

# Notas de **política monetaria y banca central**



Fernando Arias Rodríguez, Clark Granger Castaño,  
Andrea Otero Cortés, Daniel Parra Amado,  
Julián Parra Polanía, Diego Rodríguez Pinilla

Notas de  
**política monetaria**  
y **banca central**



Notas de política monetaria y banca central / Fernando Arias Rodríguez [y otros cinco]; prólogo Mauricio Villamizar Villegas, Lucía Arango. -- Edición Julián Parra Polanía. -- Bogotá: Banco de la República, 2025. 152 páginas; cm. Incluye bibliografía. 1. Modelos macroeconómicos 2. Modelos monetarios 3. Regla de Taylor 4. Teoría keynesiana 5. Demanda por dinero - Colombia 6. Dinero de helicóptero (Política monetaria) 7. Bancos centrales 8. Colombia - Política monetaria I. Arias Rodríguez, Fernando, autor II. Granger Castaño, Clark, autor III. Otero Cortés, Andrea, autora IV. Parra Amado, Daniel, autor V. Rodríguez, Diego, autor VI. Parra Polanía, Julián, editor VII. Villamizar Villegas, Mauricio, autor del prólogo VIII. Arango, Lucía, autora del prólogo. 332.112 cd 22 ed.

Junio de 2025

ISBN digital: 978-958-664-497-6  
<https://doi.org/10.32468/Ebook.664-497-6>

Sección de Gestión de Publicaciones  
Departamento de Servicios Administrativos  
Banco de la República

Diseño de portada e interiores  
Adrián Díaz Espitia

Corrección de estilo  
Melissa Botero Triana

Revisión de pruebas  
Andrea Clavijo

Las opiniones expresadas en los capítulos de este libro no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

# Contenido

<b>Agradecimientos</b>	<b>5</b>
<b>Prólogo</b>	<b>6</b>
<b>Introducción</b>	<b>8</b>
<b>Parte I</b>	
<b>Aspectos institucionales, oferta y demanda de dinero</b>	<b>12</b>
1. Aspectos institucionales y de la operatividad de la política monetaria en Colombia	13
2. Oferta de dinero y herramientas de política monetaria	30
3. Demanda de dinero: aspectos conceptuales	44
4. El dinero en la función de utilidad	57
<b>Parte II</b>	
<b>Política monetaria, modelos macroeconómicos e inconsistencia dinámica</b>	<b>71</b>
5. Modelo de información perfecta y modelo de Lucas	72
6. Modelo de competencia imperfecta y modelo de Taylor	97
7. Modelo neokeynesiano	111
8. Inconsistencia dinámica	130
<b>Apéndice</b>	<b>143</b>
<b>Acerca de los autores</b>	<b>149</b>

# Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas que han hecho posible la publicación de este libro. A Juan Esteban Carranza, subgerente de Estudios Económicos; María del Pilar Esguerra, directora del Departamento de Comunicación y Educación Económica, y Hernando Vargas, gerente técnico, por apoyar este proyecto y al Comité de Publicaciones por haberlo aprobado.

A Mauricio Villamizar, codirector del Banco de la República, y a Lucía Arango por escribir el prólogo. A Lucía también le agradecemos ser parte del equipo logístico que nos ha acompañado en la realización del Curso de banca central, iniciativa dentro de la Red Investigadores de Economía.

A todo el Departamento de Comunicación y Educación Económica quien organiza, año a año, el curso en el marco de la estrategia Banrep Educa. Especialmente a María Luisa Bernal, José Bran, Luis Eduardo Castellanos, Andrea López, Pablo Cerezo, Daniela McAllister y Gonzalo Rincón.

También al Departamento de Servicios Administrativos, a su director, Óscar Rodríguez, y, en particular, a la Sección de Gestión de Publicaciones, especialmente a María Fernanda Latorre, Andrea Clavijo, Melissa Botero y Adrián Díaz, por su arduo y diligente trabajo en la corrección, revisión y diseño del libro.

A las universidades de La Salle (Bogotá), del Norte (Barranquilla), EAFIT (Medellín) y Javeriana (Bogotá) por facilitarnos sus instalaciones y su colaboración para llevar a cabo los Cursos de banca central, incluyendo el de este año 2025. Agradecemos a los estudiantes que, durante los años de existencia del curso, con su entusiasmo nos han motivado a hacerlo cada vez mejor y explorar caminos para poder llegar a un mayor número de personas.

Finalmente, Julián Parra, en calidad de editor del libro y coordinador académico del Curso de banca central, agradece enormemente el esfuerzo y el compromiso incondicional de Diego Rodríguez, coautor del libro, en su rol de jefe del equipo de Educación Económica. También a los profesores del curso y demás coautores del libro: Fernando Arias, Clark Granger, Andrea Otero y Daniel Parra, por su dedicación y su evidente cariño por esta labor.

# Prólogo

Mauricio Villamizar Villegas

Lucía Arango

La política monetaria es un tema fascinante que está siempre en el centro de las discusiones económicas, ya sea las que se dan en las aulas, los titulares de los medios o las conversaciones del día a día. Sin embargo, para comprenderla a profundidad se requiere más que una visión superficial: exige un puente que permita transitar entre estos distintos niveles de profundidad para entender cómo las decisiones de los bancos centrales impactan nuestras economías y nuestra vida cotidiana.

Este libro busca construir ese puente. A través de sus páginas, ofrece un recorrido diseñado para guiar a quienes ya dominan los conceptos iniciales de la macroeconomía, pero aún no se sienten listos para enfrentarse a textos altamente especializados. Aquí, el rigor técnico va de la mano con explicaciones claras y accesibles, proporcionando una base sólida para entender las herramientas, fundamentos y modelos detrás de las decisiones de política monetaria.

La iniciativa detrás de esta obra tiene su origen en un hecho concreto. En el año 2021, el Banco de la República dentro de su iniciativa de la Red Investigadores de Economía lanzó el “Curso de Banca Central” como parte de su compromiso de trabajo conjunto con las universidades para abordar desafíos compartidos. Este curso, que se ha convertido en un ejemplo tangible de cómo el Banco a través de la Red busca construir puentes entre la academia y la práctica económica, surgió tras identificar una brecha en las universidades colombianas donde la enseñanza de macroeconomía y política monetaria se estaba reduciendo considerablemente.

Desde el año 2025, se imparten tres versiones del curso: dos presenciales (una en Bogotá y una en otra región diferente cada año) y una virtual, que es accesible a estudiantes de todo el país. Esta iniciativa ha permitido que el Banco a través de la Red reafirme su misión de trabajar de la mano con la academia para impulsar el acceso al conocimiento. Además, el esfuerzo no es solo una

labor educativa: es una inversión estratégica. Cuando un público más amplio comprende mejor las bases, herramientas y modelos detrás de la política monetaria, la efectividad de su implementación aumenta significativamente, fortaleciendo el impacto de las decisiones del Banco en la economía.

Tras cuatro años de valiosas experiencias, se hizo evidente la necesidad de ampliar el impacto del curso, llevando los conceptos y modelos discutidos más allá de las aulas. Fue así como surgió la idea de transformar las notas de clase en un libro, ofreciendo un recurso adicional que ahora está al alcance de todos los interesados en profundizar en la política monetaria.

A lo largo de estas páginas, los lectores encontrarán tanto los fundamentos teóricos como sus aplicaciones prácticas, abarcando desde el análisis del mercado interbancario y los principios básicos de la oferta y demanda de dinero, hasta los modelos dinámicos que explican cómo las políticas monetarias impactan las economías modernas.

La estructura del libro refleja un enfoque progresivo, comenzando con la construcción de una base sólida, para luego avanzar hacia herramientas más sofisticadas, incluyendo modelos que han marcado un hito en la teoría económica. Cada capítulo ha sido diseñado para explicar el “porqué” detrás del “cómo”.

Desde el marco institucional de la política monetaria en Colombia hasta un análisis detallado de modelos clásicos y neokeynesianos, el texto busca tejer una narrativa que conecta teoría y práctica, siempre con la intención de responder una pregunta fundamental: ¿cómo afectan estas decisiones abstractas a la economía cotidiana?

Confiamos en que este libro se convierta en un recurso valioso tanto para estudiantes de economía y ciencias afines, como para todos aquellos interesados en adentrarse en el fascinante mundo de la política monetaria. Esperamos también que los contenidos aquí presentados inspiren nuevas preguntas sobre tan importante materia y fomenten el aprendizaje continuo de sus lectores.

Finalmente, deseamos expresar nuestro agradecimiento a todos aquellos que hicieron posible este proyecto, especialmente a los estudiantes y profesores que, con su entusiasmo, preguntas y comentarios, contribuyeron de manera significativa a la realización de este libro.

# Introducción

El presente libro se dedica al estudio de la función más común, y quizás la más importante de las llevadas a cabo por los bancos centrales: el diseño y la ejecución de la política monetaria. Por *política monetaria* nos referimos a las intervenciones realizadas en el mercado de dinero para afectar la cantidad de este o su precio (la tasa de interés), con el propósito de alcanzar algún objetivo macroeconómico, usualmente relacionado con los niveles de inflación y de la actividad económica real.

Periódicamente se escucha en las noticias que el banco central de algún país disminuyó o aumentó la tasa de interés de intervención, también conocida como la tasa de política (monetaria). Seguramente algunas personas al escuchar estas noticias se preguntan para qué hace eso un banco central, qué consecuencias tiene en la economía y cómo afecta al ciudadano común. Por su lado, un estudiante en sus primeros años de Economía, a partir del conocimiento adquirido en los cursos básicos de macroeconomía, está en capacidad de ofrecer una explicación general y relativamente sencilla al respecto.

Partiendo de ese nivel de conocimiento, en este libro buscamos profundizar en los detalles de esas explicaciones, examinando parte de sus fundamentos teóricos y técnicos a un nivel intermedio, esto es, pensando en estudiantes que ya han culminado su ciclo básico de estudio (y, por tanto, han completado sus cursos básicos de microeconomía, macroeconomía, estadística y cálculo). Consideramos que para los niveles de maestría y doctorado en Economía ya hay libros de texto muy útiles y completos para el estudio de la política monetaria (usualmente en inglés). Por otro lado, y como se mencionó, los estudiantes de pregrado adquieren un conocimiento básico sobre estos temas a partir de sus libros de texto de macroeconomía básica o intermedia, o en los módulos de política monetaria dentro de sus cursos de macroeconomía o política económica. Sin embargo, creemos que puede ser útil ofrecer un paso intermedio para los estudiantes que quieren avanzar sobre los detalles formales en esta materia.

Con el anterior propósito, y gracias al Banco de la República dentro de su iniciativa de la Red Investigadores de Economía, nació en 2021 el Curso de Banca Central, un curso gratuito que se dicta a lo largo de una semana (un

poco más de 30 horas académicas) y que está dirigido a estudiantes de Economía de todo el país. Anualmente cientos de estudiantes tienen la intención de tomar el curso, pero, por razones del límite de nuestra capacidad, solo unos pocos de ellos logran acceder a alguna de las versiones disponibles (presencial o virtual). Como una forma de llegar a una mayor cantidad de personas, los profesores del curso tuvimos la idea de que nuestras notas de clase pudieran convertirse en un libro electrónico de acceso gratuito, y esa fue la motivación que originó este trabajo.

El libro, al igual que el curso, es corto y por tanto no abarca todos los temas que se estudiarían en un curso semestral sobre esta materia, pero sí cubre varios muy importantes. El texto contiene las notas de clase del Curso de Banca Central y adiciona un capítulo, el primero, que aborda elementos relacionados con el marco institucional y la operatividad de la política monetaria en Colombia. Allí se mencionan, entre otros temas, algunos principios básicos para que la política monetaria sea efectiva, los objetivos que ella persigue, el contexto institucional alrededor del esquema de *inflación objetivo* en el país, y los canales por los cuales los cambios en la tasa de política influyen en las variables macroeconómicas.

El segundo capítulo del libro estudia la oferta de dinero en la economía mediante el análisis del mercado interbancario, es decir, el mercado en el cual las entidades financieras se hacen préstamos entre ellas para cubrir sus necesidades de liquidez de corto plazo. Este es precisamente el mercado que es afectado directamente y con mayor rapidez cuando el banco central modifica la tasa de interés de intervención. En este capítulo se explica, utilizando elementos gráficos, cómo el banco central, mediante sus operaciones de compra y venta de títulos financieros (conocidas como operaciones de mercado abierto, OMA) y la operación de sus ventanillas de contracción y expansión, tiene un papel esencial en la determinación del equilibrio del mercado interbancario, esto es, tanto de la cantidad de recursos prestados como del nivel de la tasa de interés que se cobra por los mismos, y con ello en la determinación de la oferta agregada de dinero.

El tercer capítulo hace un repaso desde diferentes escuelas del pensamiento económico de la evolución de algunas de las teorías más importantes planteadas alrededor de los motivos y la función de demanda de dinero. Específicamente, la teoría cuantitativa de la escuela clásica, la teoría de la preferencia por la liquidez de John M. Keynes y desarrollos posteriores, como la versión moderna de la teoría cuantitativa planteada por Milton Friedman.

El capítulo cuatro cierra la primera de las dos partes del libro describiendo un modelo básico, sin fricciones o externalidades, en el que se introduce el dinero de una forma sencilla: suponiendo que este genera utilidad como consecuencia directa de su tenencia, esto es, antes de que sea empleado para comprar algún bien o servicio. A este se le conoce como el modelo de “dinero en

la función de utilidad” o MIU (por su sigla en inglés), y servirá, entre otras cosas, para hacer la derivación formal de una función de demanda de dinero. A su vez, el MIU, tras agregar algunos elementos (como se explica abajo), servirá de base y primer paso para llegar al modelo neokeynesiano (en el séptimo capítulo), después de un recorrido por varios modelos.

En modelos como el MIU, en los que la competencia y la información son perfectas y en donde no hay externalidades o rigideces de ningún tipo, el dinero, y por tanto la política monetaria, no tiene mayor relevancia. En un modelo de ese tipo el dinero es neutral, un concepto que es clave en el libro y que se refiere al hecho de que las variaciones en su cantidad no tienen efectos sobre las variables reales (como la producción y el empleo) y solo afectan variables nominales (como la inflación). Lo anterior, por supuesto, no es una característica deseable para el estudio de la política monetaria y, por ello, en la segunda parte del libro hacemos un breve recorrido, conceptual y de alguna forma histórico, por modelos que eliminan la neutralidad del dinero en el corto plazo, agregando nuevos elementos al análisis formal macroeconómico y permitiendo examinar el importante rol que juegan los cambios en el mercado de dinero sobre los ciclos económicos.

El capítulo cinco explica el modelo originalmente propuesto por Robert E. Lucas en 1972. Allí se ilustra formalmente cómo la introducción de información imperfecta en un modelo macroeconómico básico es un elemento suficiente para eliminar la neutralidad del dinero en el corto plazo. Como resultado, únicamente los cambios inesperados en el mercado de dinero tienen efectos (poco persistentes) sobre la actividad económica real. Con base en esto se explica también la *crítica de Lucas*, un concepto esencial en la historia del estudio de la política monetaria, y con ello la importancia de las expectativas de inflación en la posibilidad, o no, de explotar la relación entre producto e inflación.

El capítulo seis explica el modelo originalmente propuesto por John B. Taylor en 1979. El capítulo parte de un modelo básico de competencia imperfecta en el que la incorporación de una rigidez de precios (en particular, que quienes fijan los precios deben mantenerlos iguales durante dos periodos) es la encargada de eliminar la neutralidad de dinero en el corto plazo y producir efectos que pueden tener alta persistencia sobre la actividad económica real. Bajo este modelo, y a diferencia de lo que ocurre en el modelo de Lucas, incluso cambios esperados en el mercado de dinero pueden tener efectos reales.

En el séptimo capítulo se presenta el modelo neokeynesiano (NK), un modelo de equilibrio general dinámico que puede considerarse hoy en día como la herramienta formal más común para el análisis de la política monetaria y otras políticas macroeconómicas. El modelo NK toma como base el modelo MIU (ya estudiado en el cuarto capítulo) para el análisis de los hogares, e incluye el problema de las firmas en un ambiente de competencia imperfecta y rigideces en el ajuste de precios. Los estudiantes de Economía de los

primeros años usualmente analizan la política monetaria desde la perspectiva de modelos básicos y estáticos. El objetivo de este capítulo es que aprendan la derivación y el uso de una versión básica del modelo NK y, con ello, una versión simplificada de su microfundamentación o, en otras palabras, de la obtención de las condiciones de primer orden que solucionan los problemas intertemporales de optimización que enfrentan los consumidores y las firmas en el modelo.

En el capítulo ocho se describe el problema de la inconsistencia dinámica, fundamental en el estudio de la política monetaria (y otras políticas económicas). Se trata del problema de credibilidad que surge cuando al hacedor de política le resulta óptimo prometer que se implementará una acción específica en el futuro (*v. gr.*, fijar una tasa de interés alta para controlar la inflación), pero, si los agentes creen la promesa, al llegar el momento de cumplirla el hacedor de política tendrá incentivos para ejecutar una acción diferente. Este capítulo, mediante un modelo sencillo, explica los detalles formales del problema para la credibilidad de la política monetaria y sus implicaciones. Posteriormente se discuten de forma muy breve algunas de las posibles soluciones que han sido estudiadas en teoría.

El libro además contiene un apéndice que explica dos métodos para resolver modelos con expectativas racionales. El estudio de ambos resulta útil para la comprensión de algunos pasos en la obtención de la solución de los modelos estudiados en la segunda parte del libro. Adicionalmente, al principio de cada capítulo se incluye una lista de los *conceptos clave* o *fundamentales* abordados en el mismo y al final de cada capítulo se plantean algunas preguntas y ejercicios sugeridos que pueden ser utilizados y complementados por el tutor o docente.

Esperamos que el libro cumpla su propósito de ser útil para muchos estudiantes de pregrado en Economía y, en general, para personas interesadas en tener una mayor comprensión del análisis formal de la política monetaria.

# Parte I

Aspectos institucionales,  
oferta y demanda de dinero

**1.**  
Aspectos institucionales y de  
la operatividad de la política  
monetaria en Colombia

## Conceptos clave

- **Política monetaria**
- **Operaciones repo**
- **Inflación objetivo**
- **Meta de inflación**
- **Tasa de interés de intervención**
- **Canales de transmisión de la política monetaria**

A lo largo de este libro se presentarán conceptos y modelos económicos que permiten comprender algunos de los fundamentos teóricos de la política monetaria, así como su interacción con el entorno macroeconómico en general. Como complemento a ese contenido, este capítulo aborda temas conceptuales de la política monetaria, el marco institucional en Colombia, la tasa de interés de intervención como herramienta principal y los principales canales a través de los cuales se propaga el efecto de las decisiones de la Junta Directiva del Banco de la República en la economía de nuestro país, con el fin de cumplir el objetivo constitucional de preservar el poder adquisitivo de nuestra moneda.

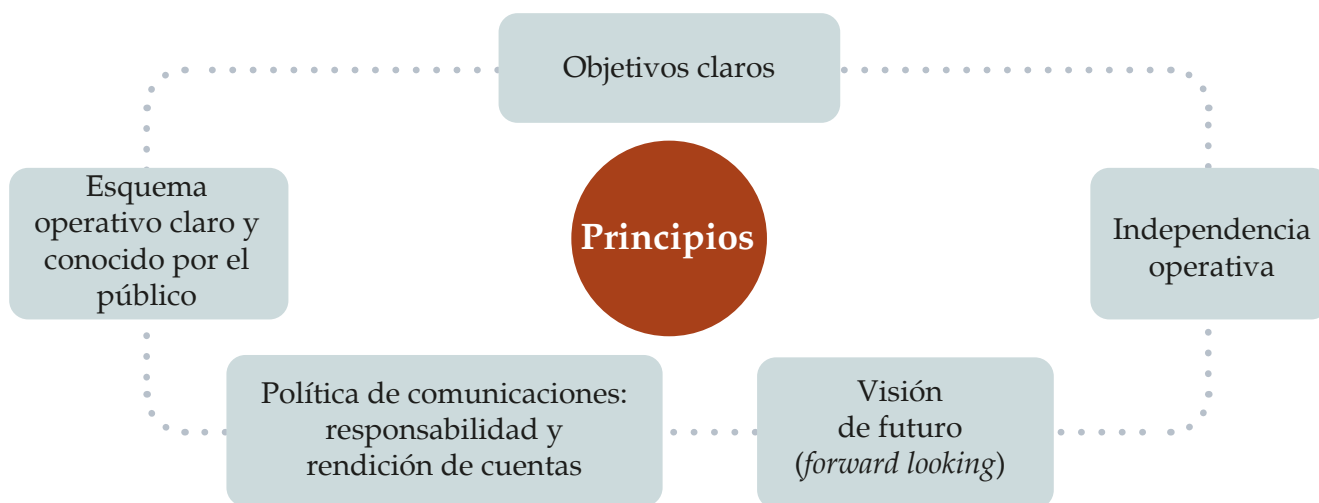
### 1.1. Política monetaria

La política monetaria constituye una parte fundamental de la política macroeconómica de un país. Engloba un conjunto de medidas mediante las cuales un banco central busca alcanzar objetivos específicos como, por ejemplo, mantener una inflación baja y estable que proteja el poder adquisitivo del dinero y contribuya al mantenimiento de un crecimiento económico sostenible en un entorno de estabilidad financiera.

Hoy en día existe un relativo consenso respecto a la política monetaria: para que sea efectiva, es necesario que cumpla con ciertos principios básicos que le otorguen credibilidad y capacidad de actuación (Diagrama 1.1). Estos principios incluyen:

- Establecer objetivos claros y bien definidos.
- Mantener independencia operativa, de manera que sus decisiones sean coherentes con los resultados de sus análisis y proyecciones, sin interferencias externas.
- Adoptar un esquema operativo claro y un mecanismo de rendición de cuentas, para que la sociedad esté informada de las acciones de la autoridad monetaria.
- Mantener un horizonte de política a mediano plazo que sea acorde con la capacidad de sus instrumentos para influir en las variables económicas.
- Implementar políticas de comunicación transparentes.

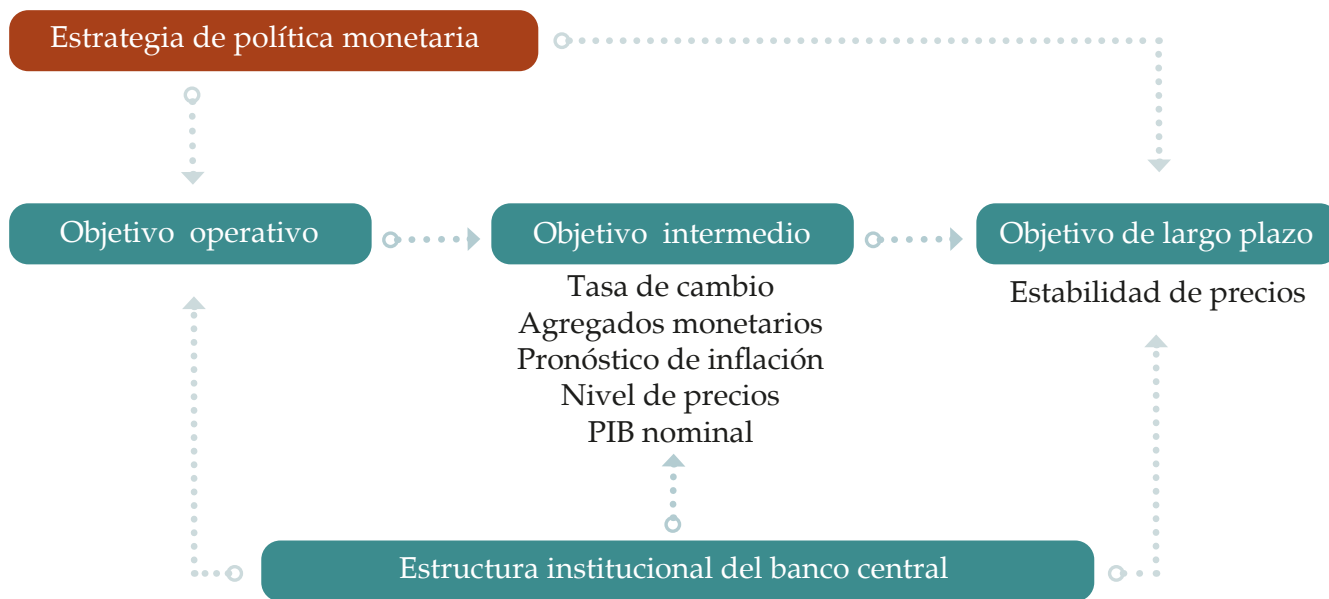
**Diagrama 1.1**  
**Principios de un esquema efectivo de política monetaria**



Un esquema efectivo de política monetaria es aquel que incide en el bienestar de la población al influir en las expectativas de inflación y la actividad económica, reduciendo la incertidumbre y suavizando los ciclos económicos. Además, una política monetaria creíble crea un entorno económico favorable mediante la implementación de un mecanismo de gestión contracíclica que ayuda a mitigar los efectos de posibles choques internos o externos que puedan afectar la economía.

En la mayoría de los países, estos esquemas efectivos se cimientan en una sólida estructura institucional, generalmente desde el nivel constitucional (Diagrama 1.2). Esta estructura otorga independencia y establece objetivos a largo plazo, como la consecución de la estabilidad de precios. Para lograrlo la autoridad monetaria establece un objetivo intermedio, que implica la elección de una variable observable y mensurable, como la tasa de cambio, el crecimiento del dinero o las proyecciones de inflación, entre otras posibilidades. Esta variable sirve como guía, ya que ninguna de ellas es completamente controlable por la autoridad monetaria. A la variable seleccionada se la conoce como *ancla nominal* y sus variaciones afectan el valor del dinero y orientan las decisiones de política monetaria, influyendo en las expectativas de inflación y contribuyendo al cumplimiento de la meta establecida.

**Diagrama 1.2**  
Esquema efectivo de política monetaria



Aunque el ancla nominal no es completamente controlable, la autoridad monetaria puede influir en ella mediante una herramienta de política específica (conocida también como *objetivo operativo*), como la tasa de interés de las **operaciones repo** con los bancos comerciales (véase el siguiente recuadro). Esta variable (de corto plazo) debe estar directamente relacionada con el objetivo intermedio. De esta manera, la autoridad monetaria ajusta la herramienta de política para alcanzar el objetivo intermedio lo que, a su vez, conduce a lograr el objetivo de largo plazo.

### Operaciones repo

Una operación repo implica la venta de un activo (como títulos financieros) a cambio de una suma de dinero, con el acuerdo de recomprarlo en una fecha posterior. En este sentido, se asemeja a un préstamo de dinero que es respaldado por una garantía, que en este caso es el activo subyacente.

Cuando este esquema y el objetivo son de conocimiento público, resulta esencial que el ancla nominal tenga un valor numérico explícito, definido en un horizonte relevante para la política monetaria, que no es más que el período en el cual se espera que una decisión produzca el efecto deseado, incluso en ausencia de un control perfecto sobre el objetivo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> En Colombia, la meta de inflación de largo plazo es del 3% (con un rango aceptable de  $\pm 1\%$ ) y un horizonte de política monetaria de 2 a 3 años (dependiendo de la magnitud y la naturaleza de los choques económicos).

Las operaciones repo son el principal mecanismo a través del cual el Banco de la República suministra liquidez a la economía. Su objetivo es ajustar la oferta de dinero para asegurar que las tasas de interés a las cuales las entidades financieras prestan dinero entre sí se mantengan cercanas a la tasa de interés de intervención del Banco de la República.

Si la tasa de interés a corto plazo se aleja, ya sea por encima o por debajo de la tasa de política monetaria, el Banco lleva a cabo operaciones repo con el fin de ajustar la liquidez en el sistema para que ambas tasas vuelvan a estar alineadas, es decir, en niveles similares.

## 1.2. Estabilidad de precios como objetivo de largo plazo

¿Por qué es fundamental que el objetivo a largo plazo esté vinculado a la estabilidad de precios? Las respuestas pueden ser diversas, pero la literatura identifica puntos comunes que se relacionan con los elevados costos de la inflación, especialmente para las familias de bajos ingresos, y su impacto negativo en la economía, aspectos que examinaremos a continuación.

Cuando un incremento moderado en los precios de los bienes y servicios más consumidos en el país se encuentra en equilibrio con un aumento equivalente en nuestros ingresos, no debería representar un problema para nuestros bolsillos. No obstante, en la práctica, esta concordancia no siempre se materializa. Si los precios comienzan

a aumentar por encima de la tasa de incremento de los ingresos, es evidente y natural que comencemos a notar que nuestro dinero ya no alcanza para adquirir la misma cesta de bienes y servicios que antes. Esto se conoce como la pérdida de la capacidad adquisitiva del dinero. Cuando esta situación persiste en el tiempo, conlleva una serie de consecuencias adversas para el consumidor, costos sociales, distorsiones e incertidumbres en toda la economía que, si no se controlan a tiempo por parte de las autoridades económicas, podrían desencadenar problemas mucho más graves, como los asociados a una hiperinflación.

Para comprender mejor la importancia de mantener una inflación baja y estable, consideremos el caso de un colombiano promedio que ha firmado un contrato laboral con un salario fijo durante al menos un año. Si durante ese período los precios aumentan más de lo que se anticipaba al momento de la firma del contrato (inflación alta), el salario mensual de esta persona ya no será suficiente para adquirir la misma cantidad de bienes y servicios que podía comprar antes. Dado que el incremento en los precios afecta de manera generalizada a toda la economía, este ejemplo no distingue entre niveles de ingresos o estratos socioeconómicos; el costo relativo adicional que paga un ciudadano de bajos ingresos por un bien o servicio específico puede ser muy similar al que debe pagar un ciudadano con ingresos más elevados.

A pesar de que esta situación afecta los ingresos reales de toda la sociedad, su impacto es considerablemente más perjudicial para las familias más vulnerables o de menores ingresos<sup>2</sup>. Esto se debe a que la mayoría de sus recursos provienen

2 Como los desempleados, pensionados que ya no encuentran o buscan otras fuentes de ingresos, adultos mayores sin pensión o trabajadores informales, entre otros.

de salarios o de fuentes de ingresos informales que se gastan prácticamente de inmediato, lo que limita su capacidad de ahorro o la reduce prácticamente a cero. Esto, a su vez, disminuye su capacidad para protegerse de la inflación a través de productos de ahorro o inversión. De manera adicional, los hogares de menores ingresos se ven más afectados por la inflación no solo debido a sus limitaciones de ahorro, sino también porque una alta proporción de su consumo se compone de bienes y servicios esenciales que no pueden reemplazar por opciones más económicas. En otras palabras, las familias de bajos ingresos carecen de la flexibilidad necesaria para sustituir bienes y servicios costosos por alternativas más asequibles. En contraste, la población de mayores ingresos tiene la capacidad de ajustar una parte importante de su consumo ante incrementos en los precios de bienes y servicios. Por ejemplo, si las personas más acaudaladas suelen adquirir vehículos de gama alta y los precios de estos aumentan, podrían modificar su consumo y optar por vehículos de menor gama y menor costo. Por esta razón, es común escuchar que la inflación se asemeja a un “impuesto” regresivo, ya que, sin dejar de reconocer que afecta a los ingresos reales de toda la población, impacta de manera más significativa a las personas con menores ingresos.

De manera adicional, en situaciones de alta inflación es comprensible que se experimente una mayor incertidumbre en relación con los precios futuros. Por lo tanto, los consumidores podrían verse motivados a adquirir productos de manera más rápida al percibir que los precios podrían aumentar en los próximos días. Esto, a su vez, puede dar lugar a que los productos se agoten rápidamente y se vuelvan más escasos, lo que podría provocar que los precios sigan subiendo debido al desequilibrio entre la oferta y la demanda.

Las empresas, por su parte, suelen enfrentar una significativa incertidumbre en situaciones de alta inflación y, como consecuencia, no solo tienden a postergar sus planes de financiación para la expansión de sus operaciones, sino que además experimentan un aumento en sus costos financieros. Parte de este aumento se debe a la transferencia de mayores costos a los créditos, relacionados con el incremento del riesgo y la mayor incertidumbre que suele afectar al sistema financiero en tales situaciones. Por esto, un contexto de inflación baja y controlada implica tasas de interés reales<sup>3</sup> moderadas e incentiva la financiación de diferentes proyectos productivos, la compra de vivienda a largo plazo y la mayor inversión en infraestructura, educación, entre otros, lo que fomenta el crecimiento económico del país en el mediano y largo plazo.

Además, las empresas pueden enfrentar los llamados “costos de transacción” y “costos de menú” debido a la inestabilidad y a los niveles elevados de inflación al consumidor. Estos últimos se refieren al esfuerzo y al gasto que las empresas deben asumir para modificar sus precios con frecuencia, debido a los cambios rápidos en los precios al consumidor, lo que implica realizar cambios en empaques, etiquetas, actualizar registros de precios, entre otros aspectos.

3 Por tasa de interés real nos referimos a la tasa de interés nominal menos la tasa esperada de inflación.

Otra de las situaciones que las empresas podrían enfrentar en un entorno de alta inflación y gran volatilidad es el aumento de los costos salariales, lo que erosiona sus ganancias y dificulta las negociaciones salariales entre empresarios y trabajadores. Además, muchos precios en la economía están vinculados (indexados) a la inflación observada, lo que significa que una inflación descontrolada generaría un ciclo persistente de aumentos de precios no deseados en una parte significativa de la canasta básica de consumo. Esto afectaría, en particular, a rubros como arriendos, educación, ciertos servicios públicos y algunos servicios de transporte y personales, que se actualizan directa o indirectamente en función de la inflación observada.

Finalmente, el objetivo a largo plazo de mantener la estabilidad de precios es fundamental para la economía de un país, ya que, en un entorno de inflación baja y estable, y por tanto con menor incertidumbre, los recursos se asignan de manera más eficiente, garantizando un mayor crecimiento y bienestar para la población en general. En contraposición, en un contexto de alta inflación, empresas y hogares podrían buscar protegerse contra el aumento de los precios adquiriendo activos fijos, como viviendas o bodegas, y posponiendo inversiones productivas. Esto disminuye la generación de empleo y el crecimiento económico del país. Además, las autoridades económicas tienen una mayor dificultad para implementar políticas económicas adecuadas que impulsen el desarrollo social y productivo cuando el ambiente macroeconómico no es estable.

Como podemos deducir de lo expuesto hasta ahora, el desbordado crecimiento de los precios provoca distorsiones directas en la dinámica económica, dificultando en particular el crecimiento económico a largo plazo y afectando aspectos clave como la competitividad en los mercados, el empleo, el consumo, el ahorro y la inversión. En vista de este panorama, junto con una perspectiva aún más amplia sobre los perjuicios que conlleva una inflación alta y descontrolada, el Estado colombiano, a través del Banco de la República, tiene la misión constitucional de mejorar el bienestar general de los colombianos mediante la preservación del poder adquisitivo del dinero, fomentando un crecimiento económico sostenido y garantizando la estabilidad financiera y el adecuado funcionamiento de los sistemas de pago.

## Contexto institucional de la política monetaria en Colombia

En Colombia, la Constitución Política de 1991 confirió al Estado, a través del Banco de la República, la misión de preservar el poder adquisitivo de la moneda<sup>a</sup>. Adicionalmente, en 1999, la sentencia C-481 de la Corte Constitucional<sup>b</sup> confirmó que el Banco debe llevar a cabo sus actividades para controlar la inflación en coordinación con la política económica general. Esto implica que los objetivos de la política monetaria no pueden desvincularse de los objetivos de desarrollo económico y social.

La Constitución también le encomendó al Banco de la República ejercer las funciones de banca central<sup>c</sup>, para lo cual lo organizó como una persona jurídica de derecho público, con autonomía administrativa, patrimonial y técnica, sujeto a un régimen legal propio.

Además, designó a la Junta Directiva como la autoridad máxima en materia monetaria, cambiaria y crediticia del país, responsabilizándola de la dirección y ejecución de las funciones del Banco<sup>d</sup>.

