*

exigir el uso de modelos con distorsiones que llevan a capturar, si no el peor escenario, al menos el más peligroso. En resumen, es de vital importancia reconocer la incertidumbre, el error de medición y la imposibilidad de observar directamente variables macroeconómicas claves a la hora de diseñar e implementar la política monetaria.

II. Un Recorrido por el Libro

Los ensayos que aparecen en el volumen comentado ofrecen elementos de juicio teóricos y orientación práctica para evaluar la política monetaria en presencia de incertidumbre y necesidad de aprender. Entre las grandes interrogantes que se abordan están los siguientes: ¿Existen maneras prácticas de derivar las políticas óptimas frente a especificaciones muy generales de incertidumbre del modelo? ¿Pone la incertidumbre del modelo límites a la utilidad de las técnicas óptimas de control? ¿Qué tipos de reglas de política monetaria aseguran la estabilidad cuando los agentes privados emplean estrategias de aprendizaje de ganancia constante? ¿Cómo afectan las nociones alternativas de aprendizaje a la estabilidad de los modelos prospectivos? ¿Cómo inciden la credibilidad de la meta de inflación y la necesidad de aprender del público en el costo de la desinflación? ¿Cómo podría la desinflación afectar la estructura del proceso inflacionario al actualizar las empresas sus percepciones respecto del comportamiento de la inflación, y, altera esto los costos relativos y las ventajas de anunciar una reducción gradual de la meta de inflación? ¿Existen reglas generales para formular modelos y reglas de política que aseguren la estabilidad cuando los privados solo cuentan con datos rezagados? ¿Podemos desarrollar modelos alternativos, útiles para el análisis de las políticas, si los efectos de la política monetaria se originan más en rigideces de información que de salarios y precios? ¿Podemos estimar las variables inobservables que son claves en las decisiones de política monetaria usando un modelo simple aplicado a distintos países, y qué podemos aprender sobre el comovimiento y la convergencia internacional de dichas inobservables y sus contrapartes observables?

El libro aborda también las siguientes interrogantes relativas a la política monetaria de Chile: ¿Contribuyó la experiencia chilena de desinflación gradual con metas anuales entre 1991 y 2000 a reducir los costos de la desinflación? ¿Cuál es la importancia empírica de la incertidumbre aditiva, del modelo y de los datos? ¿Qué tan sensible es la política monetaria a las leyes de movimiento de *shocks* exógenos y a la mala especificación del modelo? Por último, ¿qué tan sensibles son en Chile los ciclos de auge y caída a reglas alternativas de política monetaria?

A continuación sigue un breve recorrido por los capítulos del libro en el orden en que aparecen, con una revisión de las respuestas que entregan sus respectivos autores a las preguntas recién formuladas.

Teoría y evidencia internacional

El primero de los dos capítulos de George Evans y Seppo Honkapohja presenta una revisión general de las lecciones de política monetaria que se pueden extraer de la literatura sobre el aprendizaje, que es cada vez más abundante. Evans y Honkapohja han sido líderes en el desarrollo y la aplicación de las nociones de aprendizaje adaptativo a los temas macroeconómicos. En parte, su trabajo ha sido motivado por la idea de que los agentes económicos no tienen ni la información ni la capacidad de procesarla que los enfoques de expectativas racionales dan por ciertas. Al contrario, los economistas deberían reconocer que los individuos son "limitadamente racionales". Una forma de operativizar esta noción de racionalidad limitada consiste en suponer que los individuos aprenden como conducta adaptativa. Como observan estos autores, el aprendizaje adaptativo refleja la forma en que los economistas típicamente aprenden de la estructura empírica de la economía: utilizan información nueva para actualizar sus estimaciones de las relaciones estructurales de la economía o sus ecuaciones de proyección. Al aplicar esta noción de aprendizaje al sector privado, se obtiene un modo sencillo para investigar una variedad de temas de importancia para la política monetaria sin imponer los supuestos extremos típicos de los modelos de expectativas racionales. Los autores utilizan el modelo neokeynesiano prospectivo básico que ya es estándar en la literatura de la política monetaria, para analizar temas como la determinación y la estabilidad del equilibrio bajo reglas alternativas de política, la información imperfecta sobre las variables corrientes, el conocimiento imperfecto sobre los parámetros

estructurales y los modelos alternativos de aprendizaje adaptativo. También revisan las implicancias del aprendizaje para entender episodios de hiperinflación y la trampa de la liquidez.

Lars E.O. Svensson y Noah Williams utilizan un modelo neokeynesiano para mostrar los efectos de la incertidumbre del modelo que utiliza la autoridad sobre la política que aplica. Los autores han desarrollado una metodología nueva para diseñar políticas monetarias óptimas cuando el modelo es incierto. Este criterio modela la incertidumbre como reflejo de cambios en las ecuaciones estructurales que caracterizan la economía. Representan a la economía saltando aleatoriamente de un estado a otro. Condicional a cada estado, la estructura de la economía se puede describir en términos de ecuaciones lineales y preferencias cuadráticas. De ahí toma el nombre de modelo del salto lineal cuadrático de Markov. En opinión de los autores, este enfoque se puede usar para modelar un amplio rango de tipos de incertidumbre y, como suponen que el estado actual de la economía no es observable, también examinan el rol del aprendizaje. En este marco, la política plenamente óptima contempla alguna experimentación, esto es, acciones deliberadas diseñadas para ayudar a que el banco central entienda mejor el comportamiento de la economía. Estas acciones de política son difíciles de derivar, de manera que Svensson y Williams también ponen su atención en lo que denominan *políticas adaptativas óptimas* (AOP). Con estas políticas, el banco central no es consciente de experimentar. Encuentran que las ganancias de la experimentación son típicamente bajas, conclusión coherente con la renuencia de los bancos centrales a experimentar con la macroeconomía. Para ilustrar la aplicabilidad de su enfoque a la incertidumbre, Svensson y Williams emplean un modelo neokeynesiano pequeño originalmente estimado por Lindé (2005) con datos de Estados Unidos. Los autores utilizan este modelo para comparar la política AOP con una política óptima sin aprendizaje, esto es, donde el banco central no incorpora la nueva información que recibe para actualizar su conocimiento de la economía. Aparte de ilustrar los algoritmos desarrollados para calcular las políticas AOP, su trabajo saca una importante conclusión: si bien el aprendizaje es relevante para mejorar el diseño de las políticas en presencia de incertidumbre, las ganancias que se obtienen de la experimentación son magras.

Las implicancias de políticas alternativas bajo incertidumbre y aprendizaje son el tema de Athanasios Orphanides y John Williams. Emplean un modelo pequeño estimado con datos de Estados Unidos pero, al evaluar las políticas monetarias, suponen que el banco central debe estimar variables macroeconómicas esenciales tales como la tasa natural de desempleo y la tasa de interés real de equilibrio. Los agentes privados no tienen certeza respecto de la estructura del modelo y emplean aprendizaje de mínimos cuadrados para actualizar sus percepciones. En este entorno, los autores muestran que pasar por alto la incertidumbre y el aprendizaje tiene sus costos: las políticas que son óptimas cuando no se considera la incertidumbre, llevan a resultados macroeconómicos pobres cuando el conocimiento es imperfecto. Se pueden obtener políticas más robustas al conocimiento imperfecto si el banco central es más conservador en el sentido de asignar una mayor ponderación a los objetivos inflacionarios que al de estabilizar la actividad económica real. Curiosamente, Orphanides y Williams muestran que reglas simples de política que responden a la inflación esperada futura y al empleo rezagado o al cambio en la tasa de desempleo funcionan bien en presencia de conocimiento imperfecto.

George Evans y Seppo Honkapohja estudian el comportamiento de las reglas de política monetaria cuando el sector privado dedica esfuerzos a aprender. Una amplia literatura ha analizado las implicancias de reglas simples de política, pero por lo general supone que los agentes privados tienen conciencia plena de la regla que sigue el banco central. Si, por el contrario, los privados tienen que aprender del comportamiento del banco central, surgen nuevos temas de relevancia. Uno tiene que ver con la estabilidad de las reglas de política bajo distintos supuestos relativos a la forma de aprender de los agentes privados. El supuesto estándar de la literatura sobre aprendizaje adaptativo asume que, a medida que los agentes obtienen más observaciones, asignan una ponderación menor a cada uno, aprendizaje conocido como de ganancia decreciente. Un supuesto alternativo es que los agentes usan aprendizaje de mínimos cuadrados de ganancia constante, donde la ponderación de la información nueva no disminuye