Con respecto al régimen legal propio del Banco de la República, este se encuentra contenido en la Ley 31 de 1992<sup>e</sup> y en sus estatutos, expedidos mediante el Decreto 2520 de 1993<sup>f</sup>.

<sup>a</sup> Artículo 373, Constitución Política de Colombia (1991).

<sup>b</sup> Sentencia C-481/99, Corte Constitucional de Colombia.

<sup>c</sup> Artículo 371, Constitución Política de Colombia (1991).

<sup>d</sup> Artículo 372, Constitución Política de Colombia (1991).

<sup>e</sup> Decretado por el Congreso de la República el 29 de diciembre de 1992.

<sup>f</sup> Decretado por el presidente de la República el 14 de diciembre de 1993.

### 1.3. Estrategia de inflación objetivo en Colombia

Para cumplir con el mandato constitucional de preservar el poder adquisitivo de la moneda y fomentar un crecimiento económico sostenible a largo plazo, desde finales de la década de los noventa la Junta Directiva del Banco de la República inició la adopción de un esquema de política monetaria conocido como **inflación objetivo** (véase el siguiente recuadro). Este esquema se centra en el logro de una **meta de inflación** que, en el caso de Colombia, se ha establecido en el 3% anual, contribuyendo a un ambiente macroeconómico estable que facilite alcanzar el nivel máximo sostenible de producción y empleo.

Esta estrategia se basa en la comunicación explícita al público de que todas las decisiones del Banco se orientarán hacia el mantenimiento de una inflación baja y estable, buscando anclar las expectativas de inflación en la meta anunciada por la Junta Directiva. Cuando la autoridad monetaria goza de credibilidad y las expectativas de una inflación baja se consolidan, hay un efecto significativo sobre las decisiones de los agentes económicos y, por lo tanto, sobre la velocidad a la que aumentan los precios, contribuyendo al cumplimiento de la meta establecida por el Banco de la República. Es relevante destacar que la política monetaria opera con un cierto rezago en relación con la actividad económica y el nivel de precios, y tiene un carácter prospectivo. Por lo tanto, influir en las expectativas de inflación de los agentes económicos es fundamental para alcanzar la meta.

## Esquema de inflación objetivo

El esquema de inflación objetivo es un marco de política monetaria, como señaló Bernanke y Mishkin (1997), que se caracteriza por anunciar oficialmente al público un objetivo cuantitativo (ya sea puntual o en forma de rango) para la tasa de inflación a uno o varios horizontes temporales. Además, implica un reconocimiento explícito de que la inflación baja y estable representa el principal objetivo a largo plazo de la política monetaria. La autoridad monetaria se compromete a comunicar sus planes y objetivos al público y a proporcionar mecanismos que refuercen y aseguren su rendición de cuentas (*accountability*).

Según Svensson (2010), el esquema de inflación objetivo se caracteriza por tener una meta de inflación numérica anunciada, con una implementación en la que los pronósticos de inflación juegan un papel fundamental. También se destaca por su alto grado de transparencia y un mecanismo claro de rendición de cuentas.

En la actualidad, un gran número de países han adoptado completamente este esquema. El primero en hacerlo fue Nueva Zelanda, en 1991. De ahí en adelante lo han hecho varias economías desarrolladas como Canadá, Reino Unido, Suecia, Australia y Noruega, así como economías de la región como Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Guatemala.

De acuerdo con las características más importantes de esta estrategia de política monetaria, la Junta Directiva debe:

- Anunciar públicamente una meta cuantitativa de inflación específica. En el caso de Colombia, la meta de inflación a largo plazo es del 3% anual.
- Asegurar que el público comprenda que el objetivo explícito y primordial de la política monetaria a largo plazo es mantener una inflación baja y estable.
- Contar con un instrumento de política monetaria que impacte en los objetivos a corto, mediano y largo plazo. En Colombia, este instrumento es la tasa de interés de intervención (o tasa repo *overnight*).
- Otorgar mayor importancia a los pronósticos de inflación en la ejecución de la política monetaria. El proceso de toma de decisiones de política monetaria implica un análisis prospectivo y sus consideraciones principales se presentan en el *Informe de Política Monetaria*.
- Adoptar un régimen de tipo de cambio flexible que garantice la autonomía de la política monetaria en una economía con libre movilidad de capitales (considerando el trilema económico conocido como la trinidad imposible).
- Mantener un alto nivel de transparencia en sus comunicaciones y en la rendición de cuentas a la sociedad (*accountability*). Para esto, el principal mecanismo de rendición de cuentas del Banco ante los colombianos es el *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República*, que se presenta dos veces al año. Otros mecanismos clave de rendición de cuentas incluyen la publicación de las minutas de las reuniones de la Junta Directiva, que detallan las principales consideraciones y distintas opiniones en las reuniones; y el *Informe de Política Monetaria*,

## Hechos importantes

Con la autonomía conferida por la Constitución de 1991 para gestionar la política monetaria, el Banco comenzó a establecer metas específicas de inflación anual a partir de 1992. Aunque no logró cumplir efectivamente esas metas en ese momento, sí consiguió una tendencia descendente en la inflación. El instrumento principal en ese período era el manejo de los agregados monetarios, y la política estaba también enmarcada por un objetivo de tasa de cambio conocido como banda cambiaria. Mantener este doble objetivo (meta de inflación y tasa de cambio) limitaba en cierta medida la eficacia de la política monetaria, lo que pudo haber reducido la capacidad de mitigar las consecuencias de la crisis asiática a finales del siglo pasado, que resultó en una contracción del PIB colombiano del 4,2% en 1999.

Uno de los principales pasos hacia la adopción de un esquema completo de inflación objetivo en Colombia ocurrió el 25 de septiembre de 1999, cuando la Junta Directiva del Banco acordó abandonar el esquema de bandas cambiarias para pasar a un régimen de tasa de cambio flexible. Esto representó un avance significativo hacia la adopción oficial de un nuevo enfoque de política monetaria en el país.

que se publica trimestralmente y proporciona análisis prospectivos, haciendo explícitos los supuestos utilizados por el equipo técnico en los análisis y pronósticos, entre otros aspectos.

## 1.4. Tasa de interés de intervención

La principal herramienta que la Junta Directiva utiliza para dirigir la política monetaria del país es la **tasa de interés de intervención**, también conocida como **tasa de referencia** o **tasa de política monetaria**. Se la conoce como “de intervención” porque es la tasa con la cual el banco central interviene directamente en el mercado monetario para suministrar o retirar liquidez del sistema; “de referencia” porque se utiliza para el cálculo de otras tasas de interés, y “de política monetaria” porque con ella la autoridad monetaria establece su postura de política para llevar la inflación a su meta anual del 3%.

Los ajustes en el nivel de la tasa de interés de intervención tienen como objetivo influir en el crecimiento a corto plazo y en la variación de los precios al consumidor. Esto ocurre a través de diversos canales de transmisión (que se detallarán más adelante), que se pueden describir de manera sencilla como una secuencia de eventos que comienza con un cambio en la tasa de interés del Banco y que, con cierto rezago, termina afectando las tasas de interés del mercado a diferentes plazos, la tasa de cambio y las expectativas de inflación. Estas variables, a su vez, influyen en la demanda agregada y en la variación del nivel de precios.

En términos prácticos, la tasa de interés de intervención corresponde a la tasa de interés mínima que el Banco de la República cobra a

las entidades financieras por la liquidez que les proporciona, por lo general a un día, a través de operaciones repo. Además, esta tasa funciona como punto de referencia para determinar la tasa de interés máxima que el Banco paga

Posteriormente, en la reunión del 13 de octubre de 2000<sup>a</sup>, la Junta Directiva llevó a cabo una revisión de la estrategia de política monetaria que se había mantenido hasta ese momento (centrada en el control de los agregados monetarios). En esta reunión, anunciaron públicamente que a partir de ese momento incorporarían elementos de un esquema de inflación objetivo en su estrategia monetaria (conocido como *inflation targeting*). Con esta decisión, la política monetaria se encaminó hacia un esquema más eficiente, transparente y orientado hacia el mediano y largo plazo.

<sup>a</sup> “La estrategia de política monetaria”, *Revista del Banco de la República* (octubre de 2000).

a las entidades financieras por los fondos que depositan como excedente.

Los cambios en el nivel de la tasa de interés de intervención determinados por la Junta Directiva del Banco se transmiten prácticamente de inmediato a las tasas de interés a corto plazo a las que los intermediarios financieros se prestan dinero entre ellos, como el indicador bancario de referencia a un día (IBR *overnight*)<sup>4</sup> y la tasa de interés interbancaria (TIB)<sup>5</sup>. Con el tiempo, los cambios en las tasas interbancarias afectan también las tasas de interés de captación y de colocación en el sistema financiero. Esto implica que la tasa de interés de intervención no solo influye en el costo al que las entidades financieras se prestan entre sí (IBR y TIB) sino que también tiene un impacto en la remuneración de nuestros depósitos (tasa de captación) y en el costo de los créditos que solicitamos (tasa de colocación).

En otras palabras, y para ilustrar esto con un ejemplo, si debido a un aumento en la tasa de interés de intervención, a una entidad financiera le resulta más costoso solicitar recursos prestados, ya sea al Banco de la República o al resto del sistema financiero, dicha entidad tendría incentivos para atraer más recursos del público. Para lograrlo, incrementaría las tasas de interés que ofrecen por los depósitos, lo que motivaría al público a ahorrar. Al mismo tiempo, esto conduciría a un aumento en la tasa de interés que cobran por los créditos, lo que reduciría el gasto de la población y, por lo tanto, la demanda en la economía. Si este nivel de demanda se mantiene acorde con la capacidad de producción del país, es posible controlar las presiones inflacionarias, lo que contribuye a cumplir con el objetivo de mantener la inflación y sus expectativas en torno a la meta del 3% anual.

Cabe recordar que la estrategia de inflación objetivo adoptada por la Junta Directiva del Banco de la República busca comunicar de manera explícita que todas sus decisiones, incluyendo las relacionadas con la tasa de interés de intervención que acá se explicó, se dirigen a mantener una inflación baja y estable

4 Es una tasa de interés de referencia de corto plazo para el peso colombiano que refleja el precio al que las entidades bancarias están dispuestas a ofrecer o a captar recursos en el mercado monetario (interbancario).

5 En el siguiente capítulo se presentan más detalles e ilustraciones gráficas de cómo un banco central hace uso de la tasa de intervención como herramienta de política monetaria para afectar el mercado interbancario.

con el fin de anclar las expectativas de inflación a la meta. Por lo tanto, la credibilidad del banco central resulta un activo fundamental que debe preservarse para el cumplimiento pleno de sus objetivos.

## 1.5. Canales de transmisión de la política monetaria

Cuando la Junta Directiva toma una decisión sobre el nivel de la tasa de interés de intervención se inicia una cadena de acontecimientos que, con cierto rezago y por diferentes vías, termina influyendo en la demanda agregada de la economía y en la variación del nivel de precios. Estas cadenas de eventos es lo que conocemos como los **canales de transmisión de la política monetaria**. Para comprender algunos de los canales más importantes, a partir de este punto vamos a suponer que la Junta Directiva ha tomado la decisión de hacer un incremento en la tasa de interés de intervención. Esto, por ejemplo, como resultado de un pronóstico de inflación que supera la meta debido a razones distintas a factores de oferta transitorios y sectoriales<sup>6</sup>.

### 1.5.1. De la tasa de interés y de crédito

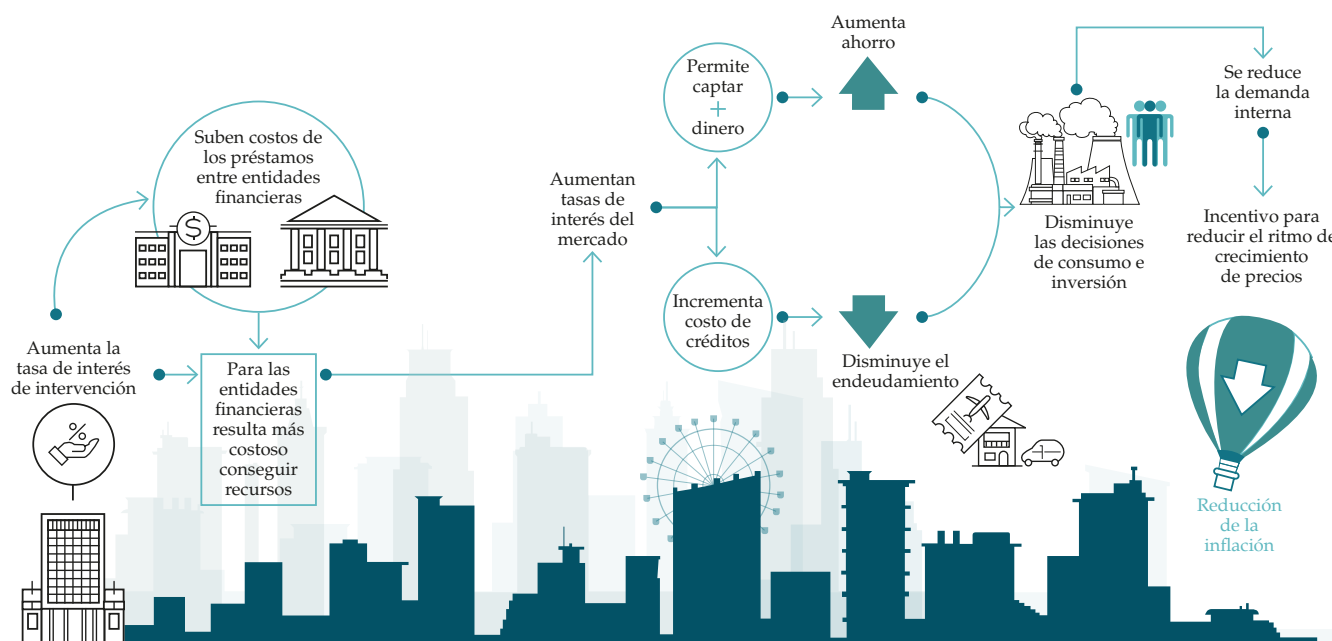
Como se mencionó anteriormente, un incremento en la tasa de interés de intervención se refleja prácticamente de inmediato en las tasas de interés de corto plazo, lo que significa que los costos de los préstamos entre entidades financieras también aumentarán (Diagrama 1.3). Dado que ahora resulta más costoso para las entidades financieras obtener financiamiento del Banco de la República o en el mercado interbancario, es probable que su primera medida para obtener más liquidez sea elevar las tasas de interés a diferentes plazos para atraer más depósitos de sus clientes y evitar tener que solicitar recursos a un costo más elevado. En esta situación, los individuos estarán motivados a aumentar sus depósitos, lo que contribuirá a la disminución de sus decisiones de consumo e inversión, es decir, se generará una menor demanda interna en la economía. El efecto esperado de este canal es que, debido a la menor demanda en la economía, algunos vendedores de bienes o servicios podrían reducir los precios para estimular las ventas, lo que a su vez podría disminuir el ritmo de crecimiento de los precios.

El siguiente canal en actuar está relacionado con las tasas de interés en los créditos. Cuando una entidad financiera empiece a ofrecer tasas de interés más altas a sus clientes por los depósitos y tenga que pagar mayores intereses por la liquidez adquirida del Banco de la República o de otras entidades financieras, es lógico que también aumente las tasas de interés en los diversos

6 Serían en cambio relevantes factores de oferta que, debido a su permeabilidad en toda la economía y su grado de persistencia, comienzan a afectar las expectativas de inflación más allá de plazos cortos. Para la decisión de política monetaria, cualquier análisis de factores, tanto de oferta como de demanda, tendrá también en cuenta los pronósticos de la actividad económica con respecto a su nivel potencial.

tipos de créditos que ofrecen, como los créditos de consumo, hipotecarios, comerciales o las tarjetas de crédito. Al enfrentar tasas de interés más elevadas en los créditos, las empresas pueden posponer sus planes de inversión, y los hogares pueden reducir sus planes de endeudamiento para financiar la compra de bienes y servicios. De esta manera, tanto la inversión como el consumo disminuirían (demanda interna) y, como resultado, la inflación tendería a reducirse.

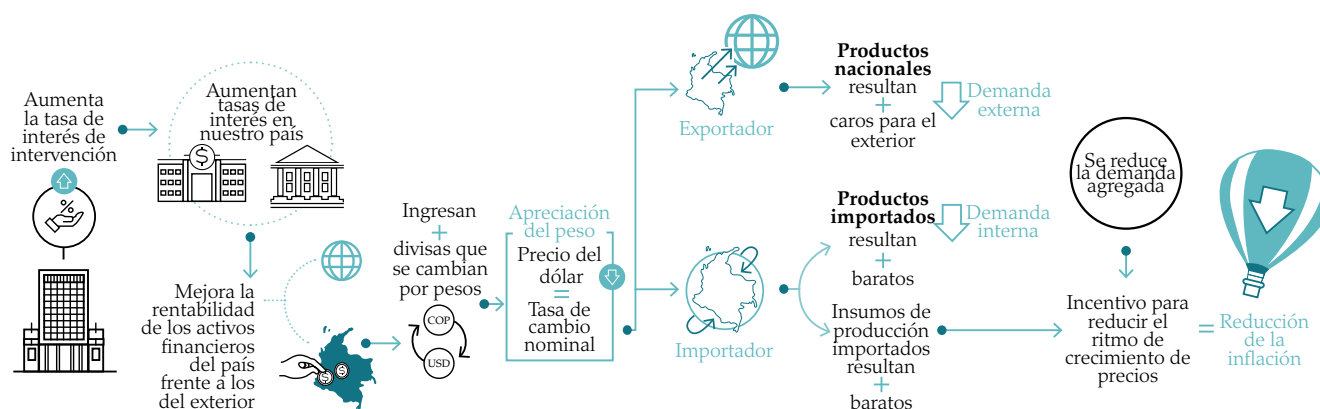
**Diagrama 1.3**  
Canales de tasa de interés y de crédito



### 1.5.2. De la tasa de cambio

Siguiendo con nuestro ejemplo, y como ya se mencionó, un aumento en la tasa de interés de intervención provoca un incremento en las tasas de interés del mercado, lo que mejora la rentabilidad relativa de los activos financieros en el país en comparación con los del exterior, haciendo que invertir en Colombia resulte más atractivo (Diagrama 1.4). Como resultado, ingresarían más divisas (dólares). A medida que aumenta la cantidad (oferta) de dólares disponibles en el mercado colombiano de divisas, el precio del dólar tiende a disminuir, lo que se traduce en una apreciación del peso (una disminución de la tasa de cambio nominal).

**Diagrama 1.4**  
Canal de la tasa de cambio



En esta nueva situación, se observan efectos tanto en el sector exportador como en el importador. Para el caso del sector exportador, al reducirse la tasa de cambio los ingresos en pesos disminuyen y, por tanto, su margen de ganancia. Esto es especialmente cierto en el caso de una economía pequeña y abierta, donde los exportadores se rigen por los precios internacionales para la venta de sus productos y no pueden ajustar su precio en dólares. Si, en contraste, en algunos de los productos vendidos al exterior los exportadores pueden ajustar al alza sus precios en dólares (intentando mitigar la caída de sus ingresos en pesos), este mayor costo para los extranjeros genera una disminución en la demanda externa de nuestros bienes y servicios exportados, lo que conduce a una reducción de la demanda total (agregada) y, por tanto, a una disminución de las presiones inflacionarias.

Mientras tanto, para el sector importador cuando se produce una reducción en la tasa de cambio (una apreciación), los productos importados se vuelven más asequibles, ya que se necesitarían menos pesos por cada dólar gastado en compras. Esta situación podría generar una caída de nuestra demanda interna por sustitución de bienes producidos localmente por bienes importados, reduciendo su demanda y generando incentivos para reducir el ritmo de crecimiento de los precios. Además, los productos nacionales que utilizan insumos importados en su proceso de producción también se beneficiarían de una tasa de cambio más favorable. Esto llevaría a una disminución en los precios al consumidor de estos productos y, por tanto, a una reducción de la inflación.

En resumen, el impacto de este canal tendrá en cuenta lo que suceda con los sectores exportadores e importadores, se transmitirá al crecimiento a corto plazo y finalmente a la inflación al consumidor<sup>7</sup>.

7 Lo que técnicamente se conoce como *pass through*.

### 1.5.3. Del precio de los activos

Cuando se produce un cambio en la tasa de interés de intervención, es posible que se altere el precio de los activos<sup>8</sup>, como la propiedad raíz, lo que a su vez puede influir en la riqueza financiera de hogares y empresas. Además, un cambio en las tasas de interés puede afectar el valor de los activos financieros utilizados como garantía para los préstamos, lo que a su vez modifica el costo de los préstamos financieros disponibles. Esto tiene consecuencias para la dinámica de la oferta y el gasto agregado de la economía y, en última instancia, repercute en el nivel general de precios<sup>9</sup>.

Por un lado, consideremos un escenario en el que las tasas de interés aumentan en el país, lo que conlleva un incremento en los costos de los créditos, incluyendo los préstamos hipotecarios. Cuando la deuda se vuelve más costosa, la demanda de préstamos tiende a disminuir, lo que a su vez reduce la compra de bienes raíces y afectaría el precio de la vivienda. Este escenario puede dar lugar a una disminución en el gasto, así como en la producción y el empleo, ejerciendo presión hacia una reducción en el nivel general de precios.

Por otro lado, en un entorno de tasas de interés elevadas, a los inversionistas les resulta más atractivo adquirir instrumentos financieros a término fijo o comprar bonos a largo plazo en lugar de invertir en acciones. Esto podría llevar a una disminución en la demanda de acciones y, por lo tanto, a una disminución en su precio. Esta situación podría forzar a las empresas a decidir aplazar (e incluso cancelar) proyectos de inversión. El impacto negativo en este rubro se reflejaría en el producto interno bruto (PIB) y el empleo, lo que a su vez ampliaría la brecha negativa en la producción y ejercería presión hacia una disminución en el nivel general de precios (Mishkin, 1995).

### 1.5.4. De las expectativas

En el esquema actual de política monetaria, conocido como inflación objetivo, la credibilidad que los agentes económicos tengan en que las acciones de política monetaria del Banco de la República realmente conduzcan la inflación hacia su meta puntual del 3% es de gran importancia. Esto se debe a que las expectativas de inflación desempeñan un papel fundamental en la formación de precios, las negociaciones salariales, los contratos y los acuerdos de alquiler, entre otros<sup>10</sup>. Cuando las expectativas de inflación se consolidan, es altamente

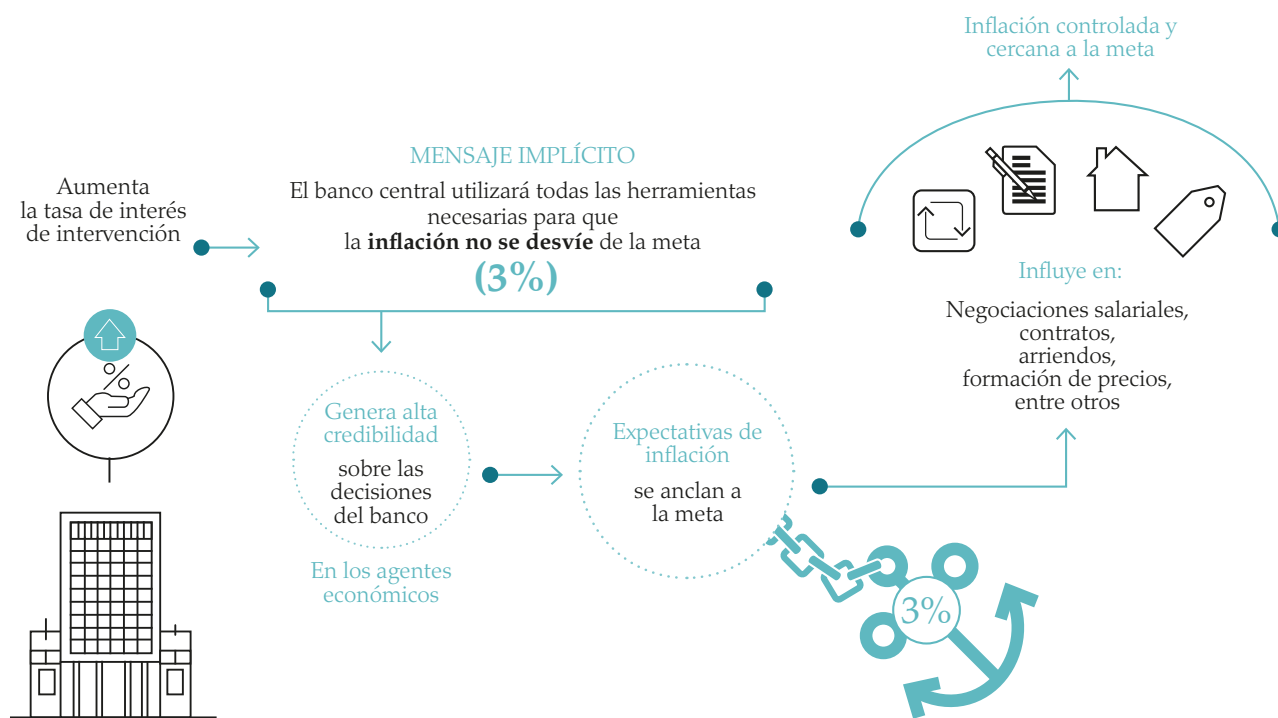
8 Teniendo en cuenta la relación inversa que existe entre el precio de los activos y las tasas de interés.

9 Este efecto dependerá de la elasticidad de los precios de los activos con respecto a la tasa de interés y la distribución de estos activos (riqueza) entre los hogares, entre otros factores.

10 Esta consideración es relevante especialmente en economías como la colombiana, donde muchos precios están indexados a la inflación o al salario mínimo (cuyo incremento a su vez usualmente tiene en cuenta la inflación pasada y la productividad del país).

probable que influyan en el comportamiento de los agentes económicos y, por lo tanto, en el ritmo de crecimiento de los precios. En nuestro ejemplo (Diagrama 1.5), cuando la Junta Directiva aumenta su tasa de interés de intervención, envía un mensaje claro a los agentes económicos: el banco central utilizará las herramientas y tomará las decisiones necesarias para que la inflación no se desvíe de la meta del 3%. Si la credibilidad en el accionar del Banco es alta, las expectativas de inflación se anclarán en la meta establecida por la Junta Directiva del Banco de la República.

**Diagrama 1.5**  
Canal de las expectativas



## Bibliografía

- Bernanke, B. S.; Mishkin, F. S. (1997). "Inflation Targeting: A New Framework for Monetary Policy?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 11, núm. 2, pp. 97-116.
- Mishkin, F. S. (1995). "Symposium on the Monetary Transmission Mechanism", *Journal of Economic Perspectives*, núm. 9, vol. 4, pp. 3-10.
- Svensson, L. E. O. (2010). "Inflation Targeting" [en línea], NBER Working Paper Series, núm. 16654, National Bureau of Economic Research, disponible en: <https://www.nber.org/papers/w16654>

## Preguntas y ejercicios

- 1- En relación con los principios fundamentales de una política monetaria efectiva, busque información oficial que permita evaluar el grado de cumplimiento de cada principio en el caso del Banco de la República.
- 2- Identifique las diferentes causas de la inflación, tanto desde la perspectiva de la demanda como desde la oferta. Indique cuáles de estas causas pueden ser controladas mediante la política monetaria y cuáles no, explicando las razones detrás de esta distinción.
- 3- Investigue datos estadísticos de un período de este siglo que evidencien cómo las decisiones de política monetaria impactaron la tasa de inflación a través de los canales de transmisión. Preséntelos de manera ejecutiva con su respectivo análisis macroeconómico.
- 4- Explique en detalle por qué la independencia del Banco de la República es uno de sus activos más valiosos. Incluya los conceptos de autonomía administrativa, patrimonial y técnica.

**2.**

## Oferta de dinero y herramientas de política monetaria

## Conceptos clave

- Operaciones de mercado abierto
- Repos
- Base monetaria
- Multiplicador monetario
- Tasa de descuento

En este capítulo, exploraremos dos aspectos fundamentales del sistema financiero: el proceso de oferta de dinero y el mercado de reservas, junto con las herramientas de política monetaria. Comenzaremos por comprender qué es el dinero y quiénes son los principales participantes en el proceso de su oferta. Destacaremos el papel crucial que desempeña el banco central en la regulación y su intervención en el mercado interbancario afectando la oferta monetaria. Posteriormente, nos sumergiremos en el intrincado funcionamiento del mercado de reservas, analizando la dinámica de la demanda, la oferta y cómo se determina el equilibrio. Además, examinaremos detalladamente una serie de herramientas de política monetaria, que incluyen desde las tradicionales operaciones de mercado abierto (OMA, que se definen en la subsección 2.2.2) hasta medidas más específicas como el otorgamiento de préstamos de descuento, los encajes, los cambios en el interés sobre reservas, las operaciones de cambio y el crédito interno. Este análisis nos proporcionará una visión integral de cómo se gestiona la oferta monetaria en cualquier economía.

## 2.1. Proceso de oferta de dinero

### 2.1.1. ¿Qué es el dinero?

El dinero desempeña un papel fundamental en la organización económica de cualquier sociedad avanzada. Su surgimiento se atribuye al desarrollo de los procesos de intercambio y a la especialización del trabajo que ocurre a medida que las comunidades crecían y diversificaban sus actividades económicas. Entonces, el tomar prestado y prestar dinero, así como la confianza que lo hace posible, se basan en la capacidad de poder decidir en el presente sobre el consumo y la producción del futuro.

La función más conocida del dinero es su utilidad como medio de intercambio y unidad de cuenta. En el primer caso, esto permite la transacción de múltiples bienes y servicios, mientras que el segundo caso permite valorar todas las mercancías lo que ayuda a la medición de la actividad económica de individuos y empresas. Adicionalmente, el dinero se caracteriza por ser una reserva de valor, ya que puede ser guardado para ser utilizado más adelante en la adquisición de bienes y servicios lo cual, a su vez, lo caracteriza como un

medio de pago. Sin embargo, su importancia trasciende el ámbito del intercambio directo, ya que también sirve como canal para diversas decisiones gubernamentales en áreas como la política cambiaria, comercial, fiscal y financiera.

Para definir y medir el dinero existen varios enfoques, incluyendo el de transacciones, liquidez, riqueza neta, bien de consumo y monetario. El enfoque de transacciones destaca la función del dinero como medio de pago para adquirir bienes y servicios, definiéndolo como cualquier mercancía ampliamente aceptada como medio de intercambio y medida de valor para el pago de deudas y obligaciones. De esta manera, según la teoría económica clásica, familias y empresas mantienen dinero para cubrir sus gastos, incurriendo en un costo de oportunidad representado por los intereses sacrificados.

### 2.1.2. ¿Cómo se crea el dinero y quienes participan?

El proceso de creación de dinero implica a varios actores y mecanismos. Comencemos por describir a los participantes que se agrupan en los depositantes, los intermediarios financieros (bancos privados, instituciones de ahorro y fondos de inversión) y el banco central. Los primeros son todos aquellos agentes que poseen ahorros y desean ingresarlos al sistema financiero mediante consignaciones. Los segundos facilitan la liquidez al convertir activos menos líquidos en instrumentos fácilmente negociables, diversifican el riesgo al distribuir fondos en una variedad de activos, reducen el costo de obtener fondos al acceder a tasas más bajas y redistribuir estos fondos a tasas competitivas, y reducen el costo de vigilar a los prestatarios al realizar análisis de crédito exhaustivos y monitorear su solvencia. Junto a ellos está el banco central, la institución pública que supervisa el sistema bancario y está a cargo de la ejecución e implementación de la política monetaria.

El balance de un banco central se divide en activo y pasivo (pueden conocerse más detalles en la subsección 2.1.3). Al crear dinero, el banco central aumenta el pasivo de su balance y, simultáneamente, aumenta su activo. Este aumento en el balance del banco central puede ser resultado de una mayor demanda de liquidez por parte de los bancos privados. Esta expansión puede ocurrir a través de mecanismos como aumentar las reservas de oro y divisas, otorgar créditos a bancos privados que necesitan liquidez, comprar deuda pública mediante operaciones de mercado abierto (OMA) y otorgar créditos al sector público. Cuantos más activos adquiera el banco central, más posibilidades tendrá de crear dinero de manera equilibrada.

Estos cambios en el balance del banco central están relacionados con cambios en lo que se conoce como la **base monetaria** (B), que está compuesta por el dinero en efectivo (E) —billetes y monedas en circulación— y por las reservas bancarias (R). Así, la base monetaria puede ser ampliada únicamente por el

banco central, ya sea mediante la impresión de billetes y monedas o mediante la creación de reservas bancarias<sup>11</sup>.

Sin embargo, la base monetaria representa solo una fracción del dinero en circulación, ya que la mayor parte del dinero se crea cuando los bancos privados otorgan préstamos a sus clientes. Al conceder nuevos préstamos y acreditar los fondos correspondientes en las cuentas de los clientes, los bancos comerciales generan dinero bancario. Este dinero se utiliza para realizar compras o inversiones y eventualmente se deposita en otras cuentas bancarias.

Para evitar un crecimiento descontrolado del dinero en circulación, lo que podría afectar negativamente la estabilidad de precios y generar inflación, los bancos centrales y otros organismos supervisores regulan el proceso de creación de dinero. Para ello, se establecen requisitos de reservas mínimas obligatorias que los bancos privados deben mantener en el banco central, limitando así la cantidad de dinero que pueden prestar, es decir, crear<sup>12</sup>. Cuanto menor sea este coeficiente, más dinero podrá prestar el banco. Este proceso se conoce como “expansión múltiple de los depósitos bancarios”.

Por ejemplo, si un cliente pide un préstamo de 1000 pesos y el banco lo concede, el dinero prestado se convierte en un nuevo depósito en el banco. Si otro cliente solicita un préstamo, el banco puede usar parte de este nuevo depósito para concederlo teniendo en cuenta la reserva en efectivo que tiene que mantener. Por lo tanto, el dinero se expande dentro del sistema financiero tantas veces como permita el coeficiente de reservas. Este proceso de expansión bancaria aumenta la cantidad de dinero en circulación en la economía. Más adelante presentaremos un ejemplo para visualizar dicho proceso.

Además, existen regulaciones sobre el capital y la solvencia de los bancos que también influyen en la creación de dinero bancario. Por lo tanto, es crucial que la autoridad monetaria gestione con cuidado la creación de dinero para mantener la estabilidad financiera y económica.

---

11 Es importante destacar que el banco central no necesariamente imprime nuevos billetes para adquirir activos, sino que crea dinero electrónicamente en forma de reservas bancarias. Por ejemplo, en operaciones de financiamiento con bancos comerciales, el banco central transfiere el monto otorgado directamente a las cuentas corrientes de los bancos participantes. Del mismo modo, en el caso de la compra de activos financieros, se produce un aumento en las reservas bancarias.

12 Los bancos centrales establecen un coeficiente de reservas, que representa el porcentaje de dinero que los bancos deben mantener en efectivo en relación con sus depósitos. Por ejemplo, si el coeficiente es del 10 % y un banco tiene depósitos por 1000 pesos, debe tener en efectivo 100 pesos.

### 2.1.3. El balance del banco central

El balance general del banco central, como el de cualquier empresa, está constituido por los activos (lo que tiene) y los pasivos (lo que debe)<sup>13</sup>. Como se mencionó anteriormente, la base monetaria (B) es el pasivo monetario del banco central frente al conjunto de agentes que pertenecen a la economía, ya sea en forma de efectivo (E) o como reservas (R) (Cuadro 2.1). Estas últimas se dividen en dos grupos: las reservas requeridas (fijadas por el coeficiente de reservas) y las reservas en exceso (saldos mantenidos voluntariamente por los bancos comerciales). El **coeficiente de reservas**, el cual es establecido por el banco central, es una herramienta en el proceso de creación de dinero. Otras herramientas surgen desde la contraparte del pasivo. Así, la expansión del pasivo que podría ser emisión directa del banco central debería estar respaldada por un cambio en los activos para no generar situaciones riesgosas como una inflación desbordada. Esto se logra mediante la acumulación o disminución de la tenencia de valores, cuya herramienta son las **operaciones de mercado abierto (OMA)**, y con los préstamos a instituciones financieras, los cuales se pueden afectar mediante la **tasa de descuento**, que es la tasa de interés a la que el banco central les presta a los bancos privados que tienen necesidades de liquidez.

**Cuadro 2.1**  
**Balance del banco central**

Activos	Pasivos
Valores	Efectivo (E)
Préstamos a intermediarios financieros	Reservas (R)

Fuente: elaboración propia.

En general, el proceso de creación de dinero comienza cuando la base monetaria aumenta y el sistema bancario posee reservas en exceso. Por ejemplo, suponga que el banco central compra valores al banco privado A. Las reservas del banco privado A aumentan sin que sus depósitos cambien. Esto genera reservas excedentes que el banco privado A presta y el dinero se puede seguir multiplicando mientras existan reservas excedentes de la siguiente manera:

- 1- Los bancos tienen reservas excedentes.
- 2- Los bancos prestan esas reservas excedentes.
- 3- Esto incrementa la cantidad de dinero en circulación.

<sup>13</sup> También se debe mencionar que dentro del balance general se encuentra el patrimonio, pero a lo largo de este capítulo lo obviaremos por simplicidad.

- 4- El dinero recién creado se utiliza para realizar pagos.
- 5- Algunos de estos fondos se mantienen en depósito.
- 6- Una parte se retira como efectivo.
- 7- A medida que los depósitos aumentan, también lo hacen las reservas requeridas.
- 8- Las reservas excedentes disminuyen, pero aún son positivas.
- 9- Este ciclo se repite hasta que solo queden reservas requeridas y ya no haya reservas excedentes.

De esta manera supongamos que, partiendo de una situación en la cual todos los bancos privados tienen reservas en exceso de cero, el banco central le compra 1000 pesos en títulos al banco privado A, por lo que este último ahora tendría unas reservas excedentes iguales a 1000 pesos. Este decide prestar los 1000 pesos al banco privado B y, suponiendo un coeficiente de reservas del 10%, debe haber un aumento de 100 pesos en las reservas. A su vez, el banco privado B hace lo mismo con el banco privado C y así puede seguir sucediendo hasta que no haya reservas en exceso (Cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2**  
**Creación de dinero frente a un aumento de 1000 pesos en reservas, suponiendo coeficiente de reservas 10%**

Banco privado	Aumento en depósitos	Aumento en préstamos	Aumento en reservas
A	0	1000	0
B	1000	900	100
C	900	810	90
D	810	729	81
E	729	656,1	72,9
y así sucesivamente...			
Total sistema financiero	10.000	10.000	1000

Fuente: elaboración propia.

Una cuestión adicional que se desprende de este ejemplo sencillo de creación de dinero es la introducción del concepto de **multiplicador monetario**. Este se define como el cociente entre el cambio en la cantidad de dinero y el cambio en la base monetaria. En particular, en nuestro ejemplo anterior vimos como la base monetaria cambió en 1000 pesos, mientras que la creación de dinero lo hizo en 10.000; por lo tanto, el multiplicador monetario es igual a 10.

En un contexto amplio y general, la magnitud del multiplicador monetario depende del coeficiente de reservas ( $a$ ) y de la tasa de filtración de efectivo<sup>14</sup> ( $b$ ) (cantidad de efectivo que los agentes desean tener). Adicional al concepto de base monetaria ( $B=E+R$ ), la cantidad total de dinero ( $M$ ) se define como la cantidad de depósitos y la tenencia de efectivo deseadas ( $M=D+E$ ). Asimismo, suponemos que las tenencias de efectivo deseadas corresponden a una fracción de los depósitos disponibles ( $E=b \cdot D$ ) y sabemos que las reservas requeridas también son una fracción de los depósitos ( $R=a \cdot D$ ). Teniendo en cuenta lo anterior, tanto  $B$  como  $M$  se pueden expresar en términos de los depósitos, entonces:

$$\Delta B = (a + b) \cdot \Delta D$$

$$\Delta M = (1 + b) \cdot \Delta D$$

Por lo tanto, el multiplicador monetario es:

$$m = \frac{\Delta M}{\Delta B} = \frac{(1 + b)}{(a + b)}$$

En nuestro ejemplo sencillo no contemplamos tenencias de efectivo, por lo que  $b = 0$  mientras que el coeficiente de reservas es del 10% ( $a = 0,1$ ), entonces  $m = 10$ . Si se mantiene un exceso de reservas ( $ER$ ), como sucede muchas veces en la realidad, la formula anterior cambia a:

$$m = \frac{(1 + b)}{(a + b + c)}$$

donde  $c$  es la proporción de los excesos en reserva ( $ER$ ) frente a los depósitos.

## 2.2. Mercado de reservas y herramientas de política monetaria<sup>15</sup>

Habiendo introducido brevemente el proceso de creación de dinero, ahora debemos entender cómo funciona el mercado de reservas, ya que allí es donde se determina la tasa de interés interbancaria. En Colombia, el Banco de la República fija un tipo de interés que se denomina tasa de referencia; operativamente, se deben implementar las transacciones necesarias para que la tasa de interés interbancaria fluctúe alrededor de dicho objetivo. A continuación, se hace el análisis de la oferta y la demanda de este mercado para analizar cómo las herramientas de política monetaria afectan la tasa de interés de mercado.

14 La tasa de filtración de efectivo es la proporción de efectivo que llega a los depósitos bancarios.

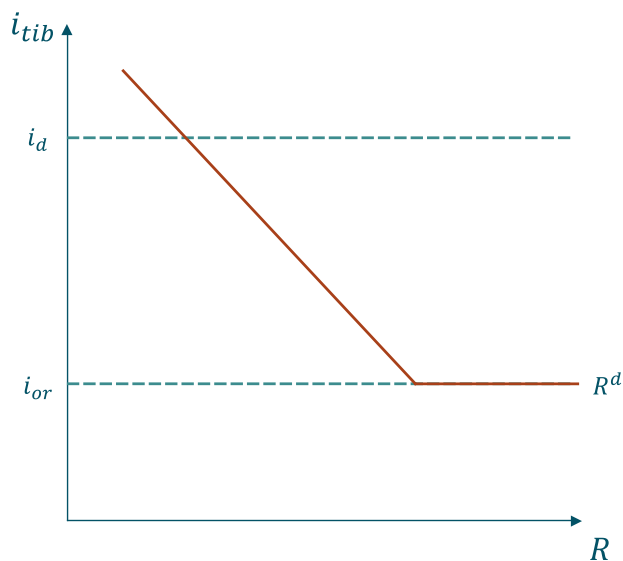
15 Esta sección está basada en el capítulo 15 del libro de Mishkin (2012).

## 2.2.1. Demanda, oferta y equilibrio de mercado

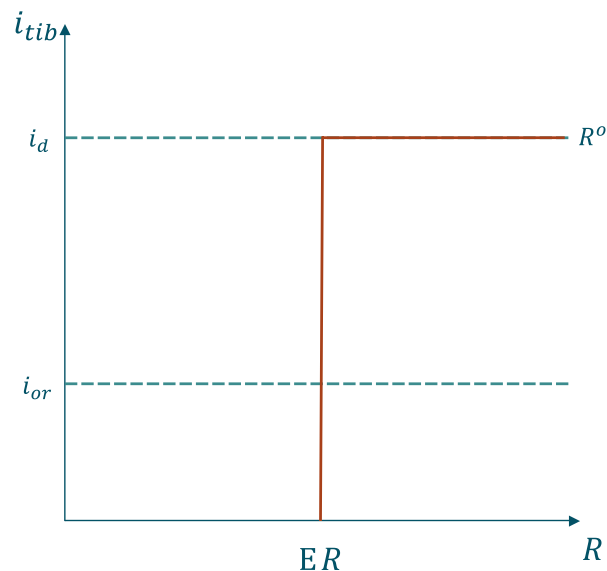
Comenzando con la demanda de reservas totales, debemos recordar que estos montos corresponden a dos divisiones: las reservas requeridas ( $R = a \cdot D$ ) y las reservas en exceso ( $ER$ ). En otras palabras, los bancos están obligados a mantener reservas y pueden optar por mantener reservas en exceso, donde estas últimas son un seguro contra retiros por parte de los depositantes (Gráfico 2.1). El banco central fija una tasa de interés (referencia) la cual está estrechamente relacionada con la tasa de interés interbancaria (TIB). Esta última representa el costo de oportunidad de tener un exceso de reservas: al mantener este exceso el banco privado está renunciando a obtener el interés interbancario sobre esos recursos. Por lo tanto, la demanda de exceso de reservas (y la demanda total de reservas) está negativamente relacionada con la tasa de interés. Por otra parte, la demanda de reservas está limitada desde abajo por la tasa de interés sobre las reservas ( $i_{or}$ ).

**Gráfico 2.1**  
Demanda y oferta de reservas

### A. Demanda de reservas



### B. Oferta de reservas



Fuente: elaboración de los autores.

En el caso de la oferta de reservas, se debe tener en cuenta que si la tasa de interés interbancaria es menor que la tasa de descuento ( $i_{tib} < i_d$ ), los bancos privados no pedirán prestado al banco central. Lo anterior implica que dicha curva será vertical si  $i_{tib} < i_d$ . Adicionalmente  $i_d$  le pone un techo a  $i_{tib}$  ya que si  $i_{tib} > i_d$ , entonces los bancos pedirían prestado al banco central para prestar en el mercado interbancario<sup>16</sup>. Por tanto, cuando  $i_{tib} > i_d$  la oferta resulta horizontal.

<sup>16</sup> Esto sugiere una condición de arbitraje en la cual las reservas prestadas aumentarían infinitamente con  $i_{tib} > i_d$ .

Como en cualquier mercado, el equilibrio será determinado por la intersección entre las curvas de demanda y de oferta de reservas. Con esto en mente, el banco central puede afectar  $i_{tib}$  para que se ubique en la tasa de referencia (objetivo) mediante las siguientes herramientas convencionales de política monetaria:

- Operaciones de mercado abierto (OMA): cambios en la posición de la curva de oferta.
- Requerimientos de reservas: cambios en la demanda por reservas.
- Tasa de descuento: cambios en el límite superior de la oferta y la demanda de reserva.
- Intereses sobre reservas: cambios en el límite inferior de la demanda de reserva.

Es importante mencionar que, en tiempos normales, las dos últimas no afectan  $i_{tib}$  y que, en la práctica, las OMA son la herramienta más importante.

### 2.2.2. Herramientas convencionales de política monetaria

#### 2.2.2.1. Operaciones de mercado abierto (OMA)

Las **operaciones de mercado abierto (OMA)** son transacciones de bonos gubernamentales realizadas por el banco central para afectar la oferta monetaria. Proporcionan flexibilidad a corto plazo a través de **repos**<sup>17</sup>. El banco central puede comprar bonos para expandir la oferta monetaria y reducir la tasa de interés, o vender bonos para contraerla y aumentar la tasa de interés, dependiendo de su enfoque en la cantidad de dinero o en la tasa de interés como instrumento de política monetaria.

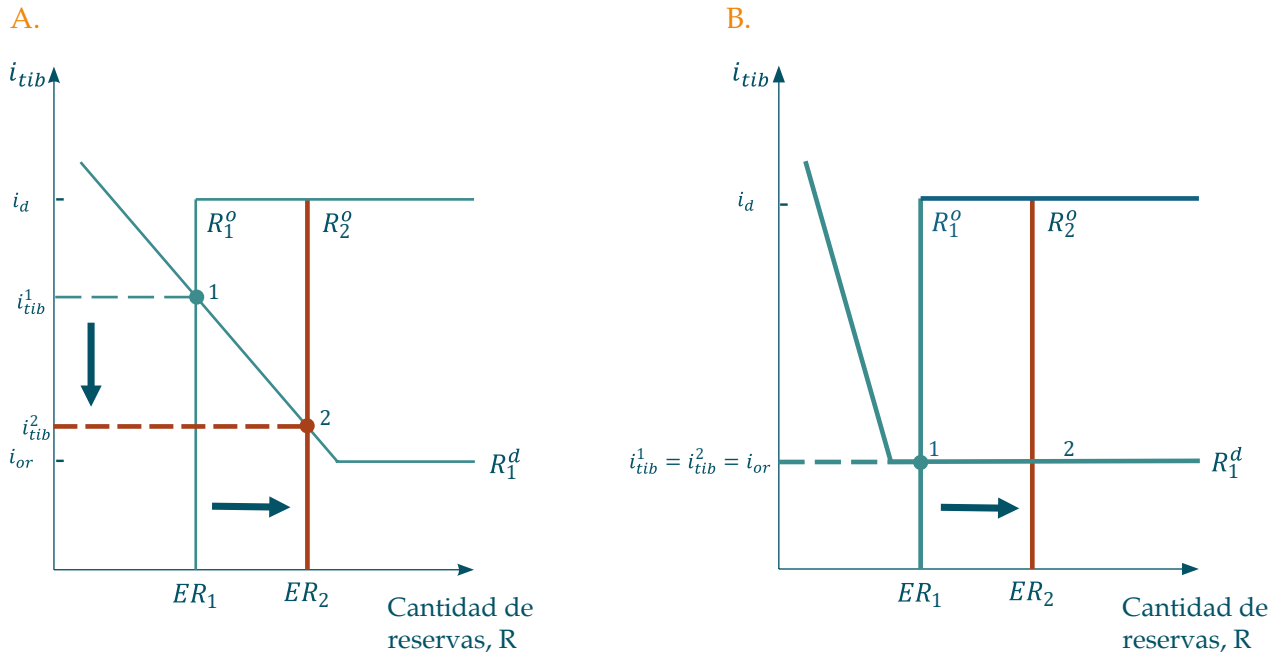
Ahora veamos qué ocurre en el mercado de reservas con las OMA. Las compras (ventas) en el mercado abierto desplazan la curva de oferta de reservas ( $R^o$ ) hacia la derecha (izquierda). El efecto de dicha operación de mercado abierto depende de si la curva de oferta se cruza inicialmente con la curva de demanda en su sección con pendiente negativa o en su sección plana. En el primer caso, una compra en el mercado abierto hace que la tasa interés interbancaria ( $i_{tib}$ ) disminuya, mientras que, por el contrario, una venta hace que  $i_{tib}$

---

<sup>17</sup> Repo, como se explicó en el anterior capítulo, “es una operación donde se vende un activo (como títulos financieros) a cambio de una suma de dinero, con la promesa de recomprarlo en una fecha posterior. En ese sentido, es similar a un préstamo de dinero con una garantía (el activo). Las operaciones repo son el principal mecanismo mediante el cual el Banco de la República suministra liquidez a la economía, con el objetivo de ajustar la oferta de dinero para garantizar que las tasas, con las que se prestan dinero las entidades financieras entre sí, se acerquen a la tasa de intervención del Banco de la República” (Banco de la República, 2025).

aumento (Gráfico 2.2, panel A). En el segundo caso, las operaciones de mercado abierto no tienen efecto sobre  $i_{tib}$  (Gráfico 2.2, panel B).

**Gráfico 2.2**  
Operaciones de mercado abierto (OMA)



Fuente: elaboración de los autores.

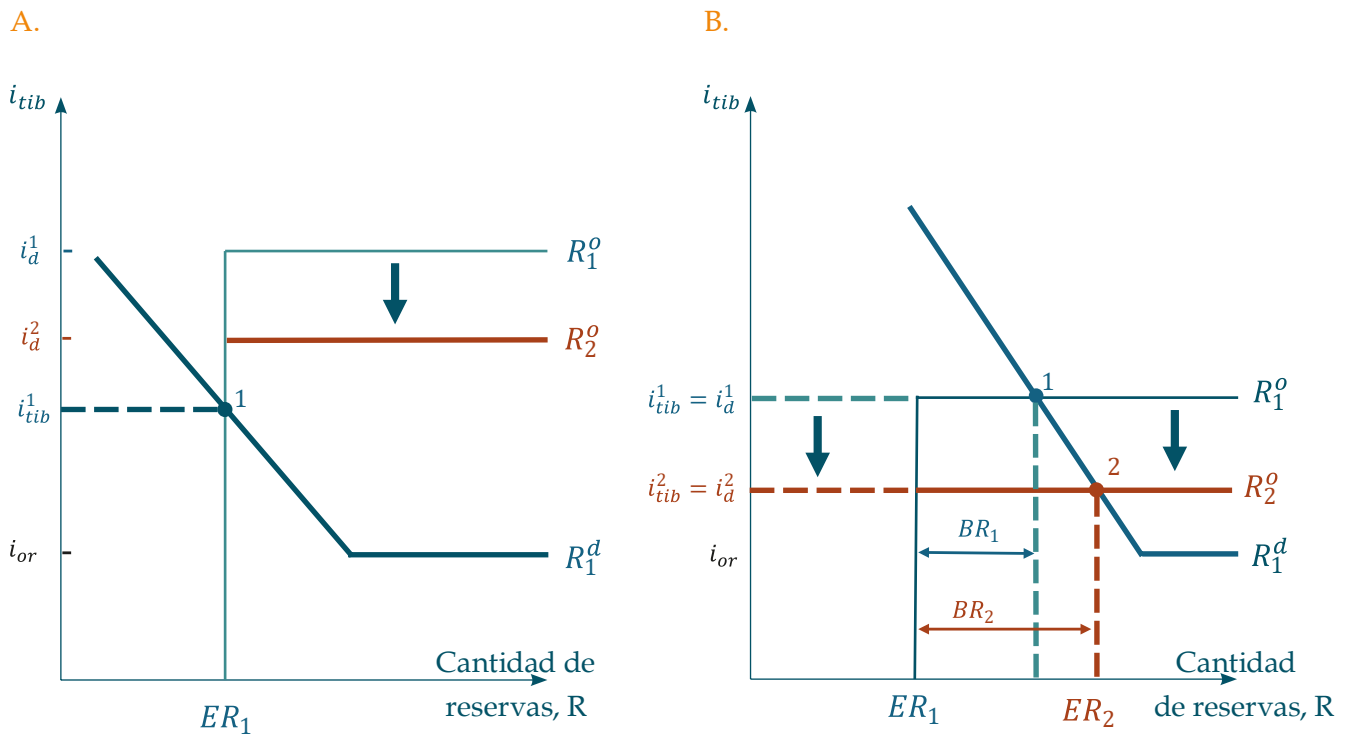
### 2.2.2.2. Otorgamiento de préstamos de descuento

El enfoque principal de esta herramienta radica en el rol del banco central como prestamista de última instancia, más que en su función de regular la oferta de dinero. En la práctica, se trata de otorgar préstamos a los bancos privados que experimentan escasez de liquidez<sup>18</sup>, los cuales son denominados préstamos de descuento y son ofrecidos a la tasa de descuento.

Siguiendo el análisis gráfico, ahora veremos qué ocurre en el mercado de reservas cuando hay cambios en la tasa de descuento. Si la intersección de la oferta y la demanda se presenta en la sección vertical de la curva de oferta, un cambio en la tasa de descuento no tendrá efecto sobre  $i_{tib}$  (Gráfico 2.3, panel A). Por su parte, si la intersección de la oferta y la demandada lugar en la sección horizontal de la curva de oferta donde  $i_{tib} = i_d$ , una caída en la tasa de descuento desplaza esa parte de la curva de oferta hacia abajo. Por lo tanto,  $i_{tib}$  disminuye y las reservas prestadas aumentan (Gráfico 2.3, panel B).

<sup>18</sup> La intervención del banco central como prestamista de última instancia no busca rescatar instituciones financieras individuales en crisis, sino preservar la estabilidad del sistema financiero en su conjunto.

**Gráfico 2.3**  
**Otorgamiento de préstamos de descuento**



Fuente: elaboración de los autores.

### 2.2.2.3. Encajes (coeficiente de reservas)

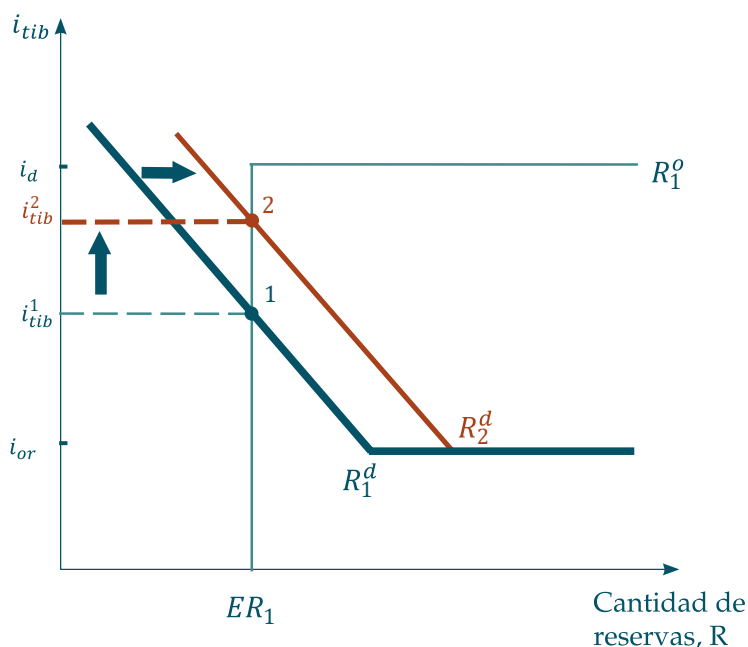
Una alternativa para aumentar la cantidad de dinero es mediante el incremento del multiplicador monetario. En este caso, el banco central podría expandir la oferta monetaria reduciendo los requisitos de encaje, lo que incrementaría el multiplicador y estimularía la demanda de dinero<sup>19</sup>. La política de encaje está principalmente orientada a satisfacer las necesidades de liquidez de los establecimientos de crédito. Estos requieren mantener un nivel de reserva suficiente para cubrir posibles retiros de fondos por parte de los clientes. Cuando los encajes son altos, los bancos tienen más efectivo disponible para hacer frente a estas demandas, pero esto significa que tienen menos dinero para prestar. Si el banco central no paga intereses sobre los encajes, los bancos pueden enfrentar márgenes financieros ajustados. Por otro lado, cuando los encajes son bajos, los bancos tienen más libertad para prestar, lo que puede aumentar la probabilidad de experimentar problemas de liquidez si se presentan retiros masivos de fondos. Sin embargo, el ajuste de los requisitos de encaje se reserva

<sup>19</sup> Para que una reducción en los requisitos de encaje aumente el multiplicador, generalmente debe existir la condición de que los requisitos de reserva realmente limiten la capacidad de los bancos para otorgar crédito.

generalmente para situaciones excepcionales o en economías donde no existen otros instrumentos para inyectar o retirar liquidez.

Siguiendo el análisis gráfico, ahora veremos qué ocurre en el mercado de reservas cuando hay cambios en los requerimientos de reservas o encajes. Esto afectaría principalmente la demanda de reservas ( $R^d$ ), de manera que cuando el banco central aumenta (disminuye) el requisito de reserva,  $i_{tib}$  aumenta (disminuye). El mecanismo detrás de esto es que un requisito de reserva más alto significa que los bancos querrán más reservas, lo que aumenta la demanda de reservas. Esto implica un desplazamiento hacia la derecha de la curva de demanda, por tanto  $i_{tib}$  aumenta (Gráfico 2.4).

**Gráfico 2.4**  
Encajes (coeficiente de reservas)

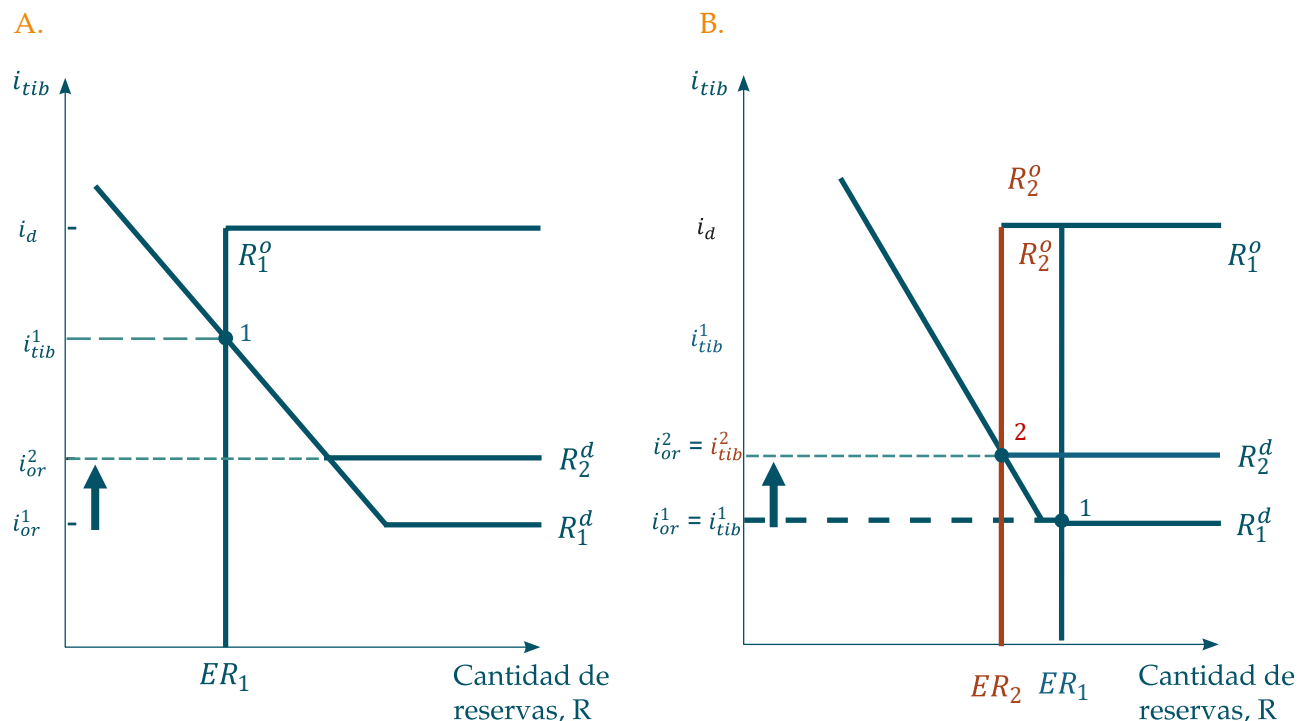


Fuente: elaboración de los autores.

#### 2.2.2.4. Cambios en la tasa de interés sobre reservas

De manera similar, el efecto de cambios en la tasa de interés sobre reservas en el mercado de reservas va a depender del lugar donde se interceptan la demanda y la oferta. Si la intersección ocurre en la sección de pendiente negativa de la curva de demanda, un aumento en la tasa de interés sobre las reservas no provoca cambios en  $i_{tib}$  (Gráfico 2.5, panel A). En cambio, si la curva de oferta se cruza con la curva de demanda en su sección plana, un aumento en la tasa de interés sobre las reservas incrementa  $i_{tib}$  (Gráfico 2.5, panel B).

**Gráfico 2.5**  
Cambios en la tasa de interés sobre reservas



Fuente: elaboración de los autores.

### 2.2.2.5. Operaciones sobre la tasa de cambio

Aunque en este capítulo nos concentramos en una economía cerrada, en la práctica la compra y venta de divisas es una herramienta de política. Por lo general, este instrumento se utiliza para influir en la tasa de cambio (por ejemplo, el número de pesos colombianos por dólar estadounidense) en lugar de cambiar directamente la oferta monetaria local. Cuando el banco central vende (compra) reservas internacionales, la oferta monetaria se contrae (expande). La mayor oferta de divisas en el mercado reduce el precio de la moneda nacional en términos de moneda extranjera, lo que se traduce en una apreciación de la tasa de cambio. Si frente a esta operación el banco central no neutraliza los efectos sobre la oferta monetaria mediante el uso de otras operaciones en el mercado monetario doméstico, se dice entonces que la intervención cambiaria fue no esterilizada.

## Bibliografía

- Banco de la República (2025). Repos / Glosario / Conceptos económicos, [en línea], disponible en: <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/repos>
- Mishkin, F. S. (2012). *The Economics of Money, Banking and Financial Markets*, 10.<sup>a</sup> ed., Essex: Pearson Education Limited.

## Preguntas y ejercicios

- 1- Suponga que el banco central vende 1 billón de pesos al banco privado A. Explique con cuentas T qué ocurre con el balance del banco central, ¿cómo esto afecta las reservas bancarias y la base monetaria?
- 2- Suponga que la autoridad monetaria aumenta al 30% la razón de reservas requeridas sobre los depósitos en cuentas de ahorro. ¿Qué efecto tiene esta decisión sobre el proceso de creación de dinero? Justifique su respuesta con un ejemplo numérico.
- 3- Suponga que hay un cambio en las decisiones de los agentes económicos en la cual hay una recomposición y cambian depósitos por moneda circulante. Frente a esta decisión, ¿le ocurre algo a la tasa de interés interbancaria? Justifique su respuesta mediante el uso de gráficos del mercado de oferta y demanda de reservas.

### **3.** Demanda de dinero: aspectos conceptuales

## Conceptos clave

- Ecuación cuantitativa del dinero
- Saldos monetarios
- Velocidad de dinero
- Motivo transaccional
- Motivo precautelativo
- Motivo especulativo
- Neutralidad del dinero

En el capítulo anterior definimos qué es el dinero y cómo es su proceso de generación por el lado de la oferta. Lo anterior permite tener un punto de partida para entender la conducción y algunos efectos de la política monetaria, pero, como resulta importante en cualquier mercado, ahora examinaremos la demanda, parte también esencial para el estudio tanto de la política como de la teoría monetaria. Los orígenes del estudio formal de la demanda de dinero se remontan a finales del siglo XIX y comienzos del XX, con los trabajos de Fisher (1896) y Pigou (1917). Sin embargo, es realmente a partir de mediados del siglo XX que se produce un desarrollo significativo de modelos econométricos que explican la demanda de dinero desde una perspectiva microeconómica<sup>20</sup>. En este capítulo, describiremos las principales razones por las que los agentes deciden demandar dinero, la relación con la teoría cuantitativa del dinero y el rol que tiene la tasa de interés en la demanda de dinero.

### 3.1. ¿Por qué motivo se demanda dinero?

Como se introdujo en el capítulo anterior, el dinero puede servir como medio de intercambio, unidad de cuenta o depósito de valor, por lo que el análisis de su demanda es diferente al de, digamos, las frutas o los vehículos. A diferencia de los bienes que satisfacen necesidades directas, el dinero sirve como un intermediario en los intercambios económicos: permite a los individuos adquirir lo que desean. Por tanto, se podría decir que la utilidad obtenida del dinero es indirecta y que su demanda se deriva de su capacidad para facilitar los intercambios. Entre los principales motivos para demandar dinero se encuentran: i) transacción, ii) precautelativo y iii) especulativo.

La demanda de dinero por **motivo de transacción** surge de la necesidad de los individuos y las empresas de realizar pagos en un momento distinto al que reciben sus ingresos. En este contexto, el dinero actúa como medio de

---

20 Se sugiere al lector leer las siguientes referencias para ampliar la explicación de la perspectiva histórica de la teoría cuantitativa del dinero: Mies y Soto (2000); Graff (2008), y Riera i Prunera y Blasco (2016).

intercambio, facilitando las transacciones entre compradores y vendedores. Por ejemplo, una persona que va al supermercado necesita dinero para adquirir alimentos y productos básicos. Sin el dinero, las transacciones se complicarían, ya que tendríamos que recurrir al trueque, lo cual sería poco práctico y dificultaría la posibilidad de intercambio. Así, la demanda de dinero para transacciones es fundamental en una economía que busca eficiencia en el intercambio de bienes y servicios. Esta demanda está directamente relacionada con el nivel de actividad económica y la velocidad a la que circula el dinero, la cual explicaremos más adelante.

El **motivo precautelativo** se relaciona con la necesidad de mantener una reserva de dinero para enfrentar imprevistos o gastos inesperados. En este caso, las personas demandan dinero para estar preparadas ante situaciones que puedan afectar su estabilidad financiera o presenten un reto económico futuro, como enfermedades, reparaciones del hogar o pérdida de empleo. Por ejemplo, alguien que ahorra una parte de su salario en un fondo de emergencia está actuando bajo este motivo. Tener lo que coloquialmente se denomina como un “colchón” financiero les brinda seguridad y la capacidad de responder a situaciones adversas sin tener que recurrir a préstamos o deudas.

Es importante señalar que la cantidad de dinero que un individuo decida mantener por precaución ante eventos inesperados depende del equilibrio entre la necesidad de liquidez para enfrentar imprevistos y el costo de oportunidad de mantener esa liquidez<sup>21</sup>. Mientras mayor sea la incertidumbre sobre el futuro, mayor será la demanda de dinero por precaución. Sin embargo, factores como los desarrollos tecnológicos (tarjetas de crédito, débito y sistemas de pago digitales) y la estabilidad económica pueden reducir esta demanda al ofrecer alternativas más eficientes para gestionar el dinero.

Al considerar al dinero como un activo más dentro de una cartera de inversión (Tobin, 1958)<sup>22</sup>, estamos introduciendo una nueva dimensión a su análisis. Mientras que la demanda por transacciones y precauciones se centra en la necesidad de liquidez inmediata (generalmente asociada a agregados monetarios básicos como M1 o M2), la función del dinero en una cartera de inversión se relaciona más con la diversificación y la gestión del riesgo.

Así surge el **motivo especulativo**, el cual se refiere a la demanda de dinero con el objetivo de aprovechar oportunidades de inversión en el futuro. Las personas o instituciones mantienen dinero en efectivo esperando que surjan

21 Mantener parte de los excedentes de forma líquida (esto es con acceso fácil y rápido) conlleva perder los potenciales beneficios que se obtendría al invertirlos.

22 El dinero es un activo seguro porque su valor nominal se conoce con certeza cuando la inflación es conocida, baja y estable. Tobin (1958) afirma que el dinero se guarda como el activo seguro en el portafolio de los inversionistas, y su demanda depende de la expectativa de retornos futuros y de lo riesgosas que son dichas inversiones. Este autor muestra que un incremento (o reducción) del rendimiento esperado en otros activos reduce (o aumenta) la demanda de dinero.

oportunidades que les permitan obtener rendimientos mayores que los que ofrecen los activos financieros actuales. Por ejemplo, un inversionista que anticipa una caída en el mercado de acciones puede decidir mantener efectivo en lugar de invertirlo, para luego comprar acciones a un precio más bajo cuando se presente la oportunidad. Este comportamiento muestra cómo la demanda de dinero puede estar motivada por la expectativa de ganancias futuras, en lugar de por necesidades inmediatas.

## 3.2. Algunos enfoques históricos en la modelación de la demanda de dinero

### 3.2.1. Ecuación cuantitativa y teoría cuantitativa del dinero

La **ecuación cuantitativa**, también conocida como la **ecuación de intercambio**, es una identidad que relaciona el nivel de precios y el de la producción (ingreso nominal) con las existencias de dinero que están en circulación, que dependen a su vez de la **velocidad de circulación**.

$$M \cdot V = P \cdot Y \quad (3.1)$$

Como ejemplo, supóngase que la economía solo produce patacón y que para un año la producción nacional refleja un nivel de 60 millones de patacones que se venden a 1 peso, por lo que el PIB sería 60 millones de pesos ( $PIB=PY$ ). Si la oferta de dinero es de 5 millones de pesos la velocidad de dinero, por definición ( $V = \frac{PQ}{M}$ ), sería 12 por año. Lo anterior, implica que el dinero circula 12 veces al año, una vez al mes, cuando los ingresos se usan para comprar la producción de patacón.

Partiendo de la anterior descripción contable, la teoría cuantitativa del dinero busca explicar la relación entre la cantidad de dinero y el nivel general de precios. Desde los primeros planteamientos que establecían una relación directa y proporcional, la teoría se ha diversificado, incluyendo enfoques que destacan el papel del dinero como medio de intercambio y como activo en las carteras de los individuos. Autores como Bodin en 1569, Locke en 1692 o Hume en 1750, habían introducido algunas ideas al respecto en sus análisis pioneros sobre la teoría de la determinación monetaria de los precios, pero es hasta Fisher (1911) con la ecuación de intercambio o enfoque clásico y Marshall (1879) y Pigou (1917) con el enfoque del saldo de caja o ecuación de saldo efectivo (escuela de Cambridge), donde se formalizaron dichos conceptos, los cuales han contribuido significativamente al desarrollo de esta teoría.