cuando se tienen más observaciones. El aprendizaje de ganancia constante puede ser apropiado cuando un cambio estructural es posible, con lo que, mientras más antigua es la observación, menor será su aporte informativo. Evans y Honkapohja muestran que ciertas reglas que funcionan bien bajo aprendizaje de ganancia decreciente llevan a inestabilidad de expectativas bajo aprendizaje de ganancia constante. De modo que lo que cuenta no es solo que el sector privado esté aprendiendo, sino que también es importante cómo aprende. Los autores muestran que las reglas de política que ellos describen como reglas óptimas basadas en expectativas —en las que el banco central responde a las expectativas privadas— tienen propiedades deseables.

Roger Guesnerie considera un enfoque para el aprendizaje que difiere de los modelos de aprendizaje adaptativo que se han hecho comunes en el análisis de política monetaria. Bajo aprendizaje adaptativo, los individuos se comportan como econometristas, porque procesan lo que van observando en la economía para actualizar sus estimaciones sobre las relaciones económicas importantes. En contraste con este, Guesnerie desarrolla el concepto de estabilidad "eductiva". Intuitivamente, un sistema eductivo estable tiene la propiedad de que, si hay consenso en que la economía está en las cercanías del equilibrio, entonces, cualesquiera sean las creencias particulares de los individuos, sus acciones son tales que el verdadero equilibrio está en esas cercanías. Luego, la estabilidad eductiva puede percibirse como una propiedad de un equilibrio tal que, si las creencias de los agentes económicos están en alguna zona, permanecerán en dicha zona bajo un amplio conjunto de reglas de actualización. Por lo tanto, la estabilidad eductiva se puede ver como una condición necesaria para que cualquier proceso de aprendizaje adaptativo sea estable. Aplicando la noción de estabilidad eductiva a un modelo prospectivo simple sin dinero, Guesnerie encuentra que las reglas de Taylor que sobrerreaccionan a la inflación pueden no ser eductivamente estables.

Benett McCallum argumenta en su capítulo que el requisito de estabilidad bajo aprendizaje de mínimos cuadrados es una condición "obligatoriamente necesaria para que un equilibrio de expectativas racionales se pueda considerar plausible". Aunque trabajos anteriores de McCallum y otros han demostrado que las reglas de política monetaria que aseguran un único equilibrio de expectativas racionales (es decir, aseguran determinación) contienen aprendizaje de mínimos cuadrados, este resultado se basaba en el supuesto de que los individuos eran capaces de observar el equilibrio presente de la economía. Es más realista pensar que los individuos solo pueden observar datos rezagados y, en este caso, el vínculo cercano entre determinación y aprendizaje desaparece. En efecto, la capacidad de aprender se puede asegurar solo incorporando supuestos adicionales y especiales. McCallum también explora la exigencia de que los modelos estén "bien formulados," donde esta condición se interpreta como que se descartan ciertas discontinuidades del estado estacionario de los modelos. El autor muestra que, aun cuando los individuos observan variables endógenas presentes, ni la propiedad de "bien formulado" implica la propiedad de "aprendible", ni viceversa.

La mayoría de los modelos modernos que se utilizan en el análisis de la política monetaria suponen que los salarios y precios nominales son rígidos y se ajustan con mucha lentitud. En contraste con este enfoque, Ricardo Reis ha desarrollado, en una serie de trabajos previos, la idea de que la economía se puede caracterizar por rigideces no tanto de precios sino de información. Los agentes no prestan atención a las noticias porque adquirir, absorber y procesar información tiene un costo. En nuestro libro, Ricardo Reis presenta un modelo DSGE para ciclos económicos y política monetaria, cuya única rigidez es una desatención generalizada en todos los mercados, y donde cada agente actualiza su observación en distinta fecha. El modelo fue estimado con datos para Estados Unidos después de 1986, y para la Eurozona después de 1993, y luego aplicado en varios experimentos contrafactuales de política para ambas regiones. Los *shocks* de política monetaria han mostrado baja persistencia, lo que señala una respuesta rápida de la mayoría de las variables macroeconómicas a las perturbaciones monetarias. Un cambio de política preanunciado genera una respuesta de la inflación más rápida que un cambio sorpresivo. Un cambio gradual de política causa un impacto más contundente que un cambio inesperado y brusco, pero solo si la política