Fisher (1896; 1911) examina la relación entre la cantidad total de dinero  $M$  (la oferta de dinero) y el monto a gastar en bienes y servicios de la economía y

este será uno de los primeros enfoques formales de la teoría cuantitativa clásica. El aporte de este autor radica en interpretar causalmente la ecuación (3.1) suponiendo que oferta y demanda se encuentran en equilibrio ( $M^d = M^s$ ). Allí también se supone que: i) la economía se encuentra en pleno empleo ( $\bar{Y}$ ) y ii) la velocidad de circulación es constante ( $\bar{V}$ ) ya que se trata de una variable que depende de factores como la tecnología bancaria o los hábitos de pago, ambos considerados por Fisher como estables. De esta manera, se puede reescribir la ecuación (3.1) como:

$$P = \frac{M \bar{Y}}{\bar{V}} \quad (3.2)$$

De esta forma, los precios se mueven proporcionalmente a la cantidad de dinero. Marshall (1879) y Pigou (1917), a diferencia de Fisher, sostienen que la velocidad del dinero no es una variable únicamente determinada por las condiciones institucionales, sino que adicionalmente se ve afectada por factores de decisión individual de los agentes como la restricción presupuestal, el costo de oportunidad y las preferencias de los individuos. Asimismo, para estos autores el dinero también sirve como reserva de valor por lo que se introducen explícitamente variables como la tasa de interés, la riqueza y las expectativas sobre la situación económica. Para ello, sostienen que el mercado y su equilibrio se define tomando en cuenta que: i) la demanda de **saldos monetarios** es una proporción del ingreso nominal de los agentes<sup>23</sup>, ii) la oferta de dinero es determinada por las autoridades monetarias discrecionalmente, y iii) el resultado final es el equilibrio entre oferta y demanda de saldos monetarios ( $M^d = M^s$ ), lo que implica que para la escuela de Cambridge los desequilibrios en dicho mercado surgen de cambios originados por el nivel de precios. La teoría cuantitativa bajo este enfoque sugiere que:

$$M^d = k \cdot P \cdot Y \quad (3.3)$$

donde  $M^d$  es la demanda de dinero,  $k$  es una constante de proporcionalidad ( $V = \frac{1}{k}$ ) y  $P \cdot Y$  es el ingreso nominal.

Tanto Fisher como Marshall y Pigou llegan a la misma conclusión: el dinero no afecta las variables reales (que es la noción conceptual de **neutralidad del dinero**, mencionada en la introducción del presente libro) en el largo plazo.

### 3.2.2. Enfoque keynesiano

Keynes (1936) desafió la visión clásica al introducir el concepto de demanda efectiva como la principal determinadora del empleo y la producción. A diferencia de los clásicos, Keynes creía que el dinero no es neutral y puede influir en la economía incluso a largo plazo. Adicionalmente, es uno de los pioneros

23 En cada momento del tiempo los individuos eligen cuánto dinero quieren disponer en ese periodo, en donde dicha proporción se considera constante en el corto plazo.

en presentar formal y conjuntamente tanto los motivos transaccional y precautelativo del enfoque clásico como en introducir el motivo especulativo. Keynes argumentó que la demanda de dinero por motivos especulativos está directamente relacionada con la incertidumbre sobre futuras tasas de interés. Cuanto más altas sean las tasas esperadas, menor será la demanda de dinero en efectivo, ya que los inversores preferirán mantener sus activos en bonos. Esta relación inversa introduce una mayor inestabilidad en la ecuación del dinero.

Teniendo en cuenta estos tres motivos, Keynes formula que la demanda de dinero en términos reales es una función del ingreso y de la tasa de interés, la cual puede expresarse como:

$$\frac{M^d}{P} = L(Y, i) \quad (3.4)$$

donde  $L(Y, i)$  es una función que depende positivamente del nivel de ingreso ( $Y$ ) y negativamente de la tasa de interés ( $i$ ). Aquí la velocidad del dinero no es constante, ya que esta va a depender de los movimientos cíclicos que tiene la tasa de interés (fases de expansión y contracción). En términos matemáticos, lo anterior se aprecia cuando se combina (3.1) con (3.4):

$$V = \frac{PY}{M^d} = \frac{Y}{L(Y, i)} \quad (3.5)$$

Por simplicidad en (3.5) solo se escribe el nivel de ingreso ( $Y$ ) en la demanda de dinero, sin embargo, para que el lector visualice más claro el motivo especulativo esta expresión se puede reescribir como:

$$\frac{M^d}{P} = (\delta Y + \varphi(i) W) \quad (3.6)$$

donde  $W$  es el nivel de riqueza,  $Y$  es ingreso real e  $i$  es la tasa de interés nominal. El primer término ( $\delta Y$ ) representa la demanda por dinero por motivo transacción y precaución, mientras que el segundo ( $\varphi(i) W$ ) incorpora el motivo especulativo. Es importante señalar que la riqueza afecta cómo los agentes asignan sus recursos entre dinero y otros activos financieros. Por ejemplo, en economías desarrolladas y con un mayor nivel de riqueza, la demanda especulativa de dinero tiende a ser más significativa en términos absolutos, aunque proporcionalmente siempre dependerá de las oportunidades de inversión y los riesgos percibidos.

### 3.2.3. Enfoque monetarista o teoría neocuantitativa

El monetarismo enfatiza el papel central de la oferta monetaria en la determinación tanto del PIB a corto plazo como de la inflación a largo plazo. A diferencia de los keynesianos, que consideran una gama más amplia de factores,

los monetaristas enfatizan el papel activo de los bancos centrales en la gestión de la economía a través del control de la oferta monetaria. El concepto de velocidad del dinero es clave para comprender esta perspectiva.

En su reformulación de la teoría cuantitativa, Friedman (1956) rompe con la tradición de buscar justificaciones específicas para la demanda de dinero. Al adoptar un enfoque más general, argumenta que la demanda de dinero es simplemente una manifestación de las preferencias individuales y se puede explicar a partir de los axiomas básicos de la teoría de la elección del consumidor.

Esta visión representa un cambio significativo respecto a las explicaciones anteriores, que tendían a buscar razones particulares para justificar la demanda de dinero, como la necesidad de realizar transacciones o la precaución ante la incertidumbre. Aquí el dinero es como cualquier otro activo, por lo que la demanda es una función de la riqueza disponible y del rendimiento esperado respecto a otros activos:

$$\frac{M^d}{P} = f(Y^p, r_b - r_m, r^e - r_m, \pi^e - r_m) \quad (3.7)$$

donde  $Y^p$  es el ingreso permanente de los agentes (*proxy* de riqueza), lo cual se vincula positivamente con la demanda de saldos monetarios reales y, dado el rendimiento del dinero ( $r_m$ ), la demanda de dinero se relaciona negativamente con los diferenciales en los retornos de esta tasa frente a los bonos ( $r_b$ ), otros activos como acciones ( $r^e$ ) y la inflación esperada ( $\pi^e$ ).

Mientras que para Keynes la variable rendimiento esperado del dinero es una constante, para Friedman el rendimiento del dinero varía en el tiempo ya que los avances en servicios asociados a este bien<sup>24</sup> tienden a elevar la rentabilidad de los depósitos. De esta manera, si el rendimiento del dinero es mayor, el diferencial respecto a otros activos tiende a ser cada vez más pequeño y, por tanto, los tipos de interés se tornan irrelevantes. Una simplificación de (3.7) se puede expresar como:

$$\frac{M^d}{P} = f(Y^p) \quad (3.8)$$

Asumiendo que  $M^d = M^s$ , y reemplazando (3.8) en (3.1) se tiene que la velocidad de circulación es definida como:

$$V = \frac{Y}{f(Y^p)} \quad (3.9)$$

Así, la velocidad de dinero permite que la demanda de dinero sea una función estable ya que el ingreso permanente ( $Y^p$ ) tiende a ser estable. De esta manera, Friedman rescató nuevamente postulados clásicos, en particular

24 Por ejemplo, la llegada de cajeros automáticos o de las tarjetas débito.

la neutralidad del dinero. En el Cuadro 3.1 se resumen y comparan las tres corrientes mencionadas a lo largo de este capítulo.

Como resultado, Friedman sustenta la postura monetarista de que la estabilidad de los precios se logra principalmente mediante una política monetaria disciplinada. Al suponer una relación estable entre la demanda de dinero real y otras variables, los monetaristas proponen reglas monetarias claras y equilibrios fiscales sólidos como herramientas para controlar la inflación.

**Cuadro 3.1**  
**Comparación enfoques demanda de dinero**

Aspecto	Clásica	Keynesiana	Monetarista
Relación M y P	Proporcional y directa.	No siempre directa; depende de Y y V.	Proporcional en el largo plazo, pero con rezagos temporales.
Velocidad del dinero (V)	Constante.	Variable, influida por confianza y expectativas.	Estable en el largo plazo, pero puede variar en el corto plazo.
Neutralidad del dinero	Sí, en el corto y largo plazo.	No.	No en el corto plazo; sí en el largo plazo.
Nivel de empleo	Pleno empleo asumido.	Desempleo es posible debido a rigideces.	Desempleo natural, relacionado con fricciones en el mercado laboral.
Causa de la inflación	Crecimiento excesivo de M.	Factores múltiples: demanda agregada, costos.	“La inflación siempre y en todo lugar es un fenómeno monetario” (Friedman).
Papel de la política	Limitado, la economía se ajusta sola.	Crucial para estabilizar la economía.	Importante la política monetaria, pero con reglas claras y previsible (regla monetaria).

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Algunas aproximaciones empíricas para Colombia

La estimación precisa de la demanda de dinero es fundamental para diseñar políticas monetarias efectivas. Sin embargo, los modelos econométricos empleados a menudo han arrojado resultados insatisfactorios, como sobreestimaciones de los saldos monetarios y parámetros inestables. A pesar de numerosos estudios sobre el tema en Colombia (Cuadro 3.2), no hay consenso sobre la misma y aún persiste el debate sobre su estabilidad. La mayoría de los estudios econométricos utiliza modelos de cointegración como vector de

corrección de errores (VEC), mínimo cuadrados completamente modificados (FMOLS), panel de datos o cointegración no lineal.

**Cuadro 3.2**  
**Estudios de demanda de dinero para Colombia**

Autores (cita)	Variable de dinero	Variables control	Muestra y frecuencia	Metodología	Resultados
Misas y Oliveros (1997).	1. M1  2. M3 + Bonos	1. Precios (IPC), ingreso (PIBK) y tasa de interés (TCDT a 90 días). 2. Precios (IPC), ingreso (PIBK) y tasa de interés (dos diferenciales entre el rendimiento de los activos físicos (DIFM3B) y activos en moneda extranjera (DIFER1)).	1. 1981T1-1995T4  2. 1986T1-1997T1	VEC y pruebas de cointegración	En ambos ejercicios (con M1 y con M3 + Bonos) se encuentra cointegración (relación de equilibrio de largo plazo) que se puede interpretar como una función de demanda de dinero en ambos casos.
Villca, Torres, Posada, y Velásquez. (2020).	M1	Ingreso (PIB), tasa de interés nominal (tasa de interés de depósitos FMI).	1996-2016A	Método de cointegración en panel y estimación FMOLS	Los resultados muestran una relación de largo plazo entre la demanda de dinero, el nivel de ingreso y los tipos de interés.
Aguirre (2013).	M2	Ingreso (PIB real), precios (IPC), tasa de interés (TCDT) y el IPVN.	2000T1-2010T4	MCO	Los resultados muestran un ajuste relativamente bueno del modelo planteado y las conclusiones son consistentes con la teoría económica.
Ordoñez, Melo y Parra (2018).	M1	Ingreso (PIB), precios (IPC) y tasas de interés de depósitos a término fijo a 90 días.	1984M1-2016M12	Pruebas de cointegración y modelos no lineales de cointegración (transición suave)	Las estimaciones muestran la presencia de una relación de largo plazo entre los precios, el ingreso, la tasa de interés y la demanda de dinero.

**Cuadro 3.2**

**Estudios de demanda de dinero para Colombia (continuación)**

Autores (cita)	Variable de dinero	Variables control	Muestra y frecuencia	Metodología	Resultados
Gómez (1999).	Base monetaria	Ingreso (PIB real), precios (IPC), tasas de interés promedio de CDT a 90 días y el cociente entre depósitos sujetos a encaje y efectivo.	1981T1– 1998T2	Cointegración	Los resultados muestran la existencia de vectores de cointegración, uno de los cuales se puede comprender como una función de demanda por base monetaria, con coeficientes y signos consistentes con la teoría económica.
Gómez (1998).	Base monetaria ajustada, M1 y M3B	Ingreso (PIB real), precios (IPC), tasas de interés promedio de CDT a 90 días.	1981T1–1997T4	Cointegración	Los resultados muestran que las pruebas de cointegración nos conducen a demandas de dinero si se incluye una variable de innovación financiera, de otra forma los signos no son consistentes con la teoría económica de la demanda de dinero.
Barros Campello, Pateiro Rodríguez y Salcines Cristal (2022).	M3	Ingreso (PIB), precios (IPC) y como tasa de interés usan un promedio ponderado de las tasas correspondientes a cada componente de M3.	2003M1 – 2020M9	Pruebas de raíz unitaria y cointegración, VECM y FMOLS	Mediante la cointegración se puede observar una estrecha relación de largo plazo entre los componentes de M3 y las variables macroeconómicas determinantes (Y e i).

**Cuadro 3.2**

**Estudios de demanda de dinero para Colombia (continuación)**

Autores (cita)	Variable de dinero	Variables control	Muestra y frecuencia	Metodología	Resultados
Misas y Suescun (1993).	Base monetaria, M1, M1A (M1 + depósitos de ahorro), M1B (M1 + depósitos de ahorro denominados en UPAC), M1C (M1 + depósitos de ahorro + depósitos en UPAC) y M2	Ingreso (PIB real), precios (IPC), la tasa de interés es DTF para BASE y M1, para los otros agregados monetarios se define el costo de oportunidad como la diferencia entre la tasa de mercado y el rendimiento promedio ponderado de los activos incluidos en cada agregado.	1980T1 – 1992T4	Cointegración y modelos de corrección de errores	Se encontró evidencia de que los agregados monetarios M1, M1A y M2 están cointegrados con variables macroeconómicas relevantes lo que indica que existen relaciones estables de largo plazo entre estos agregados monetarios y sus variables determinantes.
Herrera y Julio (1993).	M1	Ingreso (PIB y PIB real), precios (IPC) y tasa de interés (tasa de interés promedio anual y tasa de interés).	1955-1991A 1970T1 – 1992T4	Modelo de corrección de errores	La demanda de dinero se mantiene estable en el largo plazo, descartando los posibles cambios estructurales contemplados en la muestra analizada, los coeficientes se muestran consistentes con la teoría económica.

Fuente: elaboración propia.

**Bibliografía**

Aguirre, H. S. Á. (2013). “Comportamiento de la demanda de dinero en Colombia durante el periodo 2000: I-2010: IV”, *Apuntes del CENES*, vol. 32, núm. 55, pp. 125-163.

Barros Campello, E.; Pateiro Rodríguez, C.; Salcines Cristal, V. (2022). “La (in) estabilidad de la demanda de dinero en Colombia, 2003-2020”, *Investigación económica*, vol. 81, núm. 319, pp. 141-167.

Fisher, I. (1896). *Appreciation and Interest*, Nueva York: American Economic Association.

- Fisher, I. (1911). "Recent Changes in Price Levels and Their Causes", *American Economic Review*, vol. 1, núm. 2, pp. 37-45.
- Friedman, M. (1956). "The Quantity Theory of Money: A Re-Statement", en M. Friedman (ed.), *Studies in the Quantity Theory of Money*, Chicago: Chicago University Press.
- Gómez, J. (1998). "La demanda de dinero en Colombia", *Borradores de Economía*, núm. 101, Banco de la República.
- Gómez-González, J. E. (1999). "Especificación de la demanda por dinero con innovación financiera", *Borradores de Economía*, núm. 128, Banco de la República.
- Graff, M. (2008). "The quantity theory of money in historical perspective", KOF Working Papers, núm. 196, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute.
- Herrera, S.; Julio, J. M. (1993). "La demanda de dinero en el corto y en el largo plazo en Colombia", *Coyuntura Económica*, vol. XXIII, núm. 1, pp. 91-107.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, Londres: McMillan.
- Marshall, A. (1879). *The Pure Theory of Foreign Trade*, Londres: London School of Economics and Political Science, reimpresión de 1930.
- Mies, V.; Soto, R. (2000). "Demanda por dinero: teoría, evidencia, resultados", *Economía chilena*, vol. 3, núm. 3, pp. 5-32.
- Misas, M.; Oliveros, H. (1997). "Cointegración, exogeneidad y crítica de Lucas: funciones de demanda de dinero en Colombia: un ejercicio más", *Borradores de Economía*, núm. 75, Banco de la República.
- Misas, M.; Suescun-Melo, R. (1993). "Funciones de demanda de dinero y el comportamiento estacional del mercado monetario", *Revista Ensayos Sobre Política Económica*, vol. 12, núm. 23, pp. 55-79.
- Mishkin, F. S. (2012). *The Economics of Money, Banking and Financial Markets*, 10.<sup>a</sup> ed., Essex: Pearson Education Limited.
- Ordoñez-Callamand, D.; Melo-Velandia, L. F.; Parra-Amado, D. (2018). "Una exploración reciente a la demanda por dinero en Colombia bajo un enfoque no lineal", *Revista de Economía del Rosario*, vol. 21, núm. 1, pp. 5-37.
- Pigou, A. C. (1917). "The Value of Money", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 32, núm. 1, pp. 38-65.
- Riera i Prunera, C.; Blasco, Y. (2016). "La teoría cuantitativa del dinero: la demanda del dinero en España: 1883-1998", *Estudios de Historia Económica*, núm. 72.
- Tobin, J. (1958). "Liquidity Preference as Behavior Towards Risk", *The Review of Economic Studies*, vol. 25, núm. 2, pp. 65-86.
- Villca, A.; Torres, A.; Posada, C. E.; Velásquez, H. (2020). "Demanda de dinero en América Latina, 1996-2016: una aplicación de cointegración en datos de panel", *Desarrollo y Sociedad*, núm. 85, pp. 233-264.

## Preguntas y ejercicios

- 1- Suponga que en una economía se producen bienes y servicios por un valor total de \$100 millones anuales (PIB nominal), y la cantidad de dinero en circulación es de \$20 millones. ¿Cuál es la velocidad del dinero?
- 2- Si un inversionista enfrenta una tasa de interés del 4% y espera que suba al 6%, ¿qué decisión podría tomar respecto a la cantidad de dinero que mantiene en efectivo?
- 3- ¿Cuáles son los tres motivos principales que justifican la demanda de dinero según Keynes?
- 4- ¿Cómo difieren las perspectivas clásica y keynesiana en cuanto a la velocidad del dinero?

## 4. El dinero en la función de utilidad

## Conceptos clave

- Neutralidad del dinero
- Análisis microfundamentado
- Tenencias reales de dinero
- Precios flexibles
- Estado estacionario
- Superneutralidad del dinero

En este capítulo vamos a presentar un marco teórico para incorporar el dinero dentro del análisis macroeconómico y, para esto, nos vamos a enfocar en el comportamiento optimizador de los consumidores, dejando de lado (por ahora) el de las firmas. En el capítulo 7, donde estudiaremos el modelo neokeynesiano, incorporaremos conjuntamente el comportamiento optimizador de ambos.

Para iniciar, hagamos un muy breve recuento de algunos de los modelos que anteceden y dan lugar a los elementos más importantes que incorpora el modelo que estudiaremos en este capítulo. Dentro de la literatura sobre crecimiento económico se tiene como modelo precursor el propuesto por Solow (1956), el cual se puede considerar como la estructura básica para el análisis macroeconómico moderno, ya que, a partir de este, surgieron desarrollos posteriores que permiten un **análisis microfundamentado**, esto es, basado en el comportamiento optimizador de los agentes. El modelo desarrollado por Solow tiene varias características, de las cuales resaltamos principalmente que tiene una tasa de ahorro fija y una oferta de trabajo inelástica. Posteriormente, derivado del trabajo de Ramsey (1928) que fue retomado por Cass (1965) y Koopmans (1965), podemos hablar del modelo RCK (por las iniciales de sus proponentes) que, manteniendo la oferta de trabajo inelástica, agrega firmas y hogares maximizadores. En este modelo no hay imperfecciones de ningún tipo, es decir, tenemos mercados completos, precios flexibles, información simétrica y competencia perfecta. Luego, tenemos los modelos denominados RBC (*real business cycle*), en donde se introducen una oferta de trabajo elástica o endógena y los choques tecnológicos como explicación del ciclo económico. Si a estos últimos modelos le agregamos el dinero, llegamos al modelo MIU (*money in the utility function*), el cual será el que estudiaremos en este capítulo. El MIU se puede considerar como la base de modelos de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE, por su sigla en inglés), categoría donde incluimos al modelo neokeynesiano, el cual incluye rigideces de precios e imperfecciones de mercado.

En modelos donde no hay imperfecciones o rigideces de ningún tipo, como es el caso del modelo MIU, se encuentra que **el dinero es neutral**, esto es,

cambios en la cantidad de dinero no tienen efectos sobre las variables reales del modelo, por lo que la política monetaria es irrelevante. Sin embargo, en este capítulo estudiamos ese modelo para que nos sirva como base para llegar al modelo nekeynesiano. De esta forma, caracterizamos al MIU como un modelo sin imperfecciones de mercado y sin rigideces en los precios, al que le vamos a introducir el dinero. Sin embargo, si queremos utilizar el marco teórico neoclásico para estudiar fenómenos monetarios, primero necesitamos asignar un rol para el dinero, de forma que los agentes encuentren razones para la demanda de este o, en otras palabras, para su tenencia. Esta tarea no es trivial, ya que en un modelo económico no podemos pretender introducir todos los elementos al mismo tiempo, más bien queremos tener los elementos esenciales para estudiar un fenómeno específico. Por lo tanto, es difícil para un modelo macroeconómico introducir todos los elementos que en la práctica hacen que aparezca un medio de cambio en la economía, por lo que la forma de evitar este problema es tomar atajos que faciliten su introducción de forma directa y sencilla.

De esta forma, como se reseña en Walsh (2017), dentro de la literatura se destacan tres enfoques para incorporar el dinero en los modelos de crecimiento económico. El primero supone que la tenencia de dinero genera directamente utilidad a los agentes e incorpora el dinero dentro de la función de utilidad de los hogares. Este enfoque, propuesto por Sidrauski (1967), es la base del modelo MIU que, como mencionamos, será el que presentaremos en este capítulo. Un segundo enfoque, propuesto por Clower (1967), considera que el dinero se requiere para llevar a cabo las transacciones y se supone que el dinero puede usarse para obtener productos de consumo, por lo tanto, los agentes necesitan de antemano dinero para sus transacciones en el sector real. En la literatura este tipo de modelos se conoce como *cash in advance*. Finalmente, el tercer enfoque, propuesto por Samuelson (1958), considera el dinero como un activo que sirve para transferir recursos a través del tiempo. Esto es útil especialmente en modelos de generaciones traslapadas. Los enfoques mencionados nos ayudan a introducir un rol para el dinero a través de modelos económicos simplificados.

Antes de la propuesta de Sidrauski los modelos macroeconómicos tradicionales, como el modelo de la teoría cuantitativa del dinero (descrita en el capítulo 3 del presente libro), trataban al dinero como una variable exógena que solo afectaba los niveles de precios, sin tener un impacto directo en el comportamiento real de los consumidores y las decisiones económicas. El modelo MIU sugiere que el dinero no solo facilita las transacciones, sino que también tiene un valor directo para el consumidor, lo cual es capturado en la función de utilidad. Esto significa que los individuos derivan satisfacción no solo del consumo de bienes, sino también directamente de la posesión de dinero. Como resultado, dadas las restricciones adecuadas a la función de utilidad, el modelo garantiza que los agentes escogen tener cantidades positivas de dinero. De esta forma las tenencias de dinero hacen parte del equilibrio y, por tanto, permite

analizar su impacto sobre el nivel de precios o estudiar otros aspectos, como la tasa óptima de inflación. También es importante mencionar que las características del modelo permiten hacer un análisis microfundamentado de resultados macroeconómicos.

## 4.1. El modelo de dinero en la función de utilidad

El modelo que se va a desarrollar en este capítulo se puede considerar una versión simplificada del MIU y sigue principalmente el propuesto en Walsh (2017). Como en el modelo de referencia, no consideraremos incertidumbre, ni la posibilidad de que los agentes decidan sobre la cantidad de horas que destinan a ocio o a trabajo. Adicionalmente, y para simplificar aún más la derivación, aquí supondremos que la oferta de trabajo de la economía es fija (no hay crecimiento poblacional) y que no hay depreciación del capital. De esta forma, iniciamos con un hogar representativo que quiere optimizar su bienestar, el cual está dado por

$$W = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, m_t) \quad (4.1)$$

donde  $c_t$  corresponde al consumo,  $m_t$  es la **tenencia real de dinero** per cápita,  $0 < \beta < 1$  es una tasa de descuento y  $U$  corresponde a una función que se comporta bien, esto es, estrictamente cóncava y continuamente diferenciable.

En (4.1) vemos que los agentes escogen trayectorias de consumo y tenencias reales de dinero (sujetos a una restricción presupuestal que definiremos abajo) y  $W$  puede verse también como la utilidad total o, en otras palabras, la suma descontada del flujo de utilidades. Aquí tenemos que, si la utilidad marginal del dinero es positiva, entonces la ecuación (4.1) implica que manteniendo constante la cantidad de consumo, la utilidad del agente aumenta por incrementos en la tenencia de dinero. Esto significa que, aunque el dinero no se use para comprar bienes y servicios, este genera utilidad solo por su simple tenencia. En un principio puede sonar extraño, pero supongamos que en la vida real la tenencia de altas sumas de dinero en nuestra cuenta corriente o de ahorros, las cuales son a la vista, nos genera algún tipo de utilidad intrínseca, aunque no estemos realizando compras con estos recursos. Por lo tanto, podríamos argumentar que este hecho genera algún tipo de sensación de comodidad o de utilidad derivada de la validación social. En la práctica esto posiblemente sea cierto para algunas personas, pero no para otras. Sin embargo, no debemos olvidar que el objetivo principal de suponer que el dinero le otorga utilidad directa a los agentes nos sirve como atajo para garantizar que existe una demanda positiva de dinero en la economía.

La cantidad importante de dinero que un individuo tiene no es la cantidad nominal, sino la real, es decir aquella que representa la capacidad de compra,

los bienes y los servicios que se podrían adquirir con esos recursos. Por ello, definimos la tenencia de dinero real per cápita como  $m_t = \frac{M_t}{P_t N}$ , donde  $M_t$  es la cantidad total de dinero en la economía,  $P_t$  es el nivel de precios y  $N$  es la población, la cual en este caso por simplicidad la suponemos igual a la fuerza laboral.

Como mencionamos, los hogares maximizan su utilidad sujetos a una restricción presupuestal y, para llegar a esta, iniciamos con la restricción presupuestal agregada, la cual está dada por

$$Y_t + \tau_t N + K_{t-1} + \frac{M_{t-1}}{P_t} + \frac{(1 + i_{t-1})B_{t-1}}{P_t} = C_t + K_t + \frac{M_t}{P_t} + \frac{B_t}{P_t} \quad (4.2)$$

donde  $Y_t$  corresponde a la función de producción de la economía. En este modelo el producto se genera a partir del capital del periodo anterior  $K_{t-1}$  y la fuerza laboral  $N$ . La función de producción se supone continuamente diferenciable y que satisface las condiciones usuales de Inada<sup>25</sup>. Aquí,  $\tau_t$  corresponde a las transferencias de dinero a los individuos realizadas por el banco central (en este modelo no se considera Gobierno). Por lo tanto,  $\tau_t N$  corresponde a la transferencia de dinero a la economía para generar los aumentos de la base monetaria.  $\frac{M_{t-1}}{P_t}$  es la cantidad de dinero real en la economía y  $B_{t-1}$  corresponde a bonos que los hogares tienen desde el periodo anterior y rinden a una tasa de interés nominal  $i_{t-1}$ . Podemos ver que el lado izquierdo corresponde a los ingresos de los hogares, sus activos y las transferencias que reciben del banco central, mientras que el lado derecho corresponde a los recursos que destinan a consumo, inversión en capital y acumulación de dinero y bonos. También podemos pensar que todos los recursos disponibles del hogar deben ser empleados a lo largo de su tiempo de vida, dado que es una restricción intertemporal.

Dado que nuestro interés es encontrar una restricción presupuestal para un hogar representativo, dividimos ambos lados de (4.2) por la población o fuerza laboral  $N$ , así llegamos a una versión de la ecuación donde las variables en minúscula representan los valores per cápita

$$f(k_{t-1}) + \tau_t + k_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{1 + \pi_t} + \frac{(1 + i_{t-1})b_{t-1}}{1 + \pi_t} = c_t + k_t + m_t + b_t.$$

Notemos que ahora aparece la inflación  $\pi_t$  en nuestra restricción. Esto resulta de suponer que  $P_t = P_{t-1}(1 + \pi_t)$  y hacer los cálculos algebraicos correspondientes. Por ejemplo, para el caso de las tenencias del dinero:

25  $f_k \geq 0, f_{kk} \leq 0, \lim_{k \rightarrow \infty} f_k(k) = 0, \lim_{k \rightarrow 0} f_k(k) = \infty$ . La función de producción es creciente en el capital y su segunda derivada parcial es negativa, por lo cual la función es cóncava. Además, se tiene que el producto marginal del capital se aproxima a cero cuando el capital tiende a infinito, y tiende a infinito cuando el capital se aproxima a cero.

$$\frac{M_{t-1}}{P_t N} \rightarrow \frac{M_{t-1}}{P_{t-1}(1 + \pi_t)N}$$

y lo mismo para el caso del saldo de bonos.

Ahora, el problema del hogar es escoger trayectorias para el  $c_t$ ,  $k_t$ ,  $b_t$  y  $m_t$  para maximizar su utilidad dada por (4.1) sujeta a la restricción presupuestal. Este es un problema de optimización, por lo tanto, vamos a plantear un lagrangiano, el cual queda de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \max_{c_t, m_t, k_t, b_t} \mathcal{L} = & \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s U(c_s, m_s) + \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \lambda_s [f(k_{s-1}) + \tau_s + k_{s-1} \\ & + \frac{m_{s-1} + (1 + i_{s-1})b_{s-1}}{1 + \pi_s} - c_s - k_s - m_s - b_s] \end{aligned}$$

donde  $\lambda$  corresponde al multiplicador de Lagrange.

Luego de tomar las derivadas parciales respecto a las variables objetivo, llegamos a las siguientes condiciones de primer orden

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial c_t} = 0 \rightarrow \beta^t U_{c,t} - \beta^t \lambda_t = 0 \rightarrow \lambda_t = U_{c,t} \quad (4.3)$$

donde  $U_{c,t}$  es la utilidad marginal del consumo,

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial m_t} = 0 \rightarrow \beta^t U_{m,t} - \beta^t \lambda_t + \beta^{t+1} \frac{\lambda_{t+1}}{1 + \pi_{t+1}} = 0 \rightarrow U_{m,t} + \frac{\beta U_{c,t+1}}{1 + \pi_{t+1}} = U_{c,t} \quad (4.4)$$

donde  $U_{m,t}$  es la utilidad marginal del dinero. La ecuación (4.4) se halló reemplazando (4.3) y dividiendo entre  $\beta^t$ .

Ahora continuamos con las derivadas respecto al capital y a los bonos, y con ellas seguimos realizamos un procedimiento similar

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial k'_t} = 0 & \rightarrow -\beta^t \lambda_t + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} f'(k_t) \\ & = 0 \rightarrow \frac{U_{c,t+1}}{\beta U_{c,t+1}} = 1 + f'(k_t) \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial b_t} = 0 \rightarrow -\beta^t \lambda_t + \frac{\beta^{t+1} \lambda_{t+1} (1 + i_t)}{1 + \pi_{t+1}} = 0 \rightarrow \frac{U_{c,t}}{\beta U_{c,t+1}} = \frac{1 + i_t}{1 + \pi_{t+1}} \quad (4.6)$$

Notemos que  $\lambda_t$  es igual a la utilidad marginal del consumo en el periodo  $t$ . De las condiciones de primer orden obtenidas podemos ofrecer una interpretación inicial sobre las variables endógenas: aquí tenemos una situación en que los recursos iniciales que se observan en la restricción presupuestal deben ser divididos entre consumo, capital, bonos y dinero, y cada uso debería arrojar el mismo beneficio marginal en una asignación óptima. Por ejemplo, la ecuación (4.4) muestra que el beneficio marginal de ahorrar en forma de dinero en el periodo  $t$  para consumir esos recursos en el periodo  $t + 1$  debe ser igual, en el

equilibrio, a la utilidad marginal del consumo en el periodo  $t$ . La ecuación (4.6), que corresponde a la ecuación de Euler, nos muestra la decisión intertemporal de los hogares sobre el consumo, en cuanto relaciona la utilidad marginal del consumo presente y futuro, y cómo este costo de oportunidad está asociado a la tasa de interés real, lo cual introduce una relación de este costo de oportunidad con el dinero. Por último, la ecuación (4.6) presenta un vínculo entre el retorno nominal de los bonos, la inflación y el retorno real del capital.

Cabe mencionar que, a las anteriores condiciones deben agregarse las condiciones de transversalidad:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} X_t \beta^t \lambda_t = 0 \qquad X_t = \{m_t, k_t, b_t\}$$

que implican que todos los recursos, activos e inversiones de los agentes deben ser empleados durante el tiempo de vida de estos.

Con las ecuaciones que tenemos hasta este momento podemos verificar si en el modelo se presenta o no **neutralidad del dinero**, esto es, que cambios de la cantidad de dinero nominal no tengan efecto sobre las variables reales del modelo, en este caso  $c$  y  $k$ . Esto lo podemos constatar teniendo en cuenta que en ninguna de las ecuaciones derivadas aparece  $M$ , la cantidad de dinero nominal en la economía. Un lector atento podría notar que  $\frac{M_t}{P_t N}$  aparece en nuestras ecuaciones, y recordemos que lo definimos antes como  $\frac{m_t}{N}$ . Sin embargo, dado que se trata de un modelo con **precios flexibles**, cualquier cambio en la cantidad de dinero nominal  $M_t$  se compensa con cambios en el nivel de precios  $P_t$  y, dado que  $N$  es constante, podemos decir que la cantidad de dinero real per cápita  $m_t$  se mantiene inalterada. Cabe entonces la pregunta: ¿qué sucedería si los precios presentaran rigideces de algún tipo? Consideremos, a manera de ilustración, el caso extremo donde el nivel de precios  $P$  fuera constante. En este caso, los aumentos nominales de la cantidad de dinero  $M_t$  causarían aumentos del dinero real per cápita  $y$ , y por lo tanto, habría efecto sobre las variables reales.

El sistema de ecuaciones que planteamos podría utilizarse para realizar un análisis dinámico en cuanto plantea una solución a un problema de optimización intertemporal; sin embargo, en este capítulo nos enfocaremos en analizar las características del modelo bajo el equilibrio de estado estacionario. Este análisis nos permitirá evaluar cuál es la relación del dinero con las variables reales en una situación de equilibrio de largo plazo, si la hay. Además, nos permitirá evaluar si cambios en la tasa de crecimiento del dinero tiene implicaciones para la senda de crecimiento óptimo de la economía.