de gradualidad es conocida y creíble. La agresiva regla antiinflacionaria de Taylor (1993) generaría un nivel de bienestar mayor que el que se logra usando las verdaderas reglas de política estimadas para ambas regiones. Finalmente, en comparación con un sistema de metas de inflación flexibles bajo una regla de Taylor convencional, el bienestar será menor en ambas regiones si su respectivo banco central adopta metas de nivel de precios, sean rígidas o flexibles.

El capítulo de Klaus Schmidt-Hebbel y Carl Walsh aplica un modelo parsimonioso de política monetaria con datos para 1970-2006 (máximo), para estimar tres importantes variables inobservables —la tasa de interés real neutral, la brecha del producto y la tasa natural de desempleo— para tres economías grandes sin metas de inflación (Estados Unidos, la Eurozona y Japón), y siete con metas (Australia, Canadá, Chile, Nueva Zelanda, Noruega, el Reino Unido y Suecia). La estimación país por país sigue de cerca el procedimiento secuencial desarrollado por Laubach y Williams (2003) para estimar dos variables inobservables para Estados Unidos. Los resultados por países que aparecen en este capítulo, aunque mixtos, muestran que el crecimiento del producto tendencial y la tasa de interés neutral varían en el tiempo en la mayoría de los países, y que la tasa de interés neutral varía en el tiempo en Chile y en Estados Unidos. Como vimos, es importante tener en cuenta que las inobservables importantes pueden variar en el tiempo para aplicar una política monetaria eficiente. En cuanto a las tendencias temporales comunes, Schmidt-Hebbel y Walsh muestran una caída de las volatilidades de la inflación, del crecimiento del producto y de la tasa de interés real en su muestra de países para las últimas décadas, lo que es coherente con la gran moderación que se viene observando en el mundo desde los primeros años noventa. Las tres economías grandes no muestran comovimientos de variables esenciales ni grandes ni crecientes en el tiempo. Sin embargo, las más pequeñas que siguen metas de inflación sí exhiben comovimientos crecientes de variables observables e inobservables con Estados Unidos. Por último, los autores rechazan la convergencia de las variables inobservables en los países con metas de inflación hacia los niveles estimados para Estados Unidos y la Eurozona, pero encuentran convergencia del crecimiento efectivo y de las tasas de interés en la mayoría de los países con metas de inflación hacia los niveles de crecimiento y tasas de interés observados en Estados Unidos y en la Eurozona.

Martin Melecky, Diego Rodríguez-Palenzuela y Ulf Söderström utilizan un modelo estimado con datos de la Eurozona para evaluar los efectos de la transparencia y credibilidad monetaria sobre la volatilidad del producto y de la inflación. La principal incertidumbre que enfrentan los privados en el modelo surge de cambios en la regla de política del banco central. Estos cambios pueden reflejar un movimiento transitorio de la tasa de interés o un cambio persistente de la meta de inflación del banco central. Los autores emplean un modelo DSGE prospectivo que incorpora, entre otros elementos, precios rígidos y salarios rígidos. Curiosamente, encuentran que lo que se gana por hacer anuncios creíbles sobre la futura meta de inflación es relativamente poco. Sin embargo, muestran que esta conclusión depende del supuesto de que el sector privado conoce plenamente el proceso estocástico que rige la persistencia de la meta de inflación. Cuando este aspecto de la meta se desconoce, el problema de inferencia que enfrentan los privados se complica, y las ganancias de anunciar la meta pueden ser mucho mayores, en particular si los agentes privados sobrestiman la volatilidad de la meta.