## 4.2. Estado estacionario en el modelo MIU

Para evaluar el modelo bajo el equilibrio de **estado estacionario**, mantendremos el supuesto de que la tasa de crecimiento de la población es nula,  $n = 0$ , y además suponemos que la cantidad nominal de dinero presenta una tasa de

crecimiento exógena,  $\theta$ . En estado estacionario el consumo, el *stock* de capital, las tenencias reales de dinero, la inflación y la tasa de interés nominal tienen valores constantes y deben satisfacer las condiciones de primer orden necesarias para el problema de decisión del hogar dadas por las ecuaciones (4.4), (4.5) y (4.6) que derivamos de un proceso de optimización de la función de utilidad sujeto a una restricción presupuestal y que, para conveniencia del lector, reescribimos nuevamente:

$$U_{m,t} + \frac{\beta U_{c,t+1}}{1 + \pi_{t+1}} = U_{c,t} \quad (4.4)$$

$$\frac{U_{c,t}}{\beta U_{c,t+1}} = 1 + f'(k_t) \quad (4.5)$$

$$\frac{U_{c,t}}{\beta U_{c,t+1}} = \frac{1 + i_t}{1 + \pi_{t+1}} \quad (4.6)$$

de esta forma, dado que las variables se encuentran en estado estacionario tenemos que  $U_{c,t} = U_{c,t+1} = U_c$ .

Para encontrar el equilibrio de estado estacionario a partir de las condiciones de primer orden usamos también el supuesto de que la cantidad de dinero nominal ( $M_t$ ) crece a una tasa constante  $\theta$ . Por lo tanto, tenemos que  $M_t = M_{t-1}(1 + \theta)$  y esto, a su vez, implica que para que la cantidad de dinero real no se incremente en el tiempo, es decir para que  $m_t = m_{t-1}$ , tanto el numerador como el denominador en  $M_t / (P_t N)$  deben crecer a la misma tasa. Consecuentemente, si  $M_t$  presenta crecimiento, y bajo el supuesto de que  $N$  es constante,  $P_t$  debe crecer a la tasa  $\theta$ . También es importante recordar que la variación del nivel de precios corresponde a la tasa de inflación, lo cual puede expresarse como  $P_t = P_{t-1}(1 + \pi)$  y, por ende, encontramos que la tasa de inflación debe ser constante en el tiempo:

$$\pi_t = \pi_{t+1} = \theta.$$

Haciendo uso de los supuestos anteriores, tenemos que de la ecuación (4.4), dividiendo ambos lados por  $U_{c,t}$ , suprimiendo los índices de tiempo e igualando  $\pi_t = \theta$  obtenemos

$$\frac{U_m}{U_c} + \frac{\beta}{1 + \theta} = 1 \quad (4.4')$$

Aplicando los mismos supuestos a las ecuaciones (4.5) y (4.6) tenemos que

$$\frac{1}{\beta} = 1 + f'(k) \quad (4.5')$$

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1 + i}{1 + \theta} \quad (4.6')$$

Por último, consideramos la restricción presupuestal per cápita, donde además suponemos que en estado estacionario los bonos son iguales a 0 (en el estado estacionario nadie es deudor ni acreedor permanente). De esta forma, luego de imponer las condiciones de estado estacionario llegaremos a la ecuación (4.7) (más abajo) de acuerdo con el procedimiento que se detalla a continuación.

Restricción presupuestal per cápita

$$f(k_{t-1}) + \tau_t + k_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{1 + \pi_t} + \frac{(1 + i_{t-1})b_{t-1}}{1 + \pi_t} = c_t + k_t + m_t + b_t$$

Aplicando condiciones de estado estacionario

$$f(k) + \tau + k + \frac{m}{1 + \theta} + 0 = c + k + m$$

Sabemos que las transferencias  $\tau_t$  a nivel agregado son iguales al aumento en la cantidad de dinero real de la economía.  $\tau_t N = \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t}$ , entonces podemos reescribirlo como

$$\begin{aligned} \tau_t &= \frac{M_{t-1}(1 + \theta) - M_{t_1}}{P_{t-1}(1 + \pi_t)N} \\ \tau_t &= \frac{\theta M_{t_1}}{P_{t-1}N(1 + \pi_t)} \\ \tau_t &= \frac{\theta m_{t_1}}{1 + \pi_t} \end{aligned}$$

por lo cual llegamos a la expresión de las transferencias en estado estacionario que es función del dinero y la tasa de crecimiento de este:

$$\tau = \frac{\theta m}{1 + \theta}$$

Entonces, volvemos a la ecuación de restricción presupuestal, reemplazamos la expresión encontrada para las transferencias monetarias y reordenamos

$$f(k) + \frac{\theta m}{1 + \theta} + \frac{m}{1 + \theta} - m = c$$

Operando obtenemos la siguiente ecuación para la restricción presupuestal en estado estacionario, donde encontramos que la producción es igual al consumo

$$f(k) = c \tag{4.7}$$

Ahora tenemos un sistema con cuatro ecuaciones de estado estacionario (4.4', 4.5', 4.6' y la restricción presupuestal, 4.7) y cuatro incógnitas  $k, c, i, m$  donde  $k$  y  $c$  representan la parte real del sistema (capital y consumo). Para

resolver el sistema de ecuaciones anterior en términos de los parámetros del modelo para las variables de la parte real, basta con hacer uso de las ecuaciones (4.5') y (4.7), donde no aparece involucrada la tasa de crecimiento del dinero. De esta forma tenemos que

$$\frac{1}{\beta} = 1 + f'(k) \rightarrow \text{de donde podemos encontrar una solución para } k$$

Teniendo ya una solución para  $k$ , reemplazamos en la restricción presupuestal y tendríamos una solución para  $c$  a partir de la ecuación (4.7).

A manera de ejemplo, demos una forma funcional específica a la función de producción  $f(k)$ . Supongamos que esta es de tipo Cobb-Douglas  $f(k) = k^\alpha$  para  $0 < \alpha < 1$  y por lo tanto el producto marginal del capital sería  $f'(k) = \alpha k^{\alpha-1}$ . Entonces, utilizando la ecuación (4.5') tenemos

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \alpha k^{\alpha-1}$$

de donde obtenemos una expresión para el capital en estado estacionario

$$k = \left( \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1 - \beta}{\beta} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

Para encontrar una expresión para el consumo en estado estacionario utilizamos la restricción presupuestal, ecuación (4.7)

$$k^\alpha = c \rightarrow c = \left( \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1 - \beta}{\beta} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}$$

Aquí podemos apreciar que en estas ecuaciones no aparece  $\theta$  ni  $m$ , evidenciando que este modelo tiene una característica adicional, la **superneutralidad**. Es decir, los cambios en la tasa de crecimiento del dinero,  $\theta$ , no tienen efectos en el equilibrio de estado estacionario de las variables de la parte real del modelo,  $k$  y  $c$ .

### 4.2.1. Demanda de dinero

Al inicio del capítulo mencionamos que el modelo garantiza que existe una demanda positiva de dinero, sin embargo, hasta el momento no hemos estudiado este elemento en detalle. A continuación, exploramos qué se deduce del modelo MIU acerca de la demanda de dinero. Para ese propósito recordemos lo siguiente:

La ecuación (4.4) se puede reescribir como

$$\frac{U_{m,t}}{U_{c,t}} = 1 - \frac{\beta U_{c,t+1}}{U_{c,t}} \frac{1}{1 + \pi_{t+1}}$$

Recordemos la ecuación (4.6)

$$\frac{U_{c,t}}{\beta U_{c,t+1}} = \frac{1 + i_t}{1 + \pi_{t+1}}$$

A partir de estas dos ecuaciones obtenemos lo siguiente

$$\frac{U_{m,t}}{U_{c,t}} = 1 - \frac{1 + \pi_{t+1}}{1 + i_t} \frac{1}{1 + \pi_{t+1}}$$

$$\frac{U_{m,t}}{U_{c,t}} = \frac{1 + i_{t-1}}{1 + i_t} = \frac{i_t}{1 + i_t}$$

Entonces la expresión final para la demanda de dinero es

$$\frac{U_{m,t}}{U_{c,t}} = \frac{i_t}{1 + i_t}$$

Para ilustrar lo que implica la anterior ecuación podemos utilizar un ejemplo y para ello asignamos una función específica a la función de utilidad. En este caso usamos una función logarítmica donde  $a$  representa la participación del consumo en la función de utilidad y  $(1 - a)$  el peso de la cantidad de dinero:

$$U(c_t, m_t) = a \text{Log} C_t + (1 - a) \text{Log} m_t$$

Así, obtenemos las utilidades marginales derivando nuestra función de utilidad respecto a  $m_t$  y  $c_t$ :

$$\frac{\partial U}{\partial m_t} = \frac{1 - a}{m_t} \qquad \frac{\partial U}{\partial c_t} = \frac{a}{c_t}$$

$$\frac{\frac{1 - a}{m_t}}{\frac{a}{c_t}} = \frac{i_t}{1 + i_t} \rightarrow \frac{1 - a}{a} \frac{c_t}{m_t} = \frac{i_t}{1 + i_t}$$

Luego, despejamos para obtener la demanda de dinero de un hogar:

$$m_t = \frac{1 - a}{a} \frac{1 + i_t}{i_t} c_t$$

Notemos que la anterior ecuación es similar a la versión keynesiana de la función de demanda de dinero ( $\frac{M^d}{P} = f(i_t, c_t)$ ) donde existe una relación entre el consumo y el ingreso agregado, lo cual es similar a lo visto anteriormente en este modelo cuando encontramos una relación entre la producción y el consumo. Adicionalmente, vemos que hay una relación positiva de la demanda de dinero con el consumo y una relación negativa con la tasa de interés (como es de esperarse): un mayor nivel de consumo requiere mayores tenencias de dinero, mientras que una mayor tasa de interés eleva el costo del dinero, desincentivando su demanda.

Finalmente, para resumir, recordemos que la oferta de dinero la define el banco central y crece en el tiempo a una tasa exógena ( $\theta$ ). Por otro lado, la demanda de dinero la hemos obtenido de forma endógena, esto es, bajo las condiciones de primer orden resultantes del proceso de optimización de los hogares.

### 4.3. Limitaciones del modelo

Tras examinar los resultados del modelo discutido en este capítulo, es importante reconocer sus limitaciones. Según Sidrauski (1967), en el modelo MIU las personas poseen dinero porque este les brinda utilidad; no obstante, esta perspectiva simplemente supone la existencia de una demanda positiva de dinero sin explicar por qué la simple tenencia del dinero (antes de hacer cualquier transacción o compra) podría resultar directamente útil. El enfoque que integra el dinero en la función de utilidad actúa como un atajo hacia un modelo más completo que describa la tecnología de transacción que enfrentan los hogares y que justifique la demanda de un medio de intercambio. Adicionalmente, nuestra versión simplificada implica la neutralidad, incluso en el largo plazo, y la superneutralidad del dinero, situaciones que no parecen tener soporte en la evidencia empírica. En la segunda parte del presente libro, estudiaremos modelos en los que el dinero sí tiene efecto sobre las variables reales en el corto plazo y, de esta forma, la política monetaria puede afectar la producción real.

### Bibliografía

- Cass, D. (1965). "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation", *Review of Economic Studies*, vol. 32, núm. 3, pp. 233–240.
- Clower, R. W. (1967). "A Reconsideration of the Microfoundations of Monetary Theory", *Western Economic Journal*, vol. 6, núm. 1, pp. 1–9.
- Koopmans, T. C. (1965). "On the concept of optimal economic growth", en Study Week on the Econometric Approach to Development Planning, Ámsterdam: North-Holland Publishing Co.
- Ramsey, F. (1928). "A Mathematical Theory of Saving", *Economic Journal*, vol. 38, núm. 152, pp. 543–559.
- Sidrauski, M. (1967). "Rational Choice and Patterns of Growth in a Monetary Economy", *American Economic Review*, vol. 57, núm. 2, pp. 534–544.
- Solow, R. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, pp. 65–94.
- Walsh, C. E. (2017). *Monetary Theory and Policy*, 4.<sup>a</sup> ed., Cambridge: The MIT Press.

## Preguntas y ejercicios

- 1- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto al modelo MIU?
  - A) El modelo MIU supone que el dinero no afecta la utilidad del consumidor.
  - B) El modelo MIU integra el dinero directamente en la función de utilidad del consumidor.
  - C) El modelo MIU se centra exclusivamente en el comportamiento de las firmas.
  - D) El modelo MIU descarta cualquier relación entre el consumo y la oferta monetaria.
- 2- En el contexto del modelo MIU, la neutralidad del dinero implica que:
  - A) Cambios en la oferta monetaria no afectan variables nominales.
  - B) Cambios nominales en la oferta monetaria no afectan variables reales.
  - C) El dinero pierde valor en el tiempo sin importar la inflación.
  - D) La utilidad del dinero es independiente de la tasa de interés.
- 3- ¿Cuál es el propósito de incluir el dinero en la función de utilidad en el modelo MIU?
  - A) Facilitar el análisis del impacto del dinero en el bienestar y la economía real.
  - B) Minimizar la dependencia del modelo respecto a políticas monetarias.
  - C) Aumentar la tasa de crecimiento de la economía.
  - D) Fomentar el ahorro en lugar del consumo.
- 4- ¿Considera que la siguiente frase es correcta?: “El modelo MIU sugiere que el dinero no aporta utilidad directa al consumidor, sino que solo facilita transacciones”. Argumente su respuesta.
- 5- En el modelo MIU desarrollado en clase, suponga que ahora cada hogar puede decidir sobre la cantidad de trabajo ( $l$ ) que ofrece (la oferta ya no es inelástica). En este caso la utilidad será de la forma  $U_t = u(c_t, m_t, l_t)$ . El ocio genera utilidad al hogar y, por lo tanto,  $du/dl \equiv u_l < 0$ . Suponga también que las utilidades marginales  $u_{l,t}$  y  $u_{c,t}$  y son funciones de las variables  $c$ ,  $l$  y  $m$ .

Note que la función de producción per cápita es ahora  $y_t = f(k_{t-1}, l_t)$ . En este caso se supone que las derivadas  $f_l$  y  $f_k$  son funciones de las variables  $k$  y  $l$ .

  - o Obtenga las condiciones de primer orden para el problema de los hogares.
  - o Derive las ecuaciones de estado estacionario.

- o A partir de las ecuaciones de estado estacionario explique por qué en este nuevo modelo, a diferencia del desarrollado en clase, no se cumple la propiedad de la superneutralidad del dinero.

# Parte II

Política monetaria, modelos  
macroeconómicos e  
inconsistencia dinámica

**5.**  
Modelo de información perfecta  
y modelo de Lucas

## Conceptos clave

- Curva de Phillips
- Oferta agregada
- Demanda agregada
- Condición de equilibrio
- Neutralidad del dinero
- Agentes racionales
- Nivel de precios agregado
- Precios relativos
- Crítica de Lucas
- Distribución normal
- Teoría cuantitativa del dinero
- Información perfecta
- Información imperfecta
- Ley de expectativas iteradas
- Caminata aleatoria
- Choque nominal

Para los años en los que Robert E. Lucas Jr. escribe los artículos que introducen el modelo objeto de estudio de este capítulo (y que se denominará de aquí en adelante modelo de Lucas), una de las discusiones macroeconómicas más importantes se centraba en el debate entre la noción de que cambios en variables nominales no afectarían a las variables reales y la existencia de una relación sistemática entre la inflación y el crecimiento real del producto, en lo que hoy se conoce como la **curva de Phillips** (y que corresponde a la curva de oferta agregada de la economía). El representante más ilustre de la corriente que rescata el dinero como un velo que no permite ver las relaciones en términos reales es Milton Friedman, quien en 1959 publica un libro en el que sugiere la implementación de un programa monetario que garantizaría la independencia entre el mundo nominal y el real. En 1961, John G. Gurley realiza una reseña del libro de Friedman, en el que cuestiona varias de sus ideas. Al final de su escrito, Gurley (1961) remata su crítica con una frase que Lucas reconoce en su documento de 1972 como una de las razones para escribir sobre este tema: “money is a veil, but when the veil flutters, real output sputters”<sup>26</sup>.

Paralelamente, Edmund S. Phelps plantea una idea en la introducción de su libro sobre los fundamentos microeconómicos de la teoría del empleo y la inflación de 1970, que Lucas llegaría a explorar posteriormente en sus publicaciones. Dicha idea propone que, si los mercados fueran descentralizados y los agentes que participan en cada mercado tuvieran información limitada sobre lo que ocurre en cada uno de estos, dichos agentes podrían interpretar erróneamente las señales de mercado, lo que los llevaría a responder ante choques para los cuales no reaccionarían si tuvieran información completa (Phelps *et al.*, 1970). Adaptando esta fuente de fricción a las interacciones entre los mundos nominal y real, la relación entre la variación de los precios nominales y del producto real sería consecuencia de una falta de coordinación entre agentes de

26 “El dinero es un velo, pero cuando el velo se mueve, el producto (real) chispea” (traducción propia).

la economía, derivada de la no disposición de toda la información requerida para tomar las mejores decisiones.

Si bien la crítica de Gurley cuenta con evidencia empírica, según Lucas esto no es suficiente para desechar la idea de que choques de índole nominal no afectan a las variables reales. Más bien, tales interacciones entre fenómenos monetarios y reales serían consecuencia de imperfecciones en la economía, y si estas fuesen corregidas o dejaran de existir, la influencia de choques nominales sobre el mundo real también desaparecería. Esto resulta clave en el desarrollo de su programa de investigación: su modelo trabaja con un concepto de equilibrio, donde los mercados se vacían y los agentes se comportan de manera racional, pero también se incluye que la toma de decisiones se hace a partir de estimaciones de lo que pasaría en un mundo con incertidumbre. Así, en el modelo de Lucas vemos que la transmisión de los choques se hace a través de los precios, los cuales incorporan información de manera imperfecta.

La descripción de los detalles de la modelación y de los mecanismos que operan detrás de estas afirmaciones son los objetivos principales de este capítulo. En particular, se analizará el modelo propuesto por Lucas (1973), complementando con algunos resultados e implicaciones de sus hallazgos publicados en Lucas (1972), donde el autor plantea estas mismas ideas, pero en un modelo microfundamentado y que se inspira en la estructura de modelación atribuida a Samuelson. También, se usan las versiones de este modelo incluidas en Blanchard y Fischer (1989) y Romer (1996).

En la primera sección se presenta el caso de competencia perfecta, punto de partida necesario para contextualizar las modificaciones que Lucas implementa en su modelo. En la segunda sección se exponen los supuestos principales detrás de la modelación de Lucas, se soluciona el modelo y se analizan los principales resultados. En la tercera sección se incluye un análisis empírico en el cual se contrastan las ideas de Lucas con datos observados. En la cuarta sección se introduce la ya mencionada **crítica de Lucas** y cómo este modelo ayuda a explicarla. Para cerrar, la última sección incluye tanto algunas reflexiones finales como las principales limitaciones del modelo.

### 5.1. El caso de información perfecta

Considérese el caso en el que todos los agentes de la economía toman sus decisiones de manera racional, en un entorno en el que existe competencia en los mercados y toda la información es pública. Allí se supone la existencia de muchos mercados, en los cuales se comercializan distintos bienes. Sin embargo, es útil considerar el caso de agentes representativos, por simplicidad. En este modelo, el productor es también consumidor, además de que en la producción del bien ofrece su propia mano de obra como insumo. Sea entonces un productor representativo de un bien  $i$ , cuya función de producción es igual a:

$$Q_i = L_i \quad (5.1)$$

En este caso, la cantidad producida de cada bien depende únicamente de un factor de producción (el trabajo) bajo una tecnología lineal. Paralelamente, sus decisiones de consumo y de oferta de trabajo dependen de sus preferencias, las cuales se resumen en la siguiente función de utilidad:

$$U_i = C_i - \frac{1}{\gamma} L_i^\gamma, \quad \gamma > 1 \quad (5.2)$$

donde la utilidad depende positivamente del consumo y negativamente de la cantidad de trabajo ofrecido. Esta función garantiza que la utilidad marginal del consumo es constante y la desutilidad marginal del trabajo es creciente. Dado que en este modelo no hay acumulación de capital, la restricción presupuestaria indica que el consumo individual,  $C_i$ , es igual al ingreso real,  $Y_i$ . A su vez, dicho ingreso real debe ser igual a la cantidad producida del bien  $i$  multiplicada por su precio,  $P_i Q_i$ , y dividida por el nivel general de precios de la economía,  $P$ . Al suponer que toda la información es pública, se infiere que dicho nivel general de precios es observado. Ello facilita en gran medida el problema de maximización de la utilidad del agente representativo.

Reemplazando las definiciones del consumo y de la forma funcional de la función de producción en la ecuación (5.2), se tiene que:

$$U_i = \frac{P_i L_i}{P} - \frac{1}{\gamma} L_i^\gamma \quad (5.3)$$

Así, el agente maximiza su utilidad a través de la elección de la cantidad de trabajo que desea ofrecer en el proceso de producción, con todos los precios dados y *conocidos*. Esto es igual a derivar la función de utilidad con respecto a la cantidad de trabajo, igualar a cero y despejar para  $L_i$ :

$$\frac{dU_i}{dL_i} : \frac{P_i}{P} - L_i^{\gamma-1} = 0 \quad (5.4)$$

o, lo que es igual a

$$L_i = \left( \frac{P_i}{P} \right)^{1/(\gamma-1)}. \quad (5.5)$$

Aplicando logaritmo natural a ambos lados de la ecuación (5.5), esta puede reescribirse como

$$\ell_i = \frac{1}{\gamma-1} (p_i - p) \quad (5.6)$$

donde se usan letras minúsculas para denotar que las variables se encuentran en logaritmo. De la ecuación (5.6) se infiere que la oferta laboral individual depende directamente del precio relativo del bien  $i$ , representado por la diferencia de los logaritmos del bien en cuestión y el nivel general de precios.

En este caso, el comportamiento del productor da lugar a la curva de oferta de la economía mientras que la curva de demanda individual se especifica *ad hoc*, según las siguientes características: primero, supone la existencia de una relación entre los precios y las cantidades demandadas; segundo, introduce la dependencia de las cantidades demandadas al ingreso real agregado de la economía, y tercero, adiciona un término de error estocástico, el cual refleja choques a las preferencias de los consumidores por la demanda de cada bien  $i$ . A partir de los anteriores supuestos, la curva de demanda individual adopta la siguiente forma funcional:

$$q_i = y + z_i - \eta(p_i - p), \quad \eta > 0 \quad (5.7)$$

donde  $q_i$  es la cantidad demandada del bien  $i$ ;  $y$  es el logaritmo del ingreso real agregado;  $z_i$  es el choque de demanda específico a  $i$ , con media cero y varianza constante;  $\eta$  es la elasticidad precio de la demanda y  $(p_i - p)$  es igual al precio relativo de cada bien  $i$ . En este caso, el ingreso agregado se define como el promedio de las cantidades demandadas y el nivel agregado de precios es igual al promedio de los precios de todos los bienes en la economía, mientras que el promedio de todos los  $z_i$  es igual a cero, es decir la suma agregada de todos los choques de demanda es nula en esta economía. En otras palabras,  $y = \bar{q}_i$ ,  $p = \bar{p}_i$  y  $z = \bar{z}_i = 0$ . La intuición detrás de la ecuación (5.7) es también sencilla: la demanda por el bien  $i$  crece con el ingreso real de la economía, con un choque positivo de demanda por  $i$  y cuando su precio es más bajo relativo al nivel general de precios.

Finalmente, la curva de **demanda agregada**, la cual es también *ad hoc* como la definición de la demanda sectorial, está representada por la ecuación (5.8),

$$y = m - p \quad (5.8)$$

En la siguiente sección se ahondará un poco más en la justificación del por qué se incluye esta forma funcional para la demanda. Por el momento, es suficiente con recalcar que este acercamiento se concentra más en desarrollar el lado de la oferta de la economía, por lo que el único papel de la curva de demanda agregada es la de representar una relación inversa entre el producto real y el nivel general de precios, como efectivamente se deduce de la ecuación (5.8). Adicionalmente,  $m$  se interpretará como una variable genérica que afecta directamente al ingreso real de la economía, aunque Lucas le da una connotación más conocida: para él, esta variable puede categorizarse como dinero. Esto se hará explícito más adelante en este capítulo.

Teniendo en cuenta que, tanto en este modelo como en el desarrollo posterior que Lucas propone, la solución parte de hallar una **condición de equilibrio**, el primer paso consiste en igualar las curvas de oferta y demanda individuales —ecuaciones (5.6) y (5.7)—:

$$\frac{1}{\gamma - 1}(p_i - p) = y + z_i - \eta(p_i - p) \quad (5.9)$$

Solucionando la expresión dada en la ecuación (5.9) para  $p_i$ , se tiene que:

$$p_i = \frac{\gamma - 1}{1 + \eta\gamma - \eta} (y - z_i) + p \quad (5.10)$$

Para hallar la solución para el nivel general de precios, aplicamos valor esperado a ambos lados de la ecuación (5.10), así:

$$E(p_i) = \frac{\gamma - 1}{1 + \eta\gamma - \eta} E(y - z_i) + E(p) \quad (5.11)$$

y teniendo en cuenta que se supone que el índice de precios agregado es el promedio de los precios individuales, que el valor esperado del término de error es cero por definición y que la información es pública (por lo que  $E(p) = p$ ), este término se puede reescribir como:

$$p = \frac{\gamma - 1}{1 + \eta\gamma - \eta} y + p \quad (5.12)$$

Nótese que la variable de precios se cancela, por lo que el valor de equilibrio de  $y$ , el logaritmo del producto es 0, implicando que el nivel de producto de equilibrio es 1. Si se reemplaza  $y = 0$  en la ecuación (5.8), se tiene inmediatamente que

$$m = p \quad (5.13)$$

Este último resultado implica que si  $m$  es igual a las tenencias de dinero (como Lucas lo considera), en esta economía existe la **neutralidad del dinero** y, por tanto, cualquier incremento en  $m$  hará que todos los  $p_i$ s se incrementen en la misma magnitud, haciendo que todo el efecto se transmita completamente a los precios, dejando las cantidades inalteradas o, en otras palabras, los **choques nominales** no afectan las variables reales.

## 5.2. Principales supuestos del modelo de Lucas

El modelo de Lucas parte de un concepto de equilibrio, en donde los precios y las cantidades pueden verse como puntos de intersección de funciones de oferta y de demanda agregadas. Además, este se basa en una teoría de tasa natural, con **agentes racionales** que toman sus decisiones de manera óptima, con mercados que se vacían en cada período. El nivel de producto nominal se determina por el lado de la demanda, mientras que su descomposición entre nivel de producción real y nivel de precios<sup>27</sup> dependerá enteramente de los *oferentes* de trabajo y de bienes. En otras palabras, dicha descomposición depende del equilibrio en los mercados de bienes y de trabajo de la economía. A esta configuración se le agrega la existencia de rigideces que dominan el comportamiento de corto plazo, producto de la **información imperfecta** de los oferentes

27 Recuérdese que el nivel de producto nominal es igual a la multiplicación del nivel de producto real por el nivel de precios.

sobre el **nivel de precios agregado**. Esto implica que la economía incluye una dimensión estocástica y que los precios relevantes, si bien no son observados completamente, son inferidos de manera óptima por los agentes.

A partir del carácter estocástico del modelo, Lucas introduce dos tipos de fluctuaciones: el primer tipo parte de suponer que existen muchos mercados descentralizados en donde las asignaciones entre mercados para cada período son aleatorias. Esto permite la introducción de fluctuaciones en los **precios relativos** entre mercados, las cuales suelen definirse como choques sectoriales de demanda. Dado que los agentes no saben con certeza cómo se realizan dichas asignaciones, es posible que la información sobre el comportamiento de dichos precios relativos se observe con error. Estas fluctuaciones de los precios relativos se definen como distorsiones *reales* en el modelo. El segundo tipo proviene de los cambios estocásticos en la cantidad de dinero, los cuales generan variaciones en el nivel general de precios. Lucas define esto como una distorsión *monetaria*.

La demanda agregada se basa en la suposición de que existe un mercado monetario que se vacía y representa la usual relación entre el nivel de precios y de producto que también se observa en, por ejemplo, el modelo IS-LM. Adicionalmente, la curva de demanda agregada tiene una elasticidad unitaria, por lo que el nivel de *producto nominal* puede ser tratado como una variable “exógena” con respecto al mercado de bienes. Así, el desglose entre nivel de producto *real* y nivel de precios recae sobre la determinación de la oferta agregada, la cual se construye bajo el supuesto de que el mercado de trabajo se vacía. Esto, en la práctica, implica un desarrollo más sofisticado del sector de oferta de la economía que se describirá con más detalle a continuación.

### 5.3. La oferta agregada

La oferta agregada en el modelo de Lucas se obtiene a partir del siguiente supuesto: la presencia de productores racionales, cuyas decisiones dependen solamente de variaciones en los precios relativos. Sin embargo, el entorno en el que estos agentes se mueven se enmarca en la imposibilidad de distinguir perfectamente entre movimientos en el nivel general de precios o en los precios relativos. Como ya se ha mencionado, los productores u oferentes se ubican dentro de un gran número de mercados *competitivos* diseminados por toda la economía, mientras que la asignación de la demanda de bienes entre los mercados ocurre con cierto grado de aleatoriedad. La cantidad ofrecida en cada mercado puede verse como la suma de un componente secular, común a todos los mercados, y de un componente cíclico que varía de mercado en mercado<sup>28</sup>.

28 Nótese que esta configuración de la oferta hecha por Lucas no es al azar. Como se explicará más adelante, se intenta incorporar una característica fundamental de los ciclos de negocios modernos: una sistemática relación entre la tasa de variación de los precios nominales y el nivel

Sea  $i$  la variable que organiza (en forma de superíndice) los mercados de esta economía. Además, sea  $y_{nt}$  y  $y_{ct}$  la representación de los logaritmos de los componentes secular y cíclico de la oferta agregada respectivamente. La oferta en el mercado  $i$  viene dada por la expresión:

$$y_t^i = y_{nt} + y_{ct}^i \quad (5.14)$$

El componente secular representa los usuales factores de crecimiento de largo plazo, como la acumulación de capital y el cambio poblacional, y puede ser representado a través de la siguiente línea de tendencia:

$$y_{nt} = \alpha + \phi t \quad (5.15)$$

El componente cíclico, por su parte, depende de los precios relativos estimados y de un componente inercial:

$$y_{ct}^i = \gamma [p_t^i - E(p_t | I_t^i)] + \lambda y_{ct-1}^i \quad (5.16)$$

$p_t^i$  es el precio en  $t$  para el mercado  $i$  y  $E[(p_t | I_t^i)]$  es el valor esperado del nivel general de precios en  $t$ , condicionado a la información disponible para  $i$  y  $t$ ,  $I_t^i$ . Como  $y_{ct}$  constituye una desviación de la tendencia de largo plazo, se debe garantizar que  $|\lambda| < 1$ <sup>29</sup>. El conjunto de información disponible para los productores en cada periodo se compone de tres elementos: primero, la historia del comportamiento de la demanda; segundo, el componente secular de la oferta, y tercero, valores pasados de los componentes cíclicos de la oferta agregada. Dado que  $p_t$  se observa con error, se supone que esta variable sigue una **distribución normal** con media  $\bar{p}_t$  y una varianza constante,  $\sigma_p^2$ .

El precio actual de cada uno de los bienes que se comercian en esta economía se desvía del nivel general de precios por una cantidad que se distribuye de manera independiente de  $p_t$ . Específicamente, sea la desviación porcentual del precio en el mercado  $i$  con respecto al promedio geométrico  $p_t$  igual a  $z^i$ , donde  $z^i$  se distribuye normal, independiente de  $t$ , con media cero y varianza  $\sigma_z^2$ . En otras palabras, el precio observado en  $i$ ,  $p_t^i$ , es la suma de variables normales e independientes:

$$p_t^i = p_t + z^i \quad (5.17)$$

La información  $I_t^i$  relevante para la estimación del nivel general de precios no observado se compone del precio observado  $p_t^i$  y la historia resumida en  $\bar{p}_t$ . Así, los productores calculan la distribución de  $p_t$  condicional a  $p_t^i$  y  $\bar{p}_t$ . Como ambas variables se distribuyen como una normal, utilizando las fórmulas de cálculo de los momentos de una distribución normal multivariada, se tiene que:

de producto real. De ahí que este desglose sea fundamental para los propósitos del modelo, además que el componente cíclico sea aquel que posea mucha más fuente de variación en la economía.

29 Este resultado es consistente con la condición necesaria para que un proceso autorregresivo de orden uno sea estacionario.

$$E[(p_t | I_t^i)] = E[p_t | p_t^i, \bar{p}_t] = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2} p_t^i + \frac{\sigma_z^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2} \bar{p}_t$$

Definiendo  $\theta = \frac{\sigma_z^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2}$ , este término puede escribirse como:

$$E[(p_t | I_t^i)] = (1 - \theta)p_t^i + \theta \bar{p}_t \quad (5.18)$$

Combinando las definiciones y ecuaciones hasta aquí mencionadas, es posible construir la función de oferta para el mercado  $i$  así:

$$y_t^i = y_{nt} + \gamma[p_t^i - E(p_t | I_t^i)] + \lambda y_{c,t-1}^i \quad (5.19)$$

Reemplazando la definición del valor esperado condicionado para el nivel general de precios tenemos que,

$$y_t^i = y_{nt} + \gamma[p_t^i - (1 - \theta)p_t^i - \theta \bar{p}_t] + \lambda y_{c,t-1}^i$$

Organizando términos dentro de la anterior expresión, llegamos a:

$$y_t^i = y_{nt} + \theta \gamma [p_t^i - \bar{p}_t] + \lambda y_{c,t-1}^i \quad (5.20)$$

Promediando sobre todos los mercados<sup>30</sup>, se llega a la función de oferta agregada:

$$y_t = y_{nt} + \theta \gamma (p_t - \bar{p}_t) + \lambda [y_{t-1} - y_{n,t-1}] \quad (5.21)$$

La pendiente de la función de oferta agregada varía con  $\theta$ , la proporción de la varianza total de los precios adjudicada a la variación de los precios relativos. Para entenderlo, consideremos los siguientes casos:

1. Cuando  $\sigma_z^2$  es relativamente pequeña, un incremento en algún precio individual  $p_t^i$  reflejará casi en su totalidad un incremento en el nivel general de precios  $p_t$ , por lo que la curva de oferta sería casi vertical.
2. Cuando  $\sigma_p^2$  es relativamente pequeña, o el nivel general de precios es estable, la pendiente de la curva de oferta se aproxima al valor límite de  $\gamma$ .

Nótese, además, que esta ecuación resulta similar a una curva de Phillips aumentada con expectativas, donde el nivel de producto será mayor mientras mayor sea la diferencia entre la inflación observada y la predicha.

## 5.4. La demanda agregada

Como se ha mencionado en la introducción, el lado de la demanda agregada caracteriza el comportamiento del nivel de precios,  $p_t$ . En este caso, se postula una función de demanda por bienes, completamente *ad hoc*, de la forma:

$$y_t + p_t = x_t \quad (5.22)$$

30 O, lo que es lo mismo, integrando con respecto a la distribución de  $z^i$ .

Nótese que  $x_t$  puede entenderse como el logaritmo del producto nominal, el cual también es sujeto de incertidumbre. Así, es posible partir de las variaciones en el nivel de producto nominal,  $\{\Delta x_t\}$ , y definir las como una secuencia de variables independientes y normalmente distribuidas con media  $\delta$  y varianza  $\sigma_x^2$ . Inclusive, es posible asociar esta ecuación con la síntesis de la **teoría cuantitativa del dinero**, la cual relaciona el dinero, el nivel de precios y el nivel de producto. Entonces, la ecuación (5.22) puede reescribirse como:

$$y_t + p_t = x_t = m_t + v_t$$

siendo  $v_t$  (el logaritmo de) la velocidad del dinero. Esta estrategia de caracterización de la demanda, si bien es una drástica simplificación de las fuerzas que actúan detrás de este factor, resulta común cuando es el lado de la oferta el que goza de una mayor estructura y aglutina las dinámicas principales del modelo, como es el caso en el modelo que nos compete en este capítulo. También, por simplicidad, es usual suponer que la velocidad del dinero es constante y normalizar su valor a 1 (de tal forma que el logaritmo de esta es cero).

Así, la ecuación (5.23) caracteriza la demanda agregada del modelo de Lucas:

$$y_t + p_t = m_t \tag{5.23}$$

## 5.5. Solución del modelo

En esta sección se presenta una solución sencilla del modelo de Lucas, con la cual es posible exponer sus principales resultados e implicaciones. En el Anexo 5.1 se presenta la solución original del modelo, con la cual es posible contextualizar el ejercicio empírico que se presenta en la sección 5.6. Sin perder generalidad, se reescriben las ecuaciones (5.21) y (5.23) así:

$$y = \beta(p_t - E[p_t|I_t]) \tag{5.24}$$

$$y + p_t = m_t \tag{5.25}$$

En este caso,  $\beta = \frac{1}{1-\gamma} \frac{\sigma_z^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2}$ ,  $\bar{p}_t = E[p_t|I_t]$ , mientras que el producto es ahora una suma distribuida de sus componentes cíclicos,  $y = (y_{ct} - \lambda y_{c,t-1})$ , siendo  $\lambda$  la magnitud de la persistencia del valor anterior sobre el comportamiento del valor corriente para esta variable. Estas transformaciones no generan grandes alteraciones, por cuanto el componente secular se supone que es una ecuación determinística de tendencia. De las ecuaciones (5.24) y (5.25) se deriva el primer resultado relevante en el modelo de Lucas, ya presentado en la sección 5.1: suponga que hay información perfecta, lo que implica que los agentes son capaces de conocer con exactitud el nivel general de precios de la economía. En ese caso,  $E[p_t|I_t] = p_t$ . Reemplazando este resultado en la ecuación (5.24), tenemos que nuestra medida de (el logaritmo de) producto es  $y = 0$ . Una vez se halla la solución para el producto inmediatamente se infiere

de la ecuación (5.25) que  $m_t = p_t$ . Este último resultado es muy importante: en el modelo con información perfecta, el dinero es neutral y cualquier choque nominal se transmitirá completamente a los precios, sin que haya alguna variable real que se vea afectada. Si, por el contrario, retornamos al caso de **información imperfecta**, y solucionando para  $p_t$  con las ecuaciones (5.24) y (5.25), se tiene que:

$$\begin{aligned} m_t - p_t &= \beta(p_t - E[p_t|I_t]) \\ p_t &= \frac{\beta}{1 + \beta} E[p_t|I_t] + \frac{1}{1 + \beta} m_t \end{aligned} \quad (5.26)$$

A partir de la ecuación (5.26), es posible hallar una solución para  $E[p_t|I_t]$ , tomando valor esperado condicionado al conjunto de información disponible,

$$E[p_t|I_t] = \frac{\beta}{1 + \beta} E[E[p_t|I_t]|I_t] + \frac{1}{1 + \beta} E[m_t|I_t]$$

Desarrollando términos y utilizando la **ley de expectativas iteradas** (que se define en el apéndice del libro), llegamos a:

$$E[p_t|I_t] + \beta E[p_t|I_t] - \beta E[p_t|I_t] = \frac{(1 + \beta)}{(1 + \beta)} E[m_t|I_t]$$

Solucionando esta ecuación, llegamos a:

$$E[p_t|I_t] = E[m_t|I_t] \quad (5.27)$$

La ecuación (5.27) muestra que, en el modelo de Lucas, las estimaciones del nivel general de precios son equivalentes a las expectativas que forman los agentes respecto al devenir de la política monetaria. Nótese que, de nuevo, aparece el concepto de neutralidad del dinero cuando existe previsión perfecta, y cualquier cambio en la postura monetaria se trasladará completamente al nivel general de precios de la economía. Reemplazando la ecuación (5.27) en la ecuación (5.26):

$$p_t = \frac{\beta}{1 + \beta} E[m_t|I_t] + \frac{1}{1 + \beta} m_t$$

Utilizando la igualdad  $m_t = E[m_t|I_t] - E[m_t|I_t] + m_t$ , es posible reescribir esta expresión como:

$$p_t = E[m_t|I_t] + \frac{1}{1 + \beta} [m_t - E[m_t|I_t]] \quad (5.28)$$

La ecuación (5.28) es la solución para el nivel general de precios, el cual depende enteramente de la política monetaria en dos dimensiones: las expectativas de los agentes respecto a la postura monetaria y la “sorpresa” o la desviación de la postura monetaria observada con respecto a las expectativas formadas previamente. La solución para el producto se obtiene al reemplazar la ecuación (5.28) en la ecuación (5.25):

$$y_t = m_t - (1 + \beta)^{-1}(\beta E[m_t|I_t] + m_t)$$

Simplificando la anterior expresión, se llega a que el producto de esta economía de determina a partir de:

$$y_t = \frac{\beta}{1 + \beta} [m_t - E[m_t|I_t]] \quad (5.29)$$

Las ecuaciones (5.28) y (5.29) caracterizan los efectos de los choques en esta economía. Así, son las discrepancias entre las expectativas de los agentes y las realizaciones de la cantidad de dinero las que afectan el producto real y no simplemente estas últimas. En efecto, cambios no anticipados en la cantidad de dinero afectan al producto real en la misma dirección y con una elasticidad igual a  $\frac{\beta}{1+\beta}$ , donde  $\beta$  se conoce como la elasticidad de Lucas y se determina a partir de las volatilidades del nivel general de precios y de los precios relativos.

Para entender mejor este último resultado, es útil incorporar la variación en el nivel general de precios en el análisis. A partir de la ecuación (5.28) y de la definición  $\Delta p_t = p_t - p_{t-1}$ , se tiene que:

$$\begin{aligned} p_t - p_{t-1} &= \Delta p_t \\ &= \left\{ E[m_t|I_t] + \frac{1}{1 + \beta} [m_t - E[m_t|I_t]] \right\} \\ &\quad - \left\{ E[m_{t-1}|I_{t-1}] + \frac{1}{1 + \beta} [m_{t-1} - E[m_{t-1}|I_{t-1}]] \right\} \end{aligned}$$

Suponiendo que  $m_t$  sigue una *caminata aleatoria* (específicamente,  $m_t$  es igual al valor del periodo anterior más un choque aleatorio de media cero) y luego de algunas simplificaciones, esta expresión puede escribirse como:

$$\Delta p_t = \frac{\beta}{1 + \beta} [m_{t-1} - E[m_{t-1}|I_{t-1}]] + \frac{1}{1 + \beta} [m_t - E[m_t|I_t]] \quad (5.30)$$

Si definimos  $\kappa = \frac{\beta}{1+\beta}$ , las ecuaciones (5.29) y (5.30) pueden reescribirse como:

$$\begin{aligned} y_t &= \kappa [m_t - E[m_t|I_t]] \\ \Delta p_t &= \kappa [m_{t-1} - E[m_{t-1}|I_{t-1}]] + (1 - \kappa) [m_t - E[m_t|I_t]] \end{aligned} \quad (5.31)$$

A partir del sistema de ecuaciones (5.31), donde ambas variables se definen en términos de las sorpresas monetarias en los periodos  $t$  y  $t - 1$ , es posible ver una repartición del choque nominal sobre el producto real y la inflación, siendo el parámetro  $\kappa$  el factor distribuidor en este caso. Al mismo tiempo, se hace explícito el carácter persistente de dicho choque sobre los precios, por lo que este modelo ilustra la posibilidad de presentar simultáneamente periodos de inflación y de niveles de producto real debajo de su nivel de largo plazo, lo que se traduce en incrementos de la inflación que no se compensan con mejoras en la producción real, lo que iría en contravía de la intención de la

autoridad económica a la hora de provocar dicho choque. Nótese que el canal de transmisión del choque, si bien arranca con cambios de oferta, resulta de una percepción rezagada de cambios en demanda y no de cambios en la estructura de costos de la producción.

Adicionalmente, la volatilidad del nivel general de precios es una función de las varianzas de las innovaciones monetarias y de la agregación de los choques específicos a cada mercado. Para derivar este resultado, sea  $e_t$  la innovación en la cantidad nominal de dinero,  $m_t - E[m_t|I_t]$ , la cual se distribuye normalmente con varianza  $\sigma_e^2$ <sup>31</sup>.

Hallando la varianza de la ecuación (5.28),

$$\text{Var}(p_t) = \text{Var}(E[m_t|I_t]) + \text{Var}\left(\frac{1}{1+\beta}e_t\right)$$

y aplicando propiedades de la varianza, se llega a

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{1}{1+\beta}\right)^2 \sigma_e^2 \quad (5.32)$$

La ecuación (5.32) implícitamente determina la varianza de los precios como una función de las varianzas de las innovaciones monetarias y de los choques agregado y específico a cada mercado existente en esta economía. Las volatilidades de los choques son muy importantes en el modelo de Lucas, pues es a través de estas como se infieren las varianzas de las principales variables y, en últimas, la respuesta del producto real a la ocurrencia de choques nominales. En otras palabras: mientras mayor sea la sorpresa causada a los productores, mayor será el impacto (en la misma dirección del choque) sobre el producto real. No obstante, si la volatilidad del choque nominal es demasiado alta, síntoma de que la autoridad monetaria tiende a utilizar sistemáticamente este instrumento para incentivar el crecimiento en el producto real, los efectos reales tenderán a ser cada vez más pequeños y la mayoría de la transmisión del choque será al nivel general de precios<sup>32</sup>.

De la definición de  $\kappa$  y de  $\beta$ , es posible ilustrar lo anterior en términos de los resultados del modelo. Reescribiendo  $\kappa$  así,

31 En el Anexo 5.2 de este capítulo se argumenta cómo las sorpresas monetarias se incorporan en las variaciones en el producto nominal. Si bien puede parecer confuso, en el modelo de Lucas ambos conceptos pueden usarse indistintamente debido a que el dinero entra directamente en la función de demanda agregada, mientras que es la oferta agregada la que define la composición de este producto nominal entre producto real y precios, es decir, permite distinguir cuánto del producto nominal se puede asociar con producción real y cuánto es efecto precios.

32 Se volverá sobre este resultado tanto en la sección 5.6, mostrando evidencia para dichos hallazgos a partir del caso de países con alta inflación y altas volatilidades en sus variables nominales, como en el Anexo 5.2, en donde se incluye este mismo análisis, pero haciendo uso de la solución planteada originalmente por Lucas en 1973.

$$\kappa = \frac{\sigma_z^2 \gamma}{(1 - \kappa)^2 \sigma_e^2 + \sigma_z^2 (1 + \gamma)} \quad (5.33)$$

de la ecuación (5.33) podemos ver el anterior resultado, pero en términos de los parámetros del modelo. Con  $\sigma_z^2$  y  $\gamma$  fijos,  $\kappa$  es igual a  $\frac{\gamma}{1+\gamma}$  cuando  $\sigma_e^2 = 0$ , por lo que el efecto del choque sobre el producto real dependerá de  $\gamma$  principalmente. Sin embargo,  $\kappa$  tenderá monótonicamente a cero a medida que la varianza del choque monetario tienda a infinito.

## 5.6. Evidencia empírica del modelo de Lucas

En esta sección se presenta un ejemplo pedagógico de cómo se podrían evaluar los postulados del modelo de Lucas con información observada de varios países a nivel macroeconómico. Esto porque una parte relevante de sus resultados se derivan de analizar la expresión escrita en la ecuación (5.33). Por ende, contrastar las ideas de Lucas (1973) debe partir de una estimación de  $\kappa$ . Con una variación de las ecuaciones propuestas en (5.31), las cuales dependen directamente del parámetro objetivo, se propone el uso de la técnica de mínimos cuadrados ordinarios para, a partir de una muestra de estimación anual para seis países (Argentina, Colombia, Francia, México, Reino Unido y Estados Unidos)<sup>33</sup> que inicia en 1960 y termina en 1989<sup>34</sup>, estimar las ecuaciones que determinan la inflación y el producto real.

El Cuadro 5.1 resume las estadísticas descriptivas para los seis países elegidos. En particular, se presenta la media del crecimiento anual del producto interno bruto (PIB) real y de la variación anual del nivel de precios. Adicionalmente, se presentan las varianzas de la inflación, del PIB nominal y de la medida de producto  $y$ , la cual mide la diferencia entre los niveles de PIB real observado y tendencial. De este cuadro se derivan dos elementos básicos para el análisis que se propone más adelante: primero, se incluyen países con una alta inflación durante el periodo junto con países que tuvieron una menor incidencia de la inflación. Esto puede verse a partir de los resultados de la columna (1), donde la inflación fluctúa entre un valor promedio del 262% (Argentina) y uno del 4,7% (Estados Unidos); segundo, países con una alta inflación presentan una mayor volatilidad en el ingreso nominal, comparado con los países de más baja inflación (representada por la variación en el PIB nominal, columna (5) del Cuadro 5.1). Por ejemplo, la volatilidad del producto nominal de Argentina es 103 veces superior a la de Estados Unidos.

33 Se escogen seis países (tres desarrollados y tres en vías de desarrollo) dado que solo se busca exponer un ejemplo pedagógico sobre cómo Lucas presenta evidencia empírica en su documento original.

34 Al igual que con la elección de los países, el rango temporal es elegido únicamente con fines pedagógicos, aunque con la intención de incluir los años para los cuales Lucas implementa el análisis empírico en su documento de 1973.

**Cuadro 5.1**  
**Estadísticas descriptivas, 1960-1989**

País	Media $\Delta y_t$ (1)	Media $\Delta p_t$ (2)	Varianza $y$ (3)	Varianza $\Delta p_t$ (4)	Varianza $\Delta x_t$ (5)
Argentina	2,03	262,12	0,67	340.566,70	5,19
Colombia	4,58	19,08	0,19	53,26	0,74
Francia	3,90	6,92	0,44	11,54	1,01
México	4,93	29,68	0,90	1.231,20	2,86
Reino Unido	2,87	8,18	0,14	31,08	0,94
Estados Unidos	3,53	4,67	0,12	6,58	0,05

**Nota:** el crecimiento del PIB y el deflactor del PIB se expresan en puntos porcentuales, mientras que la brecha del producto se encuentra definida como desviaciones porcentuales con respecto al producto tendencial. Las dos primeras columnas incluyen la media del crecimiento del PIB real y del deflactor del PIB, mientras que las tres restantes describen la volatilidad de la brecha del producto real, de la variación anual del nivel general de precios y del crecimiento del PIB nominal, respectivamente.

Fuente: Banco Mundial (1960-1989).

Para ilustrar cómo se podría contrastar las ideas de Lucas a partir de este ejercicio econométrico, en el Cuadro 5.2 se presenta un resumen de las estimaciones de  $\kappa$  para los seis países escogidos, mientras que en el Cuadro 5.3 se detallan los resultados del sistema de ecuaciones descrito en (5.31) para los países de la muestra con mayor y menor volatilidad de las variables nominales (Argentina y Estados Unidos, respectivamente). Antes de presentar los resultados es necesario aclarar que el objetivo no es estimar ecuaciones que incluyan todos los determinantes para cada una de las variables explicadas, sino realizar estimaciones empíricas a partir del modelo sintético propuesto por Lucas. Sin embargo, es necesario añadir algunas variables adicionales a cada ecuación, con el objetivo de obtener estimaciones robustas de  $\kappa$ <sup>35</sup>. También es importante recordar que, para Lucas, los choques monetarios se transmiten a través de la variación del producto nominal<sup>36</sup>, por lo que la estimación de cada una de las ecuaciones usa  $\Delta x_t$  como *proxy* de  $m_t - E[m_t|I_t]$ <sup>37</sup>.

Del Cuadro 5.2 se puede inferir que, en términos del comportamiento de los precios, Estados Unidos representa el caso de un país con cierta estabilidad, mientras que Argentina es el de un país altamente volátil. Por ende, el foco de análisis se centrará en el efecto parcial de la variación en el ingreso nominal ( $\Delta x_t$ ) sobre cada una de las dos variables explicadas del sistema. Así, políticas

35 En el Anexo 5.1 se presenta toda la argumentación teórica que soporta la inclusión de las variables adicionales tanto para la ecuación de inflación como la de producto.

36 Ver ecuaciones (5.22) y (5.23).

37 Ver nota al pie número 31.

que busquen incrementar el ingreso nominal en un país como Estados Unidos (Cuadro 5.3, columna 2) causarían un efecto relativamente grande en el producto real (coeficiente de 0,524) y un efecto positivo, aunque pequeño, en la inflación (coeficiente de 0,207). En contraste, si se implementaran las mismas políticas en Argentina (Cuadro 5.3, columna 1), todo el choque se transmitiría a la inflación de manera contemporánea (coeficiente de 0,911) con un efecto despreciable sobre el producto real (coeficiente de 0,094). Nótese que estos resultados son inconsistentes con la existencia de una curva de Phillips modificada, por lo que la inflación estimularía el producto real si y solo si la política expansiva es capaz de engañar a los agentes, haciéndolos pensar que los precios relativos se están moviendo en su beneficio. Es claro también, como lo ilustra la varianza del choque monetario en la ecuación (5.33), que esto solamente funciona si este mecanismo no se usa de manera sistemática o, en otras palabras, si la autoridad económica no busca engañar en todos los períodos a los productores y oferentes de trabajo de la economía.

### Cuadro 5.2

#### Resumen estimaciones de $\kappa$ para una muestra de países

País	$\kappa$ (1)	$R^2_y$ (2)	$R^2_{\Delta p}$ (3)
Argentina	0,094	0,701	0,956
	(0,040)		
Colombia	0,150	0,910	0,972
	(0,040)		
Francia	0,031	0,923	0,976
	(0,040)		
México	0,161	0,930	0,980
	(0,030)		
Reino Unido	0,060	0,673	0,946
	(0,047)		
Estados Unidos	0,524	0,735	0,793
	(0,156)		

**Nota:** las estimaciones para todos los países se implementan con mínimos cuadrados ordinarios, siendo la columna 1 el valor estimado para el parámetro  $\kappa$ . Los valores entre paréntesis corresponden a los errores estándar asociados a la estimación de cada coeficiente. La columna 2 muestra el estadístico  $R^2$  para la ecuación del producto, mientras que la columna 3 muestra el mismo estadístico, pero para la ecuación de la inflación.

Fuente: cálculos de los autores.

**Cuadro 5.3**

**Resultados de la estimación de las ecuaciones para producto e inflación**

Argentina (1)	Estados Unidos (2)
$\widehat{y}_t = -\frac{0,006}{(0,009)} + \frac{0,094}{(0,040)} \Delta x_t$ $+ \frac{0,839}{(0,122)} y_{t-1}$	$\widehat{y}_t = -\frac{0,040}{(0,013)} + \frac{0,524}{(0,156)} \Delta x_t$ $+ \frac{0,684}{(0,097)} y_{t-1}$
$\Delta \widehat{p}_t = -\frac{0,015}{(0,010)} + \frac{0,911}{(0,045)} \Delta x_t$ $- \frac{0,047}{(0,051)} \Delta x_{t-1}$ $+ \frac{0,214}{(0,210)} \Delta y_{t-1}$	$\Delta \widehat{p}_t = -\frac{0,040}{(0,011)} + \frac{0,207}{(0,114)} \Delta x_t$ $+ \frac{0,879}{(0,115)} \Delta x_{t-1}$ $- \frac{0,652}{(0,110)} \Delta y_{t-1}$

**Nota:** todas las estimaciones se implementan con el método de mínimos cuadrados ordinarios. Se utiliza la base de datos en frecuencia anual, descrita en el Cuadro 5.1. Los datos entre paréntesis corresponden a los errores estándar para cada uno de los coeficientes estimados.

Fuente: cálculos de los autores.

### 5.7. La crítica de Lucas

El modelo de Lucas es útil para proponer que la efectividad de la política monetaria podría ser exitosa cuando se presenta de manera no esperada. Pero, también presenta un ejemplo de lo que Lucas formularía en su documento de 1976 y que hoy se conoce comúnmente como “**la crítica de Lucas**” (Lucas, 1976). En síntesis, los parámetros estructurales de un modelo pueden cambiar cuando la política cambia. Por dicha razón, los modelos econométricos sensibles a esta falencia no pueden ser usados para estudiar regímenes alternativos de política económica. Por ejemplo, si un modelo econométrico necesita tanto información disponible hasta el momento de la estimación como *expectativas*, un cambio de política afecta la manera en la que dichas expectativas se forman y, con ello, la estimación de los parámetros del modelo.

Incluso si este problema de estimación se eliminara, por ejemplo, mediante la observación directa de las **expectativas** que alimentan el modelo, todavía persistiría otro inconveniente relacionado: es posible que los coeficientes en sí mismos sean función de la política. Por ejemplo, la ecuación (5.31) muestra que el producto depende de  $m_t - E[m_t|I_t]$ , la magnitud del choque monetario, pero también del parámetro  $\kappa$ . Aun si se pudiera observar  $E[m_t|I_t]$ ,  $\kappa$  depende directamente de la volatilidad de la política monetaria,  $\sigma_e^2$  (recuérdese que  $\kappa = \frac{\sigma_z^2 \gamma}{(1-\kappa)^2 \sigma_e^2 + \sigma_z^2 (1+\gamma)}$ ), por lo que observar las expectativas de los agentes sobre la acción de la autoridad monetaria resulta insuficiente para resolver el

problema. Los posteriores acercamientos econométricos a distintos problemas económicos han tenido la precaución de tomar diferentes medidas para escapar de esta crítica, siendo más común la de incluir adecuadamente las expectativas observables en las estimaciones. Sin embargo, resolver la segunda parte de la que se compone la crítica es mucho más desafiante.

## 5.8. Implicaciones y extensiones del modelo de Lucas

El modelo de Lucas es un acercamiento a la inclusión de choques nominales y reales en modelos de equilibrio con mercados descentralizados e información imperfecta. En particular, muestra cómo es posible que perturbaciones de orden nominal afecten el nivel de producto real en el corto plazo y cómo al eliminar las imperfecciones se puede volver a garantizar la neutralidad del dinero. Pese a la importante cantidad de lecciones que se desprenden de este modelo, las cuales se han ido introduciendo a lo largo de las secciones anteriores, el modelo tiene varias limitaciones. La primera es la falta de una completa microfundamentación, implicando que la ecuación de oferta de Lucas proviene de un acercamiento semiestructural. Pese a esto, Lucas (1972) desarrolla un modelo en el cual todas las ecuaciones se derivan de procesos explícitos de optimización de agentes descentralizados, aunque su contraste empírico e interpretación resulta mucho más difícil de lo que se quiere explicar en este capítulo. La segunda limitación es la falta de dinámica, implicando que los choques monetarios no anticipados afectan el nivel de producto solamente por un periodo. Esto ha llevado a que los modelos posteriores intenten indagar con mayor profundidad las razones por las cuales los choques monetarios llegan a tener efectos persistentes en el producto real.

El problema de coordinación, que surge por causa de la observación imperfecta de la información relevante para tomar decisiones, incita a la pregunta de si el modelo de Lucas debe tomarse literalmente o solo como un problema abstracto que enfrentarían economías grandes y descentralizadas. El supuesto de que la información imperfecta es consecuencia de la falta de conocimiento de los agentes sobre otros precios o sobre la cantidad de dinero en una economía, cuando dicha información puede estar disponible a un costo relativamente bajo, es, por lo menos, discutible. Peor aún, este supuesto resulta determinante para uno de los resultados claves: cuando mayor sea la varianza de la demanda ( $\sigma_e^2$  o  $\sigma_x^2$ , como aparece en el documento original), se encontrará en los datos menor evidencia para justificar la existencia de una curva de Phillips.

Luego de la aparición y diseminación de las críticas al modelo de Lucas, las extensiones se han desarrollado en dos frentes completamente opuestos: el primero usa modelos de ciclos reales de negocios, los cuales no atribuyen un papel determinante a la demanda agregada en el comportamiento del producto

al rescatar la teoría cuantitativa del dinero, donde es la actividad real la que determina la cantidad de dinero; el segundo explota los problemas de coordinación y, con el uso de premisas keynesianas, explora más rigurosamente la idea de que imperfecciones de mercado pueden conllevar efectos fuertes de la demanda agregada sobre el producto.

## Bibliografía

- Banco Mundial (1960-1989). "World development indicators" [dataset]. Washington, D.C.: The World Bank.
- Blanchard, O.; Fischer, S. (1989). *Lectures on Macroeconomics*, Londres: The MIT Press.
- Gurley, J. (1961). "A Program for Monetary Stability by Milton Friedman", *The Review of Economics and Statistics*, núm. 43, vol. 3, pp. 307-308.
- Lucas, R. E. (1972). "Expectations and the Neutrality of Money", *Journal of Economic Theory*, núm. 4, vol. 2, pp. 103-124.
- Lucas, R. E. (1973). "International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs", *The American Economic Review*, núm. 63, vol. 3, pp. 326-334.
- Lucas, R. E. (1976). "Econometric Policy Evaluation: a Critique", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, núm. 1, pp. 19-46.
- Phelps, E. S.; Alchian, A. A.; Holt, C. C.; Mortensen, D. T., G.C., A., Lucas Jr, R. E., . . . Wilkinson, M. (1970). *Microeconomic Foundations of Employment and Inflation Theory*, Nueva York: W. W. Norton.
- Romer, D. (1996). *Advanced Macroeconomics*, Nueva York: McGraw-Hill

## Anexos

### Anexo 5.1

El objetivo de este anexo es mostrar la solución completa del modelo de Lucas (1972), con la intención de ilustrar con mayor detalle algunos de los resultados principales de este capítulo, así como proveer un ejemplo de cómo se utiliza el método de *coeficientes indeterminados* para solucionar este tipo de modelos. Se ha armonizado la notación entre este anexo y los principales postulados del capítulo, con la intención de que el lector interesado pueda navegar entre los dos tipos de resultados sin mayores inconvenientes.

Una vez propuestas las ecuaciones de oferta y demanda agregadas, representadas por las ecuaciones (5.21) y (5.22), se puede afirmar que la información relevante de esta economía consta de tres componentes:

- 1-  $y_{nt}$ , el cual fija el tiempo calendario.
- 2- La senda de demanda  $x_t, x_{t-1}, \dots$
- 3- Los niveles de producto real pasados,  $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots$

Dado que el modelo es lineal y en logaritmos, es razonable conjeturar una solución para los precios de la siguiente forma:

$$p_t = \kappa_0 + \kappa_1 x_t + \kappa_2 x_{t-1} + \kappa_3 x_{t-2} + \dots + \eta_1 y_{t-1} + \eta_2 y_{t-2} + \dots + \zeta_0 y_{nt} \quad (\text{A5.1.1})$$

Igualmente,  $E_t(p_t|I_t)$  será la expectativa de  $p_t$  a partir de toda la información disponible hasta la actualidad, excepto  $x_t$  (la demanda actual). En otros términos,

$$E_t(p_t|I_t) = \bar{p}_t = \bar{p}_0 + \kappa_1 E_t(x_t) + \kappa_2 E_t(x_{t-1}) + \dots + \eta_1 y_{t-1} + \eta_2 y_{t-2} + \dots + \zeta_0 y_{nt} \quad (\text{A5.1.2})$$

Como no se conoce  $x_t$ , debe hacerse una estimación. Así, es necesario reescribir el término  $E_t(x_t)$  de la siguiente manera:

sumando y restando  $x_{t-1}$ ,

$$E_t(x_t) = E_t(x_t + x_{t-1} - x_{t-1})$$

$$E_t(x_t) = E_t(x_t - x_{t-1}) + E_t(x_{t-1})$$

$$E_t(x_t) = E_t(\Delta x_t) + x_{t-1}$$

Entonces

$$E_t(x_t) = \delta + x_{t-1} \quad (\text{A5.1.3})$$

siendo  $\delta$  igual a la media de las variaciones en el nivel de producto nominal,  $\{\Delta x_t\}$ , las cuales se definen como una secuencia de variables independientes y normalmente distribuidas con media  $\delta$  y varianza  $\sigma_x^2$ .

Reemplazando (A5.1.3) en (A5.1.2), tenemos que:

$$\bar{p}_t = \bar{p}_0 + \kappa_1(\delta + x_{t-1}) + \kappa_2 x_{t-1} + \kappa_3 x_{t-2} + \dots + \eta_1 y_{t-1} + \eta_2 y_{t-2} + \dots + \zeta_0 y_{nt}$$

Para resolver esta ecuación para los grupos de coeficientes  $\kappa_i, \eta_j$  y  $\zeta_0$  se utiliza el método de coeficientes indeterminados, el cual se compone de los siguientes procedimientos (partiendo de la proposición escrita en la ecuación (A5.1.1) sobre la forma funcional de la solución):

- 1- Se igualan oferta y demanda agregadas,

$$y_{nt} + \theta\gamma p_t - \theta\gamma \bar{p}_t + \lambda[y_{t-1} - y_{n,t-1}] = x_t - p_t \quad (\text{A5.1.4})$$

- 2- Se reemplazan las ecuaciones (A.5.1.1) y (A.5.1.2) en la ecuación (A.5.14):

$$\begin{aligned} y_{nt} + (\theta\gamma + 1)(\kappa_0 + \kappa_1 x_t + \kappa_2 x_{t-1} + \kappa_3 x_{t-2} + \dots + \eta_1 y_{t-1} + \eta_2 y_{t-2} + \dots \\ + \zeta_0 y_{nt}) \\ - \theta\gamma(\bar{p}_0 + \kappa_1(\delta + x_{t-1}) + \kappa_2 x_{t-1} + \kappa_3 x_{t-2} + \dots + \eta_1 y_{t-1} \\ + \eta_2 y_{t-2} + \dots + \zeta_0 y_{nt}) + \lambda[y_{t-1} - y_{n,t-1}] = x_t \end{aligned} \quad (\text{A5.1.5})$$

- 3- A partir de la ecuación (A.5.1.5), es posible derivar una identidad en  $\{x_t\}, \{y_t\}$  y  $y_{nt}$  con la cual se pueden hallar las soluciones para todos los coeficientes relevantes. Así, se tiene que:

$$\begin{aligned} \kappa_0 + \kappa_1 x_t + \kappa_2 x_{t-1} + \dots + \eta_1 y_{t-1} + \eta_2 y_{t-2} + \dots + \zeta_0 y_{nt} \\ = -y_{nt} - \theta\gamma\kappa_0 - \theta\gamma\kappa_1 x_t - \lambda[y_{t-1} - y_{n,t-1}] + x_t \\ + \theta\gamma\bar{p}_0 + \theta\gamma\kappa_1(x_{t-1} + \delta) \end{aligned} \quad (\text{A5.1.6})$$

- 4- Para solucionar este problema, se extraen los términos que tengan en común la misma variable,  $x_t, x_{t-1}$ , etc., y se despeja para cada uno de los coeficientes asociados. Siguiendo este procedimiento, se tiene que:

- a. Para  $x_t$ :

$$\begin{aligned} \kappa_1 x_t &= -\theta\gamma\kappa_1 x_t + x_t \\ \kappa_1 &= \frac{1}{1 + \theta\gamma} \end{aligned}$$

- b. Para  $x_{t-1}$ :

$$\begin{aligned} \kappa_2 x_{t-1} &= \theta\gamma\kappa_1 x_{t-1} \\ \kappa_2 &= \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma} \end{aligned}$$

- c. Para  $y_{t-1}$ :

$$\begin{aligned} \eta_1 y_{t-1} &= -\lambda y_{t-1} \\ \eta_1 &= -\lambda \end{aligned}$$

- d. Para  $y_{nt}$  partimos de la definición:  $y_{nt} = \alpha + \phi t$ . Entonces,  $y_{n,t-1} = \alpha + \phi(t-1)$ . Trabajando sobre este último término,  $y_{n,t-1} = y_{nt} - \phi$ . Con esto en mente, los términos para hallar la solución son:

$$\begin{aligned}\zeta_0 y_{nt} &= -y_{nt} + \lambda y_{nt} \\ \zeta_0 &= -(1 - \lambda)\end{aligned}$$

- e. Todos los demás términos de esta ecuación se asocian con la constante:

$$\kappa_0 = -\lambda\phi + \theta\gamma\bar{p}_0 + \theta\gamma\delta\kappa_1$$

Sin perder generalidad, es posible suponer  $\bar{p}_0 = 0$ , por lo que la solución es entonces:

$$\kappa_0 = -\lambda\phi + \frac{\theta\gamma\delta}{1 + \theta\gamma}$$

Usando todos los resultados hasta ahora presentados, la ecuación para  $p_t$  es igual a:

$$p_t = \frac{\theta\gamma\delta}{1 + \theta\gamma} - \lambda\phi + \frac{1}{1 + \theta\gamma}x_t + \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma}x_{t-1} - \lambda y_{t-1} - (1 - \lambda)y_{nt} \quad (\text{A5.1.7})$$

Reemplazando la ecuación (A.5.1.7) en la demanda agregada (ecuación (5.23) en el texto principal), se tiene que:

$$y_t = x_t - \left[ \frac{\theta\gamma\delta}{1 + \theta\gamma} - \lambda\phi + \frac{1}{1 + \theta\gamma}x_t + \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma}x_{t-1} - \lambda y_{t-1} - (1 - \lambda)y_{nt} \right]$$

que, luego de algunos pasos algebraicos simples, resulta en:

$$y_t = -\frac{\theta\gamma\lambda}{1 + \theta\lambda} + \lambda\phi + \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma}\Delta x_t + \lambda y_{t-1} + (1 - \lambda)y_{nt} \quad (\text{A5.1.8})$$

A partir de estos resultados, Lucas deriva expresiones para la inflación y para la brecha del producto real,  $(\Delta p_t, y_{ct})$ , respectivamente. En el caso de la brecha del producto, se parte de la definición del nivel de producto,  $y_t = y_{nt} + y_{ct}$ , y, reemplazando la ecuación (A5.1.8), operando algebraicamente el resultado y definiendo  $\kappa = \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma}$ , se llega a que

$$y_{ct} = -\kappa\delta + \kappa\Delta x_t + \lambda y_{c,t-1} \quad (\text{A5.1.9})$$

Para el caso de la inflación,  $\Delta p_t = p_t - p_{t-1}$ , se tiene que:

$$\begin{aligned}\Delta p_t &= \left[ \frac{\theta\gamma\delta}{1 + \theta\gamma} - \lambda\phi + \frac{1}{1 + \theta\gamma}x_t + \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma}x_{t-1} - \lambda y_{t-1} - (1 - \lambda)y_{nt} \right] \\ &\quad - \left[ \frac{\theta\gamma\delta}{1 + \theta\gamma} - \lambda\phi + \frac{1}{1 + \theta\gamma}x_{t-1} + \frac{\theta\gamma}{1 + \theta\gamma}x_{t-2} - \lambda y_{t-2} \right. \\ &\quad \left. - (1 - \lambda)y_{nt-1} \right]\end{aligned}$$

Simplificando sucesivamente este término, se tiene que la variación de precios se expresa según la ecuación (A5.1.10):

$$\Delta p_t = -\phi + (1 - \kappa)\Delta x_t + \kappa\Delta x_{t-1} - \lambda\Delta y_{c,t-1} \quad (\text{A5.1.10})$$

De las ecuaciones (A.5.1.7) a (A.5.1.10) se desprende el mismo análisis expresado más atrás en este capítulo: un cambio en la tasa de expansión nominal,  $\Delta x_t$ , tiene un efecto inmediato en el producto real ( $\kappa$ ) y efectos rezagados que decaen geométricamente ( $\lambda$ , y como es un proceso  $AR(1)$ , necesariamente  $|\lambda| < 1$ ). El efecto inmediato en precios es 1 menos el efecto en la variación del producto nominal ( $1 - \kappa$ ), con un efecto persistente en el próximo periodo ( $\kappa$ ). Además, variaciones en la tasa promedio de crecimiento del producto nominal no tendrán efectos sobre el producto real promedio. Nótese que el parámetro  $\kappa$  aparece en la ecuación tanto en la tasa promedio de la expansión de demanda,  $\delta$ , y acompañando a la variable  $\Delta x_t$  pero con signos contrarios. También, el valor de  $\kappa$  determina la magnitud del impacto de cambios no anticipados de demanda sobre el producto. Dado que este efecto depende de qué tanto se pueda tomar por sorpresa a los productores, se espera que  $\kappa$  sea más grande a medida que la varianza de los cambios de demanda sea pequeña.