Teoría y evidencia chilena

Volker Wieland desarrolla un modelo diseñado para aportar al entendimiento de la trayectoria de desinflación gradual en economías con meta de inflación, como la chilena. Incorpora dos nuevos elementos a un modelo neokeynesiano para capturar experiencias de desinflación. Primero, las empresas privadas se involucran en un aprendizaje adaptativo; para fijar sus precios, necesitan proyectar la inflación futura, para lo cual utilizan métodos de mínimos cuadrados para actualizar sus estimaciones de una ecuación de proyección simple. Segundo, el autor presenta un modelo de precios indexados donde el grado de indexación se determina en forma endógena. Este enfoque de Wieland contrasta con los múltiples modelos que suponen que algunos precios están indexados en parte a la inflación pasada pero que tratan el grado de indexación como exógeno.

Específicamente, cuando una empresa tiene la oportunidad de cambiar óptimamente sus precios, también decide entre indexar sus futuros cambios de precios a la inflación pasada o a la meta inflacionaria del banco central. En consecuencia, una desinflación inmediata por la vía de una reducción de la meta inflacionaria del banco central hace que las empresas abandonen rápidamente su indexación a la inflación pasada y se cambien a la meta de inflación. Sin embargo, el impacto inicial de esta desinflación drástica es una caída grande del producto. Esta disminución de actividad económica real se puede moderar si el banco central aplica una desinflación más gradual. A medida que las empresas actualizan su evaluación de la persistencia durante una desinflación gradual, los costos reales de la desinflación disminuyen. Sin embargo, en el escenario de desinflación gradual, es menos probable que las empresas cambien su índice por la meta del banco central. Luego Wieland procede a analizar el uso de metas de inflación temporales que disminuyen paulatinamente hacia una inflación de estado estacionario. Esta situación captura la estrategia de desinflación gradual de metas anuales aplicada en Chile de 1990 a 2000, similar a la de varios otros países con metas de inflación que adoptaron metas anuales cuando sus tasas de inflación aún eran altas. Cumplir metas de corto plazo ayuda a subir la tasa a la cual las empresas reemplazan la inflación rezagada por la meta del banco central en sus estrategias de indexación. Lo anterior contribuye a reducir la inflación.

Felipe Morandé y Mauricio Tejada evalúan la importancia empírica de las tres fuentes clásicas de incertidumbre en la política monetaria en Chile. Los autores estudian la incertidumbre de los datos comparando estimaciones de la brecha del producto en tiempo real entre sí y con medidas finales, y concluyen que las correlaciones entre los datos en tiempo real y las estimaciones de la brecha del producto con datos finales son relativamente bajas. Para evaluar la importancia empírica de la incertidumbre aditiva (asociada a la varianza de los *shocks*) y multiplicativa (asociada a los parámetros), Morandé y Tejada estiman un modelo prospectivo neokeynesiano de economía pequeña y abierta para Chile, con parámetros variantes temporales y varianzas de perturbaciones estado-dependientes. Los resultados de todas las ecuaciones del modelo muestran que la incertidumbre aditiva domina a la incertidumbre multiplicativa. Las estimaciones apoyan la hipótesis de varianzas estado-dependientes asociadas a dos estados: volatilidad baja o alta del *shock*. Los autores reportan que las medidas de incertidumbre total respecto tanto de la brecha del producto como de la inflación se han reducido en el tiempo, y el período de mayor estabilidad coincide con el esquema de metas de inflación en vigencia a partir del año 2001.

En trabajos anteriores, Marco del Negro y Frank Schorfheide (y otros) han desarrollado el modelo DSGE-VAR, que relaja restricciones cruzadas y puede verse como un modelo VAR estructural, pero que conserva varios de los rasgos de la especificación DSGE subyacente. En este libro, Del Negro y Schorfheide presentan los resultados de la estimación de un modelo DSGE-VAR de economía pequeña y abierta para Chile en 1999-2007. Los autores encuentran útil inclinar sus estimaciones hacia la restricción generada por su modelo DSGE porque es improbable que el VAR sin fuertes restricciones iniciales entregue buenas predicciones o permita extraer conclusiones razonables. La variabilidad observada de la inflación obedeció más que nada a perturbaciones locales. En cuanto a las reglas de política monetaria, una conclusión es que la respuesta del Banco Central de Chile a los *shocks* cambiario y de términos de intercambio fue insuficiente. Una respuesta más agresiva del BCCh a los *shocks* inflacionarios habría hecho poca mella en la volatilidad de la inflación, pero una más débil la habría disparado. Del Negro y Schorfheide derivan de su ejercicio dos lecciones que pueden ser más generales: i) los resultados de los experimentos de política son muy sensibles a parámetros que reflejan las leyes de movimiento de los *shocks* exógenos; ii) la presencia de una mala especificación —cuando se rechaza el modelo DSGE a favor de un modelo de parametrización menos restrictiva— no implica necesariamente que las respuestas a los ejercicios de política que se obtienen del modelo DSGE no sean robustas.