## Anexo 5.2

De la definición de  $\kappa$  y de  $\theta$ , tenemos que  $\theta = \frac{\sigma_z^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2}$ :

$$\kappa = \frac{\left(\frac{\sigma_z^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2}\right)\gamma}{1 + \left(\frac{\sigma_z^2}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2}\right)\gamma} = \frac{\sigma_z^2\gamma}{\sigma_p^2 + \sigma_z^2(1 + \gamma)}$$

Trayendo la definición para  $\sigma_p^2$ , la varianza del nivel general de precios ( $\sigma_p^2 = \frac{1}{(1+\beta)^2}\sigma_x^2$ ), este término se transforma en:

$$\kappa = \frac{\sigma_z^2\gamma}{(1 - \kappa)^2\sigma_x^2 + \sigma_z^2(1 + \gamma)}$$

Para un  $\sigma_z^2$  y  $\gamma$  fijos,  $\kappa$  toma el valor  $\frac{\gamma}{1+\gamma}$  cuando  $\sigma_x^2 = 0$  y tiende monotónicamente a 0 a medida que  $\sigma_x^2$  tiende a infinito. Recuérdese que  $m_t - E[m_t|I_t]$  es, para Lucas, equivalente a  $\Delta x_t$ , por lo que se puede utilizar indistintamente  $\sigma_e^2$  y  $\sigma_x^2$  para referirse a la misma variable, tanto en el modelo descrito en el texto principal como en este y el anexo anterior.

## Preguntas y ejercicios

- 5.1- Considere el problema de un individuo bajo el modelo básico de Lucas, cuando  $P_i/P$  no es conocido. El individuo escoge  $L_i$  para maximizar su utilidad esperada dada por la ecuación (5.2).
- 5.1.1- Encuentre la condición de primer orden para  $Y_i$  y reorganícela para obtener una expresión en la que  $Y_i$  esté en términos de  $E[P_i/P]$ . Aplique la función logaritmo a esta ecuación y escriba el resultado.
- 5.1.2- ¿Cómo se compara esta nueva condición para la oferta de trabajo con la condición de optimalidad dada por la ecuación (5.6)?

Pista: ¿cómo se compara  $E[\ln(P_i/P)]$  con  $\ln(E[P_i/P])$ ?

- 5.1.3- Suponga que  $\ln(P_i/P) = E[\ln(P_i/P) + u_i]$ , donde  $u_i$  es una variable aleatoria normal con media cero y varianza constante e independiente de  $P_i$ . Demuestre que esto implica que  $\ln\{E[(P_i/P)|P_i]\} = E[\ln(P_i/P)|P_i] + C$ , donde  $C$  es una constante cuyo valor es independiente de  $P_i$ .

Pista: note que  $P_i/P = \exp\{E[\ln(P_i/P)|P_i]\} \exp(u)$ . Entonces, demuestre que esto implica que el  $\ell_i$  óptimo difiere de la condición dada en la ecuación (5.6) solo por una constante.

- 5.2- Considere una economía caracterizada como en el modelo de Lucas que hemos estudiado en este capítulo, para la cual se observa la siguiente información:  $\sigma_z^2 = 0,5$ ,  $\sigma_p^2 = 1$  y  $\gamma = 0,5$ .
- 5.2.1- Halle el valor de  $\beta$  para esta economía e interprete su significado.
- 5.2.2- Suponga que, para algún sector productivo  $i$ , se presenta un choque que incrementa la volatilidad en la determinación de sus precios, a causa de la incertidumbre generada. En términos del modelo de Lucas, ¿qué sucede con el nivel de precios y con el producto de esta economía? Suponga que todo lo demás se mantiene constante, excepto  $\sigma_z^2$ .

Pista: analice las condiciones de equilibrio del modelo con los valores de  $\beta$  disponibles.

- 5.2.3- Si ahora se genera un incremento en la volatilidad del nivel general de precios, debido a un choque nominal generalizado, ¿qué sucede, en términos de modelo de Lucas, en esta economía? Suponga, como en el caso anterior, *ceteris paribus*.
- 5.3- Partiendo de las ecuaciones (5.24) y (5.25), suponga ahora que la oferta monetaria se encuentra dada por el siguiente proceso estocástico:  $m_t = \phi m_{t-1} + \epsilon_t$ , donde  $\epsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$  y  $|\phi| < 1$ .
- 5.3.1- ¿Qué implica la forma funcional de la oferta de dinero, en términos de la política monetaria en esta variación del modelo?

Pista: note que  $m_t$  es, en este caso, un proceso  $AR(1)$  puro. Analizar sus características estadísticas es clave para entender las implicaciones de política.

- 5.3.2- Suponga que a nuestra ecuación de demanda —ecuación (5.25)— se añade un término para capturar las expectativas de los agentes sobre el producto en  $t$ , que puede escribirse como  $y_t^e$  (es decir  $y_t = y_t^e + m_t - p_t$ ). ¿Qué sucede con las trayectorias óptimas de  $p_t$  y  $y$  en este caso?

Pista: parta del sistema de ecuaciones propuesto en el problema y encuentre una solución en términos de los choques monetarios.

- 5.3.3- ¿Cuáles son las implicaciones de política de los resultados encontrados en el inciso anterior?
- 5.4- A partir de la información utilizada en la construcción de la sección 5.6, replique el Cuadro 5.3 pero para el caso colombiano y compare sus resultados con Argentina y Estados Unidos. Si se quisieran implementar políticas que busquen aumentar el ingreso nominal en un país, ¿cuál sería el resultado? ¿Colombia estaría más cerca a replicar resultados como los de Estados Unidos o como los de Argentina? Argumente su respuesta.
- 5.5- Sea el modelo keynesiano tradicional, dado por las ecuaciones IS,  $Y = C + c(Y - T) + I - bi + G$ , y LM,  $M = P(kY - hi)$ , las cuales determinan el nivel de producción ( $Y$ ) y la tasa de interés ( $i$ ) de equilibrio de la economía. A partir de este modelo, se dice que las autoridades económicas pueden influir en el nivel de producción y de empleo a través de la política fiscal (vía gasto público  $G$  o impuestos  $T$ ) o de la política monetaria (cambios en la oferta de dinero  $M$ ). Argumente por qué este modelo sufre de la **crítica de Lucas** en los términos desarrollados en este capítulo.

## 6. Modelo de competencia imperfecta y modelo de Taylor

## Conceptos clave

- Poder monopólico
- Precio óptimo
- Neutralidad del dinero
- Precios relativos
- Esperanza condicional
- Regla monetaria

### 6.1. Modelo de competencia imperfecta y precios flexibles

En este modelo nos alejamos del supuesto de competencia perfecta para introducir el **poder monopólico** de parte de las firmas. En este caso, el modelo de competencia imperfecta y precios flexibles nos proporciona un marco analítico útil para comprender cómo interactúan las empresas en entornos donde tienen cierto grado de poder de mercado y la capacidad de ajustar los precios según las condiciones del mercado.

#### 6.1.1. Hogares

Los hogares deciden cuánto consumir con base en sus preferencias y sujetos a una restricción presupuestaria. El problema de optimización que resuelve un hogar representativo viene dado por la función de utilidad:

$$u_i = c_i - \frac{1}{\gamma} L_i^\gamma, \text{ donde } \gamma > 1, \quad (6.1)$$

la cual depende positivamente del consumo y negativamente de la cantidad de trabajo que oferta el hogar. Como en el modelo de Lucas, esta función garantiza que la utilidad marginal del consumo es constante y la desutilidad marginal del trabajo es creciente.

Por otro lado, al no existir acumulación de capital en el modelo, la restricción presupuestaria establece que el consumo individual,  $c_i$ , es equivalente al ingreso real,  $Y_i$ . A su vez, este ingreso real se define como la cantidad producida del bien  $i$ ,  $Q_i$ , multiplicado por su precio,  $P_i$ , y dividido por el nivel general (promedio) de precios de la economía,  $P$ . Supondremos que toda la información es pública y el nivel general de precios es observable (a diferencia de lo que ocurre en el modelo de Lucas, presentado en el capítulo 5).

La restricción presupuestaria que enfrentan los hogares es:

$$Pc_i = P_i Q_i \quad (6.2)$$

Esta restricción indica que el consumo de un hogar multiplicado por el *nivel agregado de precios* en la economía,  $P$ , no puede superar los ingresos del hogar, los cuales vienen determinados por el precio de su sector,  $P_i$ , y la cantidad,  $Q_i$ , que produce. Esto último refleja el hecho de que los hogares son los mismos productores y la función de producción es:

$$Q_i = L_i, \quad (6.3)$$

la cual indica que la producción de cada sector depende del trabajo de ese sector, ya que  $L$  es el único insumo requerido para producir.

Supondremos que la demanda sectorial del bien  $i$  adopta la siguiente forma:

$$Q_i = Y \left( \frac{P_i}{P} \right)^{-\eta} \quad (6.4)$$

De la expresión anterior, también podemos obtener el inverso de la demanda sectorial:

$$P_i = P \left( \frac{Y}{Q_i} \right)^{\frac{1}{\eta}}$$

Aplicando logaritmo a la ecuación (6.4) se obtiene:

$$q_i = y - \eta(p_i - p) \quad (6.5)$$

en donde  $q_i$  es el logaritmo de la cantidad demandada del bien  $i$ ;  $y$  es el logaritmo del ingreso real agregado;  $\eta$  es la elasticidad precio de la demanda, y  $(p_i - p)$  es el precio relativo de cada bien  $i$  (también en logaritmos). Nótese que, a diferencia del modelo de Lucas que estudiamos anteriormente, acá no se incluye un choque idiosincrásico de demanda.

La curva de demanda agregada la tomamos de la **ecuación cuantitativa del dinero** (estudiada en el capítulo 3), pero haciendo uso del supuesto de que la velocidad del dinero está normalizada a 1 y, por tanto, su logaritmo es igual a 0. De esta forma, la demanda agregada está representada por la ecuación (6.6):

$$y = m - p \quad (6.6)$$

Para resolver el problema de los hogares, reemplazamos la restricción presupuestaria y la función de producción, ecuaciones (6.2) y (6.3) respectivamente, en la función de utilidad (6.1):

$$u_i = \frac{P_i Q_i}{P} - \frac{1}{\gamma} Q_i^\gamma$$

Obtenemos las condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial u_i}{\partial Q_i} = 0,$$

aplicando la regla de la cadena, nos queda:

$$\frac{\partial u_i}{\partial Q_i} = \frac{1}{P} \left[ \frac{\partial P_i}{\partial Q_i} Q_i + P_i \right] - Q_i^{\gamma-1} = 0$$

A partir del inverso de la demanda sectorial, derivamos  $\frac{\partial P_i}{\partial Q_i}$ :

$$\frac{\partial P_i}{\partial Q_i} = -\frac{1}{\eta} \frac{Y^{\frac{1}{\eta}} P}{Q_i^{\frac{1}{\eta}} Q_i} = -\frac{1}{\eta} P \left( \frac{Y}{Q_i} \right)^{\frac{1}{\eta}} \frac{1}{Q_i} = -\frac{1}{\eta} P_i \frac{1}{Q_i}$$

Reemplazando la definición de  $\frac{\partial P_i}{\partial Q_i}$  en la condición de primer orden  $\frac{\partial u_i}{\partial Q_i}$ , se tiene que:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_i}{\partial Q_i} &= \frac{1}{P} \left[ \left( -\frac{1}{\eta} P_i \frac{1}{Q_i} \right) Q_i + P_i \right] - Q_i^{\gamma-1} = 0 \\ \frac{1}{P} \left( -\frac{1}{\eta} P_i + P_i \right) &= Q_i^{\gamma-1} \\ \frac{P_i}{P} \left( \frac{\eta - 1}{\eta} \right) &= Q_i^{\gamma-1} \\ Q_i &= \left( \frac{P_i \eta - 1}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \end{aligned} \quad (6.7)$$

Aplicando logaritmos en ambos lados de (6.7), se obtiene una expresión para la oferta sectorial:

$$q_i = \frac{1}{\gamma-1} \left( \log \left( \frac{\eta-1}{\eta} \right) + p_i - p \right) \quad (6.8)$$

Agregando la ecuación (6.8) sobre todos los sectores, y tomando en cuenta que  $y$  y  $p$  corresponden a los logaritmos de los niveles generales (promedio) de producción y precios de la economía, se tiene que la oferta agregada viene dada por:

$$y = \frac{1}{\gamma-1} \log \left( \frac{\eta-1}{\eta} \right) \quad (6.9)$$

La oferta agregada no depende de  $m$ , es decir, se presenta **neutralidad del dinero**, por lo que cualquier cambio en la cantidad de este no tendrá ningún efecto sobre las variables reales.

Adicionalmente, obtenemos que  $y < 0$ , lo cual indica que, a diferencia del modelo de competencia perfecta en el que  $y = 0$  en estado estacionario, en este modelo de competencia imperfecta estamos por debajo del nivel de pleno empleo<sup>38</sup>.

Si tomamos la demanda agregada (6.6) y la igualamos con la oferta agregada (6.9), obtenemos:

$$m - p = \frac{1}{\gamma-1} \log \left( \frac{\eta-1}{\eta} \right)$$

38 Recuerde que  $y$  representa el logaritmo de la producción. El nivel de pleno empleo ha sido normalizado a 1 o 0 en logaritmo.

Despejando para  $p$ :

$$p = m - \frac{1}{\gamma-1} \log\left(\frac{\eta-1}{\eta}\right) \quad (6.10)$$

La solución para  $p$  indica que en este caso  $p > m$ , es decir, el nivel agregado de precios es superior al nivel bajo competencia perfecta. Este resultado es consistente con la teoría microeconómica ya que, cuando hay presencia de poder monopólico en el mercado, la producción es menor que el nivel óptimo de competencia perfecta y los precios son más altos que los niveles correspondientes en competencia perfecta.

### 6.1.2. Precios sectoriales

Ahora obtendremos los precios sectoriales, que usaremos más adelante en el modelo de Taylor. A partir de la ecuación de la oferta sectorial, representada por (6.8), y despejando para los precios, se llega a la siguiente expresión:

$$p_i - p = (\gamma - 1)q_i - \log\left(\frac{\eta - 1}{\eta}\right)$$

Simplificando la expresión anterior, suponemos que  $\eta \rightarrow \infty$ , entonces  $\log\left(\frac{\eta-1}{\eta}\right) \rightarrow 0$ .

Con esto, se llega a una expresión para los **precios relativos**:

$$p_i - p = (\gamma - 1) q_i \quad (6.11)$$

Como en este modelo no hay choques idiosincrásicos, en el equilibrio el nivel de producción de cada sector es igual al promedio:

$$q_i = y \quad (6.12)$$

Reemplazando  $y$  en la ecuación (6.12) por la expresión para la demanda agregada, representada por la ecuación (6.6), obtenemos la siguiente expresión:

$$q_i = m - p \quad (6.13)$$

Reemplazando  $q_i$  por la ecuación (6.11), que representa a  $q_i$  en términos de los precios relativos, encontramos que:

$$p_i - p = (\gamma - 1)(m - p)$$

Resolviendo para  $p_i$ :

$$p_i = (\gamma - 1)m + (2 - \gamma)p \quad (6.14)$$

Si definimos  $\phi \equiv \gamma - 1$ , la ecuación (6.14) puede escribirse como:

$$p_i = \phi m + (1 - \phi)p \quad (6.15)$$

A esta ecuación (6.15) nos referiremos como **regla del precio óptimo** que nos indica que, en un ambiente de competencia imperfecta, el precio de cada sector se debería fijar como una combinación lineal entre la cantidad de dinero agregado y el nivel de precios agregado.

## 6.2. Modelo de Taylor

El modelo de Taylor (1979) es un modelo de competencia imperfecta y precios rígidos. Su supuesto principal es que los productores mantienen fijos los precios durante dos periodos. En este modelo, los productores cambian los precios de manera intercalada: la mitad de los productores lo hace en  $t$  y la otra mitad en  $t + 1$ .

Sean  $x$  los precios fijados en cada periodo, entonces el nivel agregado de precios en la economía en un momento  $t$  se puede escribir de la siguiente manera:

$$p_t = \frac{1}{2}(x_t + x_{t-1}) \quad (6.16)$$

Si bien el productor debe fijar los precios durante dos periodos, este desearía desviarse lo menos posible con respecto al precio óptimo de cada uno de esos dos periodos, por lo cual fijará un promedio entre el precio óptimo sectorial en  $t$  ( $p_{i,t}$ ) y el precio óptimo sectorial esperado para  $t + 1$  ( $E_t p_{i,t+1}$ )<sup>39</sup>. Entonces, el precio que las empresas fijan en el periodo  $t$ ,  $x_t$ , se establece de acuerdo con la siguiente expresión:

$$x_t = \frac{1}{2}(p_{i,t} + E_t p_{i,t+1}) \quad (6.17)$$

Utilizando la regla de precio óptimo (derivada en la sección anterior):

$$p_{i,t} = (1 - \phi)p_t + \phi m_t \quad (6.18)$$

Sustituyendo (6.18) en (6.17):

$$x_t = \frac{1}{2}[(1 - \phi)p_t + \phi m_t + (1 - \phi)E_t p_{t+1} + \phi E_t m_{t+1}] \quad (6.19)$$

Reemplazando el valor de  $p_t$ , dado por (6.16), en (6.19), se obtiene:

$$x_t = \frac{1}{4}(1 - \phi)(x_t + x_{t-1}) + \frac{1}{2}\phi m_t + \frac{1}{4}(1 - \phi)E_t(x_t + x_{t+1}) + \frac{1}{2}\phi E_t m_{t+1} \quad (6.20)$$

Resolviendo para  $x_t$ :

$$x_t = \frac{1}{2} \left( \frac{1-\phi}{1+\phi} \right) (x_{t-1} + E_t x_{t+1}) + \frac{\phi}{1+\phi} (m_t + E_t m_{t+1}) \quad (6.21)$$

En este punto, se requiere plantear unos supuestos adicionales para facilitar la obtención de una solución del modelo. Sea  $m_t$  la oferta monetaria en  $t$ , entonces supondremos que la cantidad de dinero sigue una caminata aleatoria o, en otras palabras, en  $t$  es igual a su valor del periodo anterior más un choque aleatorio:

$$m_t = m_{t-1} + u_t \quad (6.22)$$

39 Recordemos que las ecuaciones originales provienen de modelos no lineales (como se puede ver, por ejemplo, en el caso del modelo de competencia imperfecta). Por tanto, para plantear la ecuación (6.17) estamos utilizando también el supuesto de equivalencia de certidumbre (descrito en el apéndice del libro), esto es, reemplazamos cualquier variable sobre la que no tenemos certeza por su esperanza condicional.

donde  $u_t$  es un choque aleatorio distribuido normal, con media cero,  $u_t \sim N(0, \sigma^2)$ . A esta ecuación, que especifica la dinámica de la cantidad de dinero, nos referiremos también como **regla monetaria**.

Suponemos que  $u_t$  y  $m_{t-1}$  hacen parte del conjunto de información conocida hasta  $t$ ,  $\Omega_t$ . Por el contrario,  $u_{t+1}$  no hace parte del conjunto de información conocida en  $t$ :  $u_{t+1} \notin \Omega_t$ .

Llevando  $m_t$  un período adelante y tomando expectativas:

$$E_t m_{t+1} = m_t \quad (6.23)$$

Reemplazando (6.23) en (6.21):

$$x_t = \frac{1}{2} \left( \frac{1-\phi}{1+\phi} \right) (x_{t-1} + E_t x_{t+1}) + \frac{\phi}{1+\phi} (m_t + m_t)$$

$$x_t = \frac{1}{2} \left( \frac{1-\phi}{1+\phi} \right) (x_{t-1} + E_t x_{t+1}) + \frac{2\phi}{1+\phi} m_t$$

Agrupando parámetros en uno solo,  $\theta \equiv \frac{1}{2} \left( \frac{1-\phi}{1+\phi} \right)$ , se llega a la siguiente ecuación:

$$x_t = \theta(x_{t-1} + E_t x_{t+1}) + (1 - 2\theta)m_t \quad (6.24)$$

Este último resultado describe la dinámica del precio que cada productor fija en  $t$ . Es una ecuación en diferencias, en la que la variable está explicada, entre otras, por su rezago y sus expectativas. Para resolver esta ecuación se usará el método de **coeficientes indeterminados** (explicado en el apéndice del libro), donde plantearemos una conjetura como punto de partida, considerando las formas funcionales de las ecuaciones del modelo.

Plantemos la conjetura:

$$x_t = A_x x_{t-1} + A_m m_t \quad (I)$$

que adelantada un periodo produce:

$$x_{t+1} = A_x x_t + A_m m_{t+1}. \quad (II)$$

Reemplazando la ecuación (6.22) adelantada un período y (I) en (II), se tiene:

$$x_{t+1} = A_x(A_x x_{t-1} + A_m m_t) + A_m(m_t + u_{t+1})$$

Calculando la **esperanza condicional**, aplicando propiedad distributiva y factorizando, se obtiene:

$$E_t x_{t+1} = A_x^2 x_{t-1} + (A_x A_m + A_m) m_t \quad (6.25)$$

Reemplazando (6.25) en (6.24), se tiene:

$$x_t = \theta x_{t-1} + \theta A_x^2 x_{t-1} + \theta(A_x A_m + A_m) m_t + (1 - 2\theta) m_t$$

Agrupando y factorizando, se llega a:

$$x_t = \theta(1 + A_x^2)x_{t-1} + [\theta(A_x A_m + A_m) + (1 - 2\theta)]m_t \quad (6.26)$$

La ecuación (6.26) es una aparente solución del modelo. Todavía se debe probar la consistencia de la conjetura, para lo cual es necesario verificar que la forma funcional de la aparente solución coincida con la de la conjetura y resolver para los coeficientes de esta. En este caso, nótese que tanto la conjetura como la aparente solución son ecuaciones lineales con coeficientes multiplicando a  $x_{t-1}$  y  $m_t$ . Así que el primer requisito para verificar la consistencia de la conjetura se cumple.

Para determinar los coeficientes de la conjetura,  $A_x$  y  $A_m$ , los igualamos a los parámetros que acompañan las variables en la aparente solución. Empezamos por  $A_x$ :

$$A_x = \theta(1 + A_x^2)$$

Haciendo el álgebra para plantear la expresión anterior como una ecuación cuadrática, obtenemos:

$$\theta A_x^2 - A_x + \theta = 0.$$

Utilizando la fórmula cuadrática para resolver:

$$A_x = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4\theta^2}}{2\theta}$$

Nos quedamos únicamente con la raíz negativa porque se debe satisfacer que  $|A_x| < 1$  para que el modelo sea estable.

Entonces, reemplazando  $\theta \equiv \frac{1}{2} \left( \frac{1-\phi}{1+\phi} \right)$  y aplicando factorización, se obtiene el primer coeficiente:

$$A_x = \frac{1-\sqrt{\phi}}{1+\sqrt{\phi}}, \quad 0 < A_x < 1$$

Por otro lado, para hallar el coeficiente  $A_m$ , igualamos los coeficientes que lo acompañan y nos queda:

$$A_m = \theta(A_x + 1)A_m + (1 - 2\theta)$$

Reemplazando los valores de  $\theta = \frac{1}{2} \left( \frac{1-\phi}{1+\phi} \right)$  y  $A_x = \frac{1-\sqrt{\phi}}{1+\sqrt{\phi}}$  y aplicando factorización, se obtiene:

$$A_m = \frac{2\sqrt{\phi}}{1 + \sqrt{\phi}} = 1 - A_x$$

Hemos comprobado la consistencia de la conjetura y determinado sus coeficientes. Si reemplazamos  $A_m$  en la conjetura (I) obtenemos:

$$x_t = A_x x_{t-1} + (1 - A_x)m_t \quad (6.27)$$

La ecuación (6.27) es la solución para los precios sectoriales fijados en un periodo, pero aún nos falta encontrar soluciones para las variables agregadas.

Reemplazando (6.27) en (6.16) se obtiene, para el nivel agregado de precios, que:

$$p_t = \frac{1}{2}(A_x x_{t-1} + (1 - A_x)m_t + A_x x_{t-2} + (1 - A_x)m_{t-1})$$

Aplicando propiedad distributiva y agrupando, se tiene que:

$$p_t = \frac{A_x}{2}(x_{t-1} + x_{t-2}) + \frac{(1 - A_x)}{2}(m_t + m_{t-1})$$

Usando la ecuación (6.16) rezagada y la ecuación (6.22) se obtiene:

$$p_t = A_x p_{t-1} + (1 - A_x)m_{t-1} + \frac{1}{2}(1 - A_x)u_t \quad (6.28)$$

Se observa que  $m_{t-1}$  está multiplicado por un coeficiente menor que 1. Incluso en la parte sistemática de la regla monetaria (esto es, la parte relacionada con  $m_{t-1}$ ), no todos sus cambios se reflejan en los precios. Igualmente, los cambios en la parte no sistemática (relacionada con  $u_t$ ), tampoco se reflejan completamente (uno a uno) en los precios, a pesar de que para este modelo hemos supuesto que el choque  $u_t$  es totalmente conocido en el mismo periodo. Una parte del efecto de estos cambios se verá reflejado en el producto  $y$ , por tanto, encontramos que el *dinero no es neutral*. Para analizar este resultado en detalle, partamos de la ecuación de la demanda agregada, ya explicada en los capítulos anteriores:

$$y_t = m_t - p_t$$

Reemplazando  $m_t$  y  $p_t$  que vienen dados por las expresiones (6.22) y (6.28), respectivamente:

$$y_t = m_{t-1} + u_t - A_x p_{t-1} - (1 - A_x)m_{t-1} - \frac{1}{2}(1 - A_x)u_t$$

Haciendo álgebra para simplificar la expresión:

$$y_t = A_x(m_{t-1} - p_{t-1}) + \left(\frac{1 + A_x}{2}\right)u_t$$

Dado que, por la ecuación de demanda agregada,  $y_{t-1}$  es igual a  $(m_{t-1} - p_{t-1})$  entonces:

$$y_t = A_x y_{t-1} + \left(\frac{1 + A_x}{2}\right)u_t \quad (6.29)$$

Entre las conclusiones más relevantes de este modelo se destaca cómo el producto en  $t$ ,  $y_t$ , se ve afectado por su valor anterior,  $y_{t-1}$ . Esto genera una alta persistencia de los choques monetarios pasados. Por otro lado, un choque monetario a pesar de ser anunciado o conocido previamente,  $u_t$ , genera un efecto real sobre la economía. Así, finalmente, se resalta nuevamente que el

dinero no es neutral en este modelo y, debido a la rigidez de precios de la economía, los choques monetarios, aún en el caso de ser anticipados, tienen un efecto persistente sobre el producto.

### 6.3. Principales diferencias entre el modelo de Lucas y el modelo de Taylor

Los modelos de Lucas y Taylor tienen varias diferencias, pero las dos que se mencionan a continuación son quizás las más importantes. La primera tiene que ver con los efectos de los choques conocidos o anunciados. En el caso del modelo de Lucas, los choques anunciados no generan efectos sobre las variables macroeconómicas reales (y se requiere acudir a sorpresas monetarias para lograr ese efecto), a diferencia de lo que sucede en el modelo de Taylor. La segunda diferencia se encuentra en la duración del efecto de los choques: mientras en el modelo de Lucas el efecto dura apenas un periodo, en el modelo de Taylor hay alta persistencia del efecto de estos sobre la producción.

Ahora veamos con un ejemplo cómo un choque monetario de un período genera un efecto persistente en la economía.

Usando la ecuación (6.29) y suponiendo que en  $t$  ocurre un choque  $u_t = 1$  por una única vez y que la economía estaba hasta  $t - 1$  en su equilibrio de largo plazo:

$$y_{t-1} = 0, \quad u_{t-1} = 0, \quad u_t = 1, \quad u_{t+i} = 0 \quad \forall i > 0, \quad m_{t-1} = \bar{m}$$

Entonces, la senda del producto a lo largo de  $t$ , se puede escribir como:

$$y_t = 0 + \frac{1 + A_x}{2}$$

$$y_{t+1} = A_x y_t + 0 = A_x \left( \frac{1 + A_x}{2} \right)$$

Reemplazando  $y_{t+1}$ :

$$y_{t+2} = A_x y_{t+1} = A_x^2 y_t = A_x^2 \left( \frac{1 + A_x}{2} \right)$$

Reemplazando  $y_{t+2}$ :

$$y_{t+3} = A_x y_{t+2} = A_x^3 y_t = A_x^3 \left( \frac{1 + A_x}{2} \right)$$

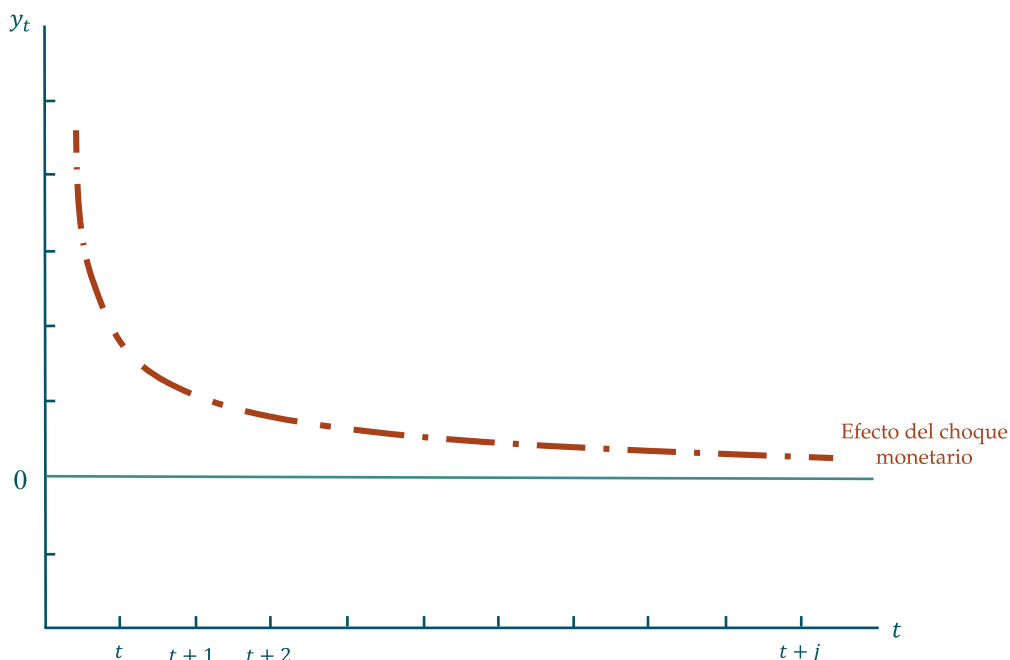
⋮

$$y_{t+j} = A_x y_{t+j-1} = A_x^j y_t = A_x^j \left( \frac{1 + A_x}{2} \right)$$

Como se observa en el Gráfico 6.1, el comportamiento del producto ante un choque monetario persiste en el tiempo, pero va perdiendo fuerza, acercándose en el límite a 0. De igual forma, hagamos ahora el mismo ejercicio para el caso de los precios.

**Gráfico 6.1**

**Efecto en el tiempo de un único choque monetario sobre el producto.**



Fuente: elaboración de los autores.

Se tiene que  $p_t = A_x p_{t-1} + (1 - A_x)m_{t-1} + \frac{1}{2}(1 - A_x)u_t$  por la ecuación (6.28), y dado que:

$$m_t = \bar{m} + 1$$

$$m_{t+1} = \bar{m} + 1$$

$$m_{t+2} = \bar{m} + 1$$

$$p_{t-1} = \bar{m}$$

en este caso sí hay un efecto permanente sobre la cantidad de dinero. Simplemente incrementamos la cantidad de dinero y aumenta permanentemente a  $\bar{m} + 1$ .

Resolviendo para los precios,  $p_t = \bar{m} + \frac{1-A_x}{2}$ :

$$p_{t+1} = A_x p_t + (1 - A_x)(\bar{m} + 1)$$

Reemplazando  $p_{t+1}$ :

$$p_{t+2} = A_x p_{t+1} + (1 - A_x)(\bar{m} + 1) = A_x^2 p_t + (1 + A_x)(1 - A_x)(\bar{m} + 1)$$

Reemplazando  $p_{t+2}$ :

$$p_{t+3} = A_x^3 p_t + (1 + A_x + A_x^2)(1 - A_x)(\bar{m} + 1)$$

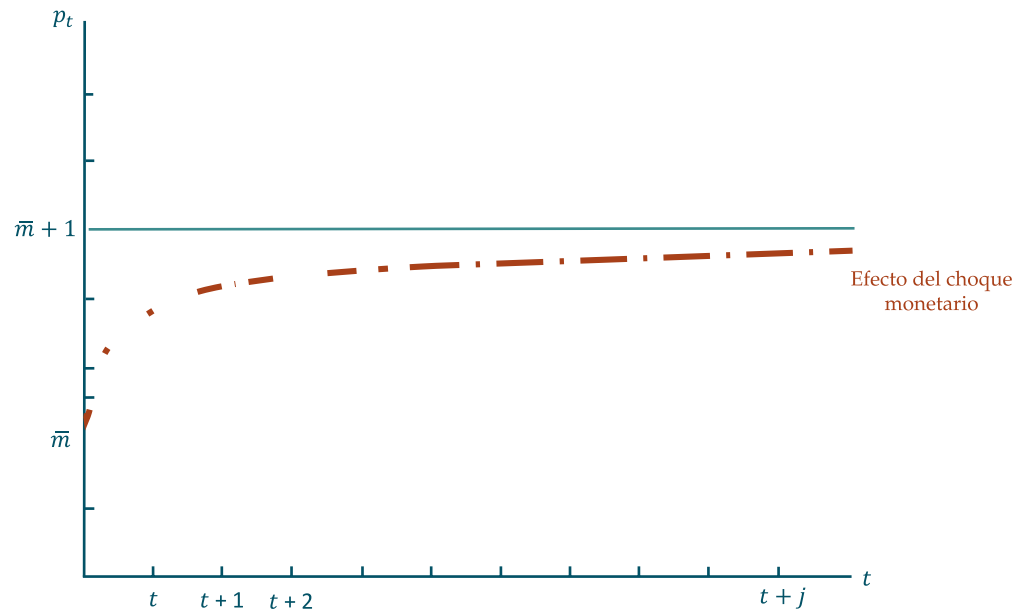
$$\lim_{j \rightarrow \infty} p_{t+j} = \frac{1}{1 - A_x} (1 - A_x)(\bar{m} + 1) = \bar{m} + 1$$

En el límite, los precios son iguales a  $\bar{m} + 1$ .

Podemos observar el comportamiento de los precios ante un choque monetario en el Gráfico 6.2. Nótese que, con el tiempo, el efecto del choque monetario sobre los precios se va incrementando, acercándose cada vez más a  $\bar{m} + 1$ . Finalmente, lo que tenemos en el modelo de Taylor con respecto a la persistencia de los choques monetarios sobre las variables reales, es que el dinero es no neutral y que existe un efecto persistente de los choques monetarios sobre las variables reales de la economía, específicamente sobre la producción. Con el tiempo, el efecto sobre la producción disminuye mientras que aumenta sobre los precios.

### Gráfico 6.2

#### Efecto en el tiempo de un único choque monetario sobre los precios



Fuente: elaboración de los autores.

## Bibliografía

- Blanchard, O. J.; Fischer, S. (1989). *Lectures on Macroeconomics*, Cambridge: The MIT Press.
- Taylor, J. B. (1979). "Staggered wage setting in a macro model", *American Economic Review*, vol. 69, núm. 2, pp. 108-113.

## Preguntas y ejercicios

- 1- En el modelo de competencia imperfecta y precios flexibles, se tiene que  $y^{Monopol} < y^{Comp.Perf}$  y  $p^{Monopol} > p^{Comp.Perf}$ . Si hubiera una pequeña disminución en  $p^{Monopol}$ , aumentaría  $y^{Monopol}$  y esto generaría ganancias en el bienestar agregado. Explique, ¿por qué esto no sucede?
- 2- En esta economía hay dos grupos de fijadores de precios que se intercalan periodo a periodo en sus decisiones y que deben fijar sus precios por dos periodos, el periodo de la decisión y el siguiente. De esta forma el precio agregado en  $t$  es  $p_t = \frac{1}{2}(x_t + x_{t-1})$ , donde  $x_t$  es el precio de quienes decidieron ese mismo periodo y  $x_{t-1}$  el de quienes decidieron el periodo anterior. Para fijar su precio, cada grupo sigue una particular regla en la que no le importa el precio óptimo del mismo periodo sino solo el del siguiente:  $x_t = E_t p_{i,t+1}$ . La regla del precio óptimo es  $p_{i,t} = \frac{2}{3}p_t + \frac{1}{3}m_t$ .

La demanda agregada es  $y_t = m_t - p_t$  y la cantidad de dinero se determina mediante  $m_t = m_{t-1} + \varepsilon_t$  donde  $\varepsilon_t$  es un choque con media cero y varianza finita.

- a. Halle una expresión para  $x_t$  en términos de sus expectativas y de  $m_t$ .
  - b. Plantee la conjetura  $x_t = Am_t$  verifique su consistencia y encuentre la solución para  $x_t$ .
  - c. Encuentre la solución para el precio agregado y el producto en términos del choque de política o valores pasados de  $m$ . ¿Es el dinero neutral?, ¿por qué?
  - d. ¿Qué tan persistente es el efecto del choque sobre la senda de producto?, ¿qué razón hay para que se presente este nivel de persistencia en el efecto?
- 3- De acuerdo con el modelo de Taylor con contratos laborales (basado en el capítulo 8 de Blanchard y Fischer (1989) y Taylor (1979)). Considere una economía en la cual hay dos sindicatos y todos los trabajadores están afiliados a alguno de los dos. La mitad de los trabajadores está afiliada a un sindicato y la otra mitad, al otro sindicato. Los sindicatos se turnan para fijar el salario. Así, en  $t$ , un sindicato escoge su salario nominal para ese período y el siguiente período,  $t + 1$ . Las siguientes ecuaciones caracterizan la economía:
    - Demanda agregada:  $y_t = m_t - p_t$
    - Nivel agregado de precios:  $P_t = \frac{w_t + w_{t-1}}{2}$ , en donde  $w_t$  es el salario que fijó el sindicato que decidió ese período y  $w_{t-1}$  es el salario que fijó el otro sindicato en  $t - 1$ .

Regla del salario óptimo:  $w_t^* = P_t + \gamma y_t$ , en donde  $\gamma > 0$ .

- $m_t$  es ruido blanco (no depende de sus valores pasados).
  - a) Resuelva el modelo para los precios y el producto.
  - b) Discuta qué pasaría si  $\gamma = 0$ . ¿Cómo cambiarían sus resultados?
  - c) Suponga que  $m_t = m_{t-1} + \varepsilon_t$  donde  $\varepsilon_t$  es un choque con media cero y varianza finita. Resuelva el modelo y compare con su resultado inicial.

# 7. Modelo neokeynesiano

## Conceptos clave

- Ecuaciones y modelos microfundamentados
- Precios 'a la Calvo'
- Inercia y persistencia en los choques
- Regla de política
- Regla o discreción
- Ruido blanco
- *Trade-off* por choque de oferta
- Proceso autorregresivo
- Regla *forward looking*
- Método de coeficientes indeterminados

El modelo neokeynesiano (NK) resulta de la evolución de modelos macroeconómicos que comienza con el modelo de crecimiento de Solow y transita hacia el modelo básico de ciclos reales de los negocios (RBC), al que posteriormente se le incorpora el dinero y se le conoce como el modelo MIU (modelo de dinero en la función de utilidad, en español), que estudiamos en el capítulo 4. A este último modelo se le agrega el problema de las firmas, incorporando algunas rigideces nominales (*v. gr.*, los precios solo pueden cambiarse periódicamente con cierta probabilidad) e imperfecciones de mercado para llegar al modelo NK básico, que es el centro del presente capítulo.

A diferencia de los modelos tratados en los capítulos anteriores, el modelo NK es un modelo de equilibrio general en el que los agentes privados del modelo, tanto hogares como firmas, siguen un comportamiento optimizador y, por tanto, sus ecuaciones de demanda y oferta agregadas están **microfundamentadas**<sup>40</sup>. La adición de rigideces nominales e imperfecciones de mercado a este tipo de modelos ha resultado útil para reflejar el hecho de que la política monetaria, y en general los choques monetarios, produce efectos reales al menos en el corto plazo, así como para lograr un mejor ajuste a la dinámica inflacionaria observada.

Es importante señalar que el modelo que a continuación se deriva es un modelo básico que sirve esencialmente de punto de referencia o de partida, con una relativa baja capacidad de reflejar hechos estilizados macroeconómicos y

---

40 Este modelo corresponde a una categoría de modelos muy usados en la actualidad para el análisis macroeconómico que se conocen como modelos de equilibrio general, dinámico, y estocástico o DSGE, por su sigla en inglés.

al cuál se le han hecho múltiples extensiones y modificaciones en las últimas décadas para mejorar esa capacidad<sup>41</sup>.

## 7.1. Derivación (simplificada) del modelo agregado básico

Como se mencionó, el modelo NK básico puede construirse a partir del modelo MIU mediante la adición del problema de las firmas en presencia de fricciones nominales, específicamente, rigideces de precios y bienes diferenciados en un ambiente competitivo (sobre esto daremos detalles más adelante).

En particular, derivaremos las ecuaciones agregadas (oferta y demanda) haciendo uso de lo que ya hemos aprendido en el capítulo 4 sobre la derivación del MIU, recurriendo a varias simplificaciones o aproximaciones. Esto último lo hacemos por propósitos pedagógicos para adaptar la derivación al nivel de enseñanza de pregrado. El lector debe tener siempre en mente que esta no es la derivación detallada y más rigurosa del modelo, sino una versión simplificada. A los lectores interesados en conocer esos detalles les recomendamos leer Walsh (2017).

### 7.1.1. Mercado de bienes reales (curva IS)

Comencemos por escribir nuevamente, para conveniencia del lector, la ecuación (4.6) del capítulo 4 sobre el modelo MIU, denominada usualmente como ecuación de Euler, que determina la senda óptima de consumo en el modelo:

$$U_{c,t} = \frac{1+i_t}{1+\pi_{t+1}} \beta U_{c,t+1} \quad (4.6)$$

La primera simplificación que haremos será suponer una función de utilidad explícita, una CRRA, por sus siglas en inglés (en español: de aversión al riesgo relativa constante), esto es:  $U(C) = (1 - \sigma)^{-1} C^{1-\sigma}$  y, por tanto, la utilidad marginal del consumo es  $U_c = C^{-\sigma}$ . Si reemplazamos esto en la ecuación (4.6) y aplicamos logaritmo a lado y lado, obtenemos:

$$-\sigma \log C_t = \log(1 + i_t) - \log(1 + \pi_{t+1}) + \log \beta - \sigma \log C_{t+1} \quad (7.1)$$

En este modelo no tenemos gasto público y supondremos además que el capital se determina exógenamente y permanece constante (no hay inversión). Dado lo anterior, concluimos que la producción es por definición igual al consumo:  $Y_t = C_t$ . Adicionalmente, usaremos la propiedad de que para valores pequeños de una variable  $Z$ ,  $\log(1 + Z) \approx Z$ , y que si el valor de una variable se acerca a 1 (como ocurre con el factor de descuento  $\beta$ ) el valor de su logaritmo se aproxima a 0. Tomando en cuenta todo lo anterior, reorganizando la

<sup>41</sup> En Romer (2012) puede encontrarse una breve discusión de algunas modificaciones y elementos adicionados al modelo básico.

ecuación (7.1) y usando la letra minúscula para denominar el logaritmo del producto (esto es,  $\log Y_t \equiv y_t$ ) obtenemos:

$$y_t = y_{t+1} - \frac{1}{\sigma}(i_t - \pi_{t+1}). \quad (7.2)$$

La anterior ecuación se ha derivado bajo el supuesto de previsión perfecta o, en otras palabras, que el futuro puede anticiparse sin imprecisión. No obstante, para tomar en cuenta que las decisiones económicas se toman en un ambiente con incertidumbre, posteriormente reemplazamos las variables futuras (en  $t + 1$ ) por las expectativas de las mismas variables<sup>42</sup> (con información hasta el periodo  $t$ ). También adicionamos un choque agregado de demanda ( $d_t$ ), sobre cuyas propiedades haremos diferentes supuestos según las versiones del modelo que resolveremos (ya sea con o sin persistencia en los choques). Todo esto nos lleva finalmente a la ecuación agregada de equilibrio del mercado de bienes reales (IS):

$$y_t = E_t y_{t+1} - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t \pi_{t+1}) + d_t \quad (7.3)$$

Usualmente estas ecuaciones se expresan como desviaciones con respecto al estado estacionario (el equilibrio de largo plazo)  $y$ , por tanto,  $\pi$  e  $i$  representan las respectivas desviaciones de la inflación y de la tasa de interés nominal. Igualmente sucede con  $y$ , aunque es común referirnos a esta desviación como la ‘brecha de producto’.

### 7.1.2. Regla monetaria (curva LM)

Para el equilibrio del mercado monetario no derivaremos una expresión a partir de un problema de optimización, sino que supondremos que el banco central sigue una regla *ad hoc* para fijar la tasa de interés nominal ( $y$ , con ello, el valor de la desviación de esta con respecto a su nivel de estado estacionario). En general, supondremos que se fijará esa tasa de interés respondiendo a desviaciones (presentes o esperadas) de la inflación y del producto con respecto a sus valores de largo plazo, pero en cada una de las siguientes dos subsecciones usaremos una regla diferente y, por tanto, en cada una describiremos los detalles de la regla correspondiente.

### 7.1.3. Oferta agregada

La curva de oferta agregada (que en modelos para el estudio de política monetaria también denominamos curva de Phillips) la obtendremos a partir del problema de las firmas, modificado con propósitos de simplificación de la derivación. Las modificaciones que hacemos siguen muy de cerca las simplificaciones propuestas por Romer (2012).

.....  
<sup>42</sup> Dado que las ecuaciones de las que partimos originalmente son no lineales, reemplazar las variables futuras por sus expectativas implica una aproximación mediante el uso del supuesto de ‘equivalencia de certidumbre’, explicado en el apéndice del libro.

Como consecuencia de la presencia de la rigidez de precios, en el momento en que cada firma tiene la oportunidad de fijar un nuevo precio para su producto tiene incertidumbre respecto a cuánto tiempo pasará antes de poder volver a cambiarlo. Por lo anterior, al hacerse efectiva la posibilidad de fijar un nuevo precio, la firma lo hace considerando no solo el precio sectorial óptimo ( $p_n$ )<sup>43</sup> para ese momento, sino también los precios sectoriales óptimos esperados para el futuro y las probabilidades de que no pueda ajustar su precio en cada periodo subsecuente. Formalmente, y siguiendo la misma notación que usamos para la derivación del modelo de Taylor (véase el capítulo 6), en la que denominamos  $X_t$  al precio fijado por la firma:

$$\min_{X_t} \sum_{j=0}^{\infty} \left[ \beta^j q_j (X_t - E_t p_{n,t+j})^2 \right] \quad (7.4)$$

donde  $\beta$  es el factor de descuento y  $q_j$  la probabilidad de poder volver a cambiar el precio  $j$  periodos más tarde.

¿Por qué le interesa a la firma el precio sectorial óptimo? Esto se explica por el supuesto que mencionamos anteriormente: la presencia de bienes diferenciados en un ambiente competitivo. Específicamente, suponemos que cada firma es única en su sector (monopolista) y produce un bien parcialmente diferenciado con respecto a los que producen las otras. Como resultado, no existe sustitución perfecta entre esos productos, pero sí hay un cierto grado de sustitución entre los mismos, por lo cual los precios fijados por todos los demás productores son una referencia relevante para cada firma<sup>44</sup>. Adicionalmente, la decisión de cada firma por separado tiene un peso minúsculo en la determinación del nivel de precios agregado. Sobre la regla del precio sectorial óptimo hemos hecho referencia en el modelo de Taylor y retomaremos más adelante un resultado allí derivado.

Partiendo del problema planteado por la ecuación (7.4), hacemos la correspondiente minimización tomando la derivada con respecto a  $X_t$ , igualando a cero y despejando para  $X_t$ , de donde obtenemos que:

$$X_t = \frac{\sum_{j=0}^{\infty} (\beta^j q_j E_t p_{n,t+j})}{\sum_{j=0}^{\infty} (\beta^j q_j)} \quad (7.5)$$

Notemos que la ecuación (7.5) corresponde a un problema general que agrupa múltiples casos específicos. Verifiquemos esto para el caso del modelo de Taylor: en ese caso, implícitamente supusimos que el horizonte relevante

43 Con respecto a la notación usada para el modelo de Taylor (capítulo 6), hemos cambiado el subíndice sectorial  $i$  por la letra  $n$ , para que no haya confusión con la notación usada para la tasa de interés.

44 Pensemos, por ejemplo, que estamos en una economía en donde se producen solo frutas, muchas de ellas. Cada fruta es producida por una única firma, de tal forma que, por ejemplo, el productor de naranjas tiene cierto margen para cobrar un precio diferente al que se cobra por otras frutas. No obstante, si su precio tiende a subir mucho, los consumidores también tenderán a sustituir la naranja por otras frutas con precios relativos más bajos.

era de solo dos periodos (sin descuento y, por tanto,  $\beta = 1$ ), porque con probabilidad 1 después de esos dos periodos se puede fijar un nuevo precio. Por lo anterior, reemplazamos  $q_0, q_1 = 1$ , y descartamos (o hacemos iguales a cero) los  $q$  de periodos posteriores ( $j > 1$ ). Haciendo estos reemplazamientos en (7.5), llegamos a la ecuación para el precio óptimo de la firma en el modelo de Taylor (véase ecuación 6.17):

$$X_t = \frac{p_{n,t} + E_t p_{n,t+1}}{2}$$

Para la derivación de la oferta agregada del modelo NK usamos una regla diferente para la rigidez de precios, denominada 'a la Calvo', en referencia al autor que la propuso (Calvo, 1983). La regla consiste en que, en cada periodo, una proporción  $\omega$  de firmas (independientemente de lo que haya pasado en periodos previos) no puede ajustar precios. Esto implica que la probabilidad de que después de  $j$  periodos no se haya podido hacer un cambio de precio es  $q_j = \omega^j$ . Si reemplazamos esto en (7.5) obtenemos:

$$X_t = (1 - \beta\omega) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta^j \omega^j E_t p_{n,t+j}). \quad (7.6)$$

Si se adelanta esta ecuación y se toma expectativa en  $t$ , se llega a que  $E_t X_{t+1} = (1 - \beta\omega) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta^j \omega^j E_t p_{n,t+j+1})$ . Tras unos pasos de álgebra puede mostrarse que

$$X_t = (1 - \beta\omega)p_{n,t} + \beta\omega E_t X_{t+1}. \quad (7.7)$$

Adicionalmente, tomemos en cuenta que, como resultado de la regla de rigidez de precios, el precio agregado de la economía es igual al promedio ponderado (de acuerdo con la probabilidad de no ajuste de precios,  $\omega$ ) del precio que fijan las firmas que pueden hacer un cambio y el precio agregado del periodo pasado (es decir, el precio promedio de las firmas que no pueden hacer un cambio), esto es:  $p_t = (1 - \omega)X_t + \omega p_{t-1}$ . Restando  $p_{t-1}$  a cada lado de esta última ecuación, recordando que  $\pi_t = p_t - p_{t-1}$  y despejando para  $X_t$ :

$$X_t = \frac{\pi_t}{1-\omega} + p_{t-1}. \quad (7.8)$$

Usando esta ecuación podemos reemplazar tanto  $X_t$  como  $E_t X_{t+1}$  en (7.7) y llegar a que

$$\frac{1}{1-\omega} \pi_t + p_{t-1} = (1 - \beta\omega)p_{n,t} + \frac{\beta\omega}{1-\omega} E_t \pi_{t+1} + \beta\omega p_t$$

y restando  $p_t$  a cada lado de esta última ecuación se obtiene:

$$\frac{\omega}{1-\omega} \pi_t = (1 - \beta\omega)(p_{n,t} - p_t) + \frac{\beta\omega}{1-\omega} E_t \pi_{t+1}. \quad (7.9)$$

De nuestro análisis del modelo de Taylor recordemos que la regla del precio sectorial óptimo es  $p_{n,t} = (1 - \phi)p_t + \phi m_t$ . Tomando en cuenta tanto esta expresión como la ecuación  $y_t = m_t - p_t$  (usada en el mismo modelo, y tomada de la teoría cuantitativa del dinero), tenemos que  $p_{n,t} - p_t = \phi y_t$ . Entonces usando este último resultado en la ecuación (7.9), reorganizando la expresión y agregando un choque inflacionario de oferta  $s_t$ , obtenemos la ecuación de oferta agregada que usaremos en el modelo NK básico:

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa y_t + s_t \quad (7.10)$$

donde por simplicidad de la notación hemos agrupado varios parámetros en uno solo  $\kappa = (1 - \omega)(1 - \beta\omega)\phi\omega^{-1}$ . Al igual que en el caso de la ecuación para la IS, la oferta agregada usualmente se expresa a partir de desviaciones con respecto al estado estacionario y, por tanto,  $\pi_t$  representa la respectiva desviación de la inflación y  $y_t$  la brecha de producto.

## 7.2. Modelo sin inercia (sin persistencia en los choques)

Para conveniencia del lector, reescribimos las ecuaciones agregadas obtenidas en la subsección anterior, tanto la IS como la oferta agregada:

$$y_t = E_t y_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t \pi_{t+1}) + d_t \quad (7.3)$$

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa y_t + s_t \quad (7.10)$$

y adicionamos la ecuación que describe la regla monetaria seguida por el banco central (LM):

$$i_t = \delta \pi_t + \gamma y_t + \varepsilon_t \quad (7.11)$$

En esta última suponemos que la autoridad monetaria fija la tasa de interés nominal respondiendo a las desviaciones de la inflación y del producto con respecto a sus niveles de largo plazo. Adicionamos también un componente  $\varepsilon$ , que nos servirá para ilustrar los casos en los que el banco central, en lugar de ceñirse estrictamente a una regla predeterminada, responde de forma **discrecional** a cada situación, esto con el propósito de satisfacer hasta donde le sea posible el cumplimiento de sus objetivos (particularmente la estabilización de la inflación, del producto, o de ambos). En los casos en los que supongamos que el banco central actúa bajo una regla, omitiremos el componente discrecional ( $\varepsilon = 0$ ) y cuando, por el contrario, supongamos que actúa de forma discrecional, omitiremos la parte relacionada con la regla ( $\delta, \gamma = 0$ ).

Supondremos que  $d_t$  y  $s_t$  son **ruido blanco**, esto es, tienen media cero, no están autocorrelacionados en el tiempo y son independientes entre ellos. Esto implica que valores pasados o actuales de estos choques no resultan de utilidad para pronosticar sus valores futuros. Este supuesto simplifica el modelo en exceso, suprimiendo toda la riqueza dinámica del mismo y convirtiéndolo en un modelo que se puede resolver en un único periodo. Sin embargo, comenzamos con esta versión por propósitos pedagógicos, como una forma de repaso y de relacionar esta versión 'estática' con el modelo de oferta y demanda agregada que usualmente se estudia en los cursos básicos de macroeconomía.

Al observar las tres ecuaciones del modelo se encuentra que, excepto por las expectativas, todas las variables hacen referencia al periodo actual. Dado lo anterior y la no persistencia de los choques, el pronóstico de las

desviaciones del siguiente periodo es igual a cero (su media condicional), es decir  $E_t y_{t+1} = E_t \pi_{t+1} = 0$ , dejándonos con un sistema de ecuaciones en un único periodo ( $t$ ):

$$y_t = -\frac{1}{\sigma} i_t + d_t, \quad (7.12)$$

$$\pi_t = \kappa y_t + s_t, \quad (7.13)$$

$$i_t = \delta \pi_t + \gamma y_t + \varepsilon_t. \quad (7.11)$$

Este será el sistema lineal de tres ecuaciones y tres incógnitas ( $y_t, \pi_t, i_t$ ) que resolveremos para analizar cuatro diferentes casos, según si el choque que se presenta es de oferta o de demanda y de si para responder al mismo el banco central actúa bajo regla o bajo discreción. En todos los casos suponemos que la economía antes de la ocurrencia del choque está en su equilibrio de estado estacionario (esto es, las desviaciones de producto, inflación y tasa de interés son  $y_t, \pi_t, i_t = 0$ ).

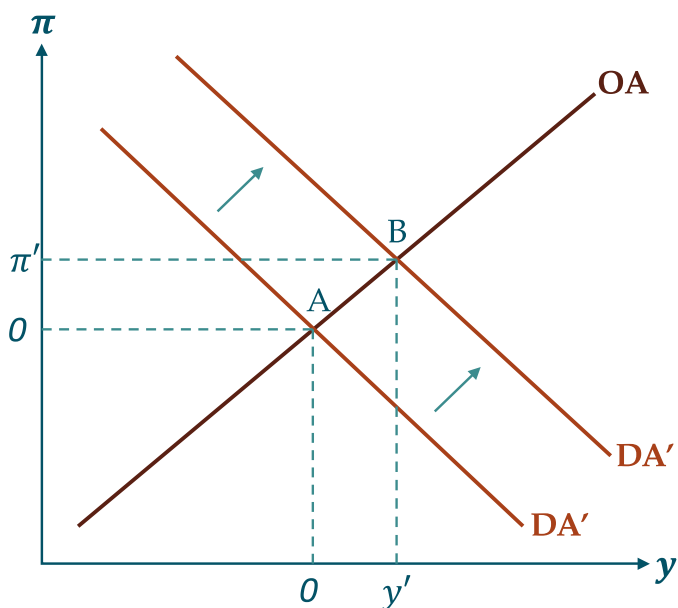
Para llevar a cabo el análisis usaremos gráficos en dos variables. El eje vertical corresponderá a la desviación de la inflación y el horizontal a la brecha de producto. De la ecuación (7.13) podemos deducir fácilmente que la curva de oferta tiene pendiente positiva. Para la curva de demanda combinamos las curvas IS y LM, para lo cual sustituimos la tasa de interés en (7.12), usando la ecuación (7.11). Lo anterior nos muestra que, en la curva de demanda, la relación entre el producto y la inflación se da por la reacción del banco central, en términos de la tasa de interés, ante las desviaciones de la inflación. En ese caso podemos verificar que cuando suponemos que el banco central actúa bajo regla ( $\varepsilon = 0$ ), la pendiente de la curva es negativa e incluye la reacción del banco central (automática, por la regla); mientras que cuando actúa bajo discreción ( $\delta, \gamma = 0$ ), tendremos una curva totalmente vertical y no incluye una respuesta automática del banco central, sino que será la persona que hace el análisis (en este caso, nosotros) quien decida bajo algún objetivo de estabilización cómo reaccionará el banco central. Ejemplos de esto último son los casos 2 y 4 que analizamos a continuación.

### 7.2.1. Caso 1: choque de demanda, bajo regla

Para llevar a cabo el análisis de este caso, omitimos el choque de oferta ( $s = 0$ ) y el componente discrecional ( $\varepsilon = 0$ ). Suponemos que ocurre un choque de demanda inflacionario ( $d_t > 0$ ). En este caso, como se muestra en el Gráfico 7.1, la curva de demanda se desplaza hacia la derecha y el equilibrio de la economía se mueve del punto A al punto B, en el cual hay un incremento tanto de la inflación como del producto (o, de manera más precisa, una desviación positiva de la inflación con respecto a su nivel de largo plazo y una brecha de producto positiva).

**Gráfico 7.1**

**Análisis de un choque de demanda en el modelo sin inercia, bajo una regla de política preestablecida**



Choque de demanda  
 $d_t > 0, s_t = 0$

Regla de política sin discreción

$$i_t = \delta\pi_t + \gamma y_t, \quad \varepsilon_t = 0$$

Solución

$$\pi_t = \frac{\sigma k}{\sigma + \gamma + k\delta} d_t$$

$$y_t = \frac{\sigma}{\sigma + \gamma + k\delta} d_t$$

$$i_t = \frac{\sigma(\gamma + k\delta)}{\sigma + \gamma + k\delta} d_t$$

**Nota:** como resultado del choque, la curva de demanda se desplaza a la derecha y la economía se mueve del equilibrio A al B, en donde hay desviaciones positivas tanto de la inflación como del producto con respecto a sus niveles de largo plazo. La respuesta del banco central, en términos de la tasa de interés nominal, se ciñe estrictamente a la regla de política previamente establecida e implica un incremento de esta.

Fuente: elaboración de los autores.

Solucionando el sistema de ecuaciones (7.11- 7.13), se puede encontrar que el equilibrio en el punto B está descrito por:

$$\pi_t = \frac{\sigma k}{\sigma + \gamma + \kappa\delta} d_t,$$

$$y_t = \frac{\sigma}{\sigma + \gamma + \kappa\delta} d_t,$$

$$i_t = \frac{\sigma(\gamma + \kappa\delta)}{\sigma + \gamma + \kappa\delta} d_t,$$

en donde se verifica fácilmente que los equilibrios corresponden a desviaciones positivas, incluyendo un aumento de la tasa de interés nominal.

**7.2.2. Caso 2: choque de demanda, bajo discreción**

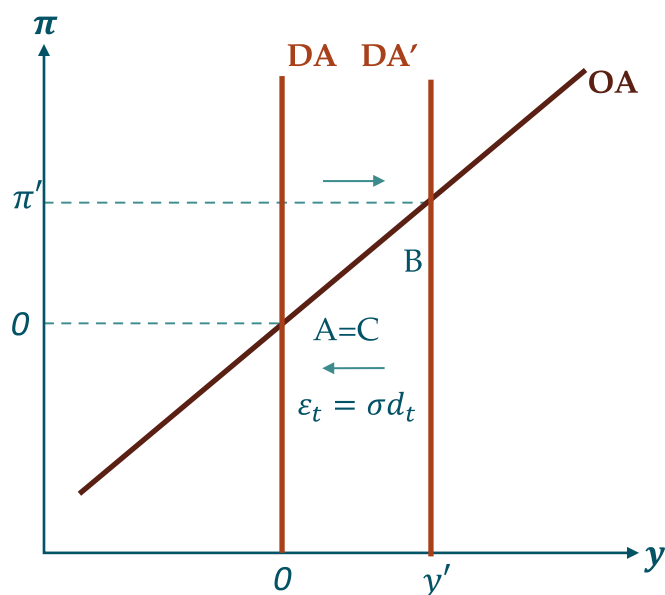
Para llevar a cabo el análisis del segundo caso, omitimos el choque de oferta ( $s = 0$ ) y los coeficientes de la regla ( $\delta, \gamma = 0$ ). Suponemos que ocurre un choque de demanda inflacionario ( $d_t > 0$ ). En este caso, como se muestra en el Gráfico 7.2, la curva de demanda se desplaza *inicialmente* hacia la derecha

y el equilibrio de la economía se mueve del punto A al punto B. Resaltamos que el movimiento de demanda que hemos descrito es solo inicial porque, dado que en este caso el banco central actúa discretionalmente, aún nos falta por definir qué acción tomará para responder al choque y, por tanto, cuál será el desplazamiento de la demanda como resultado de la respuesta del banco central en términos del instrumento de política. A partir de la ecuación (7.12), puede verse que un incremento en la tasa de interés nominal mueve la curva de demanda hacia la izquierda y que, por tanto, bastará con incrementarla lo suficiente para devolver a la economía a su equilibrio original. Al hacerlo de esa manera, el banco central habrá estabilizado completamente tanto la inflación como el producto, evitando que el choque de demanda genere desviaciones con respecto a sus valores de largo plazo. En términos algebraicos, puede verificarse que el valor de (la desviación de la) tasa de interés nominal que el banco central debe fijar para compensar las desviaciones iniciales generadas por el choque es:

$$i_t = \varepsilon_t = \sigma d_t.$$

### Gráfico 7.2

#### Análisis de un choque de demanda en el modelo sin inercia, bajo discreción



Choque de demanda

$$d_t > 0, s_t = 0$$

Política monetaria discrecional, sin regla

$$i_t = \varepsilon, \quad \delta = \gamma = 0$$

Solución

$$\pi_t = \frac{(\sigma d_t - \varepsilon_t)k}{\sigma}$$

$$y_t = \frac{\sigma d_t - \varepsilon_t}{\sigma}$$

$$i_t = \varepsilon_t$$

**Nota:** como resultado del choque, y antes de la respuesta del banco central, la curva de demanda se desplaza a la derecha y la economía se mueve del punto A al B, con desviaciones positivas tanto de la inflación como del producto con respecto a sus niveles de largo plazo. En este caso analizamos una respuesta del banco central que no se ciñe a una regla predeterminada, sino que se decide de forma totalmente discrecional. El gráfico ilustra que el banco central puede mantener la economía en su equilibrio original mediante un incremento de la tasa de interés nominal del tamaño adecuado ( $\varepsilon_t = \sigma d_t$ ) para compensar completamente el incremento inicial que tuvo la demanda por razón del choque.

Fuente: elaboración de los autores.

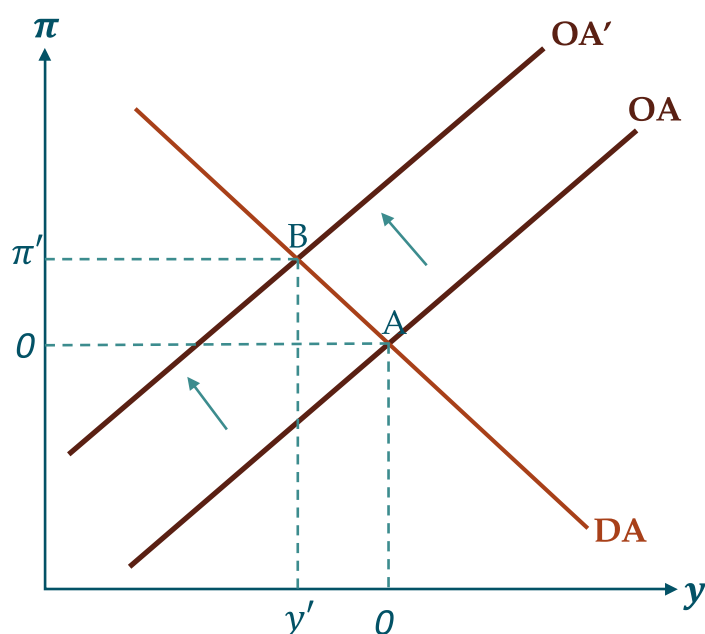
Este resultado ilustra uno más general que se presenta en muchos modelos macroeconómicos simples: ante un choque de demanda conocido o anticipado, el banco central en general puede mover suficientemente la tasa de interés nominal para anular completamente el efecto del choque tanto sobre la inflación como sobre el producto<sup>45</sup>.

### 7.2.3. Caso 3: choque de oferta, bajo regla

Ahora omitimos el choque de demanda ( $d = 0$ ) y el componente discrecional ( $\varepsilon = 0$ ). Suponemos que ocurre un choque de oferta inflacionario ( $s_t > 0$ ). En este caso, como se muestra en el Gráfico 7.3, la curva de oferta se desplaza hacia la izquierda y el equilibrio de la economía se mueve del punto A al punto B, en el cual hay un incremento de la inflación y una reducción del producto (o, de manera más precisa, una desviación positiva de la inflación con respecto a su nivel de largo plazo y una brecha de producto negativa).

Gráfico 7.3

Análisis de un choque de oferta en el modelo sin inercia, bajo una regla de política preestablecida



Choque de oferta  
 $d_t = 0, s_t > 0$

Regla de política sin discreción  
 $i_t = \delta \pi_t + \gamma y_t, \varepsilon_t = 0$

Solución

$$\pi_t = \frac{\sigma + \gamma}{\sigma + \gamma + k\delta} s_t$$

$$y_t = -\frac{\delta}{\sigma + \gamma + k\delta} s_t$$

$$i_t = \frac{\sigma\delta}{\sigma + \gamma + k\delta} s_t$$

Nota: como resultado del choque, la curva de oferta se desplaza a la izquierda y la economía se mueve del equilibrio A al B, en donde hay una desviación positiva de la inflación y una desviación negativa del producto con respecto a sus correspondientes niveles de largo plazo. La respuesta del banco central, en términos de la tasa de interés nominal, se ciñe estrictamente a la regla de política previamente establecida e implica un incremento de esta.

Fuente: elaboración de los autores.

45 Esto no siempre es posible, en particular cuando ocurre un choque de demanda deflacionario lo suficientemente grande que requiere como respuesta una tasa de interés nominal negativa (negativa en nivel y no solamente en desviación con respecto a su nivel de largo plazo como la estamos analizando en este capítulo), la cual puede ser muy difícil de implementar mientras exista la opción de usar efectivo, que garantiza, por sus características y operación, una tasa de interés nominal nula.

Solucionando el sistema de ecuaciones (7.11-7.13), se puede encontrar que el equilibrio en el punto B está descrito por:

$$\pi_t = \frac{\sigma + \gamma}{\sigma + \gamma + \kappa\delta} s_t,$$

$$y_t = -\frac{\delta}{\sigma + \gamma + \kappa\delta} s_t,$$

$$i_t = \frac{\sigma\delta}{\sigma + \gamma + \kappa\delta} s_t,$$

en donde se verifica fácilmente que los equilibrios corresponden a desviaciones positivas de la inflación y la tasa de interés nominal, y una brecha de producto negativa.

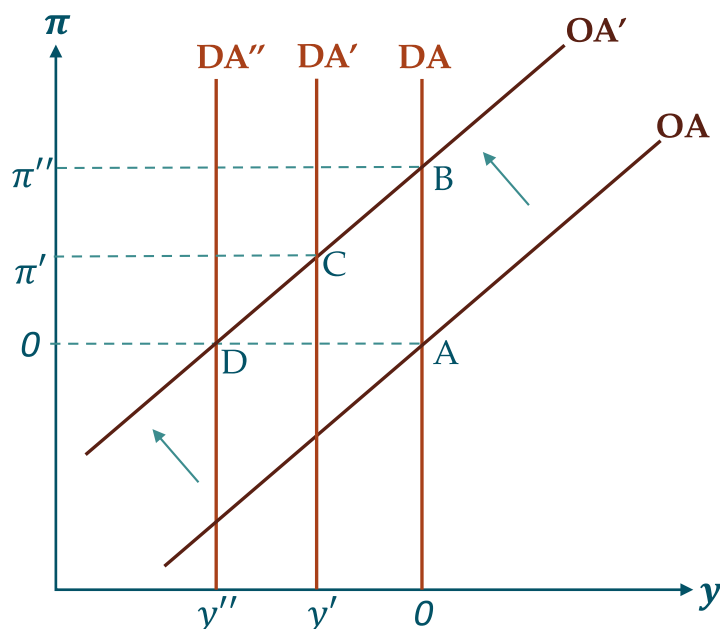
#### 7.2.4. Caso 4: choque de oferta, bajo discreción

Para analizar este caso, omitimos el choque de demanda ( $d = 0$ ) y los coeficientes de la regla ( $\delta, \gamma = 0$ ). Suponemos que ocurre un choque de oferta inflacionario ( $s_t > 0$ ). En este caso, como se muestra en el Gráfico 7.4, la curva de oferta se desplaza hacia la izquierda y la economía se mueve *inicialmente* del punto A al punto B. Resaltamos que el movimiento de la economía que hemos descrito es solo inicial porque, dado que en este caso el banco central actúa discrecionalmente, aún nos falta por definir qué acción tomará para responder al choque y, por tanto, cuál será el desplazamiento de la demanda como resultado de la respuesta del banco central en términos de la tasa de interés.

A partir de la ecuación (7.12), puede verse que un incremento en la tasa de interés nominal mueve la curva de demanda hacia la izquierda. Este caso ilustra la relación costo beneficio, lo que los economistas usualmente denominamos *trade-off*, a la que se enfrenta el hacedor de política monetaria al intentar responder a un choque de oferta haciendo uso del instrumento de política disponible (la tasa de interés nominal), que afecta directamente la demanda. El banco central puede decidir dejar completamente quieta la tasa de interés, y por tanto no generar ningún desplazamiento de la demanda. Esa decisión mantendría completamente estable el producto y permitiría que todo el efecto del choque ocurra sobre la inflación. En el otro extremo