Manuel Marfán, Juan Pablo Medina y Claudio Soto especifican y estiman un modelo DSGE para Chile, a fin de analizar los efectos macroeconómicos de varios *shocks* exógenos y de política cuando los agentes

privados tienen percepciones erróneas sobre los niveles de productividad futuros, que generan ciclos de auge y caída, tales como los que fueron recurrentes en economías emergentes e industrializadas en las décadas de 1990 y 2000. Utilizan el modelo, basado en una especificación DSGE prospectiva para una economía pequeña y abierta de tres sectores con varias rigideces nominales y reales y una regla de Taylor, para realizar varias simulaciones. La primera muestra que se puede simular un ciclo de auge y caída mediante una disminución inesperada y una reversión posterior en la tasa de interés externa, lo que da buena cuenta de los hechos estilizados observados en Chile durante los años noventa. La segunda simulación se centra en los efectos de las expectativas demasiado optimistas sobre niveles futuros de productividad y, alternativamente, sobre las tendencias futuras de la productividad, las que ex post resultan erradas. Solo el exceso de optimismo respecto de las tendencias (no los niveles) de la productividad es capaz de replicar el ciclo chileno, al igual que el ciclo inducido por la tasa de interés externa. Por último, Marfán, Medina y Soto contrastan los efectos macroeconómicos de reacciones alternativas de la política monetaria frente a un aumento de la productividad tendencial. Si el banco central sigue un régimen de metas de inflación más estricto, se amplifica el ciclo de auge y caída de la mayoría de las variables macroeconómicas. Una amplificación cíclica similar del ciclo de auge y caída se observa cuando el banco central incluye el tipo de cambio como argumento de su regla de política, como efectivamente sucedió durante el régimen parcial de metas de inflación con banda cambiaria, en vigor hasta 1999.

Referencias

Adolfson, M., S. Laséen, J. Lindé y M. Villani (2008). "Evaluating an Estimated New Keynesian Small Open Economy Model." *Journal of Economic Dynamics and Control* 32(8): 2690-721.

Benati, L. y G. Vitale (2007). "Joint Estimation of the Natural Rate of Interest, the Natural Rate of Unemployment, Expected Inflation, and Potential Output." Working Paper N°797, Banco Central Europeo.

Blinder, A.S. (1998). *El Banco Central: Teoría y Práctica,* Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.

Brainard, W. (1967). "Uncertainty and the Effectiveness of Policy." *American Economic Review* 57(2): 411-25.

Bullard, J. y K. Mitra (2002). "Learning about Monetary Policy Rules." *Journal of Monetary Economics* 49(6): 1105-29.

Christiano, L.J., M. Eichenbaum y C. Evans (2005). "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy." *Journal of Political Economy* 113(1): 1-45.

Christiano, L.J., R. Motto y M. Rostagno (2007). "Financial Factors in Business Cycles." Mimeo, Department of Economics, Northwestern University.

Cogley, T., R. Colacito y T.J. Sargent (2007). "Benefits from U.S. Monetary Policy Experimentation in the Days of Samuelson and Solow and Lucas." *Journal of Money, Credit and Banking* 39(S1): 67-99.

Craine, R. (1979). "Optimal Monetary Policy with Uncertainty." *Journal of Economic Dynamics and Control* 1(1): 59-83.

Erceg, C.J. y A.T. Levin (2003). "Imperfect Credibility and Inflation Persistence." *Journal of Monetary Economics* 50(4): 915-44.

Evans, G.W. y S. Honkaphoja (2001). *Learning and Expectations in Macroeconomics,* Princeton, NJ, EE.UU.: Princeton University Press.

Galí, J. (2008) *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework.* Princeton University Press.

Garnier, J. y B.R. Wilhelmsen (2005). "The Natural Real Interest Rate and the Output Gap in the Euro Area: A Joint Estimation." Working Paper 546, Banco Central Europeo.

Giannoni, M. (2002). "Does Model Uncertainty Justify Caution? Robust Optimal Monetary Policy in a Forward-Looking Model." *Macroeconomic Dynamics* 6(1): 111-44.

Giannoni, M. y M. Woodford (2002). "Optimal Interest-Rate Rules: I. General Theory." NBER Working Paper 9419.

Greenspan, A. (2003). "Opening Remarks." En *Monetary Policy and Uncertainty: Adapting to a Changing Economy,* Jackson Hole Symposium, Federal Reserve Bank of Kansas City.

Hansen, L.P. y T.J. Sargent (2003). "Robust Control for Forward Looking Models." *Journal of Monetary Economics* 50(3): 581-604.

Hansen, L.P. y T.J. Sargent (2004). *Robust Control and Economic Model Uncertainty,* Princeton, NJ, EE.UU.: Princeton University Press.

Kuttner, K.N. (1994). "Estimating Potential Output as a Latent Variable." *Journal of Business and Economic Statistics* 12(3): 361-68.

Laubach, T. y J.C. Williams (2003). "Measuring the Natural Rate of Interest." *Review of Economics and Statistics* 85(4): 1063-70.

Levin, A., A. Onatski, J. Williams, y N. Williams (2005). "Monetary Policy under Uncertainty in Micro-Founded Macroeconometric Models." En *NBER Macroeconomic Annual 2005*, editado por Mark Gertler y Kenneth Rogoff. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press.

Levin, A.T. y J.C. Williams (2003). "Robust Monetary Policy with Competing Reference Models." *Journal of Monetary Economics* 50(5): 945-75.

Lindé, J. (2005). "Estimating New-Keynesian Phillips Curve: A Full Information Maximum Likelihood Approach." *Journal of Monetary Economics* 52(6): 1135-49.

McCallum, B.T. (2001). "Should Monetary Policy Respond Strongly to Output Gaps?" *American Economic Review* 91(2): 258-62.

Orphanides, A. (2003). "The Quest for Prosperity without Inflation." *Journal of Monetary Economics* 50(3): 633-63.

Orphanides, A. y J.C. Williams (2002). "Robust Monetary Policy Rules with Unknown Natural Rates." *Brookings Papers on Economic Activity* 2: 63-145.

Romer, C.D. y D.H. Romer (2002). "The Evolution of Economic Understanding and Postwar Stabilization Policy." En *Rethinking Stabilization Policy,* 11-78 Federal Reserve Bank of Kansas City.

Rudebusch, G.D. (2001). "Is the Fed Too Timid? Monetary Policy in an Uncertain World." *Review of Economics and Statistics* 83(2): 203-17.

Rudebusch, G.D. y J.C. Williams (2008). "Revealing the Secrets of the Temple: The Value of Publishing Central Bank Interest Rate Projections." En *Asset Prices and Monetary Policy*, editado por J.Y. Campbell. Chicago, IL, EE.UU.: University of Chicago Press.

Schmidt-Hebbel, K. y C. Walsh (eds.) (2009). *Monetary Policy under Uncertainty and Learning,* Banco Central de Chile, por aparecer.

Smets, F. y R. Wouters (2003). "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area." *Journal of the European Economic Association* 1(5): 1123-75.

Söderström, U. (2002). "Monetary Policy with Uncertain Parameters." *Scandinavian Journal of Economics* 104(1): 125-45.

Taylor, J.B. (2003). "Discretion versus Policy Rules in Practice." *Carnegie-Rochester Conferences Series on Public Policy* 39(1): 195-214.

Walsh, C.E. (2003). "Implications of a Changing Economic Structure for the Strategy of Monetary Policy." En *Proceedings: Monetary Policy and Uncertainty: Adapting to a Changing Economy*, 297-348. Jackson Hole Symposium, Federal Reserve Bank of Kansas City.

Walsh, C.E. (2004). "Robustly Optimal Instrument Rules and Robust Control: An Equivalence Result." *Journal of Money, Credit, and Banking* 36(6): 1105-13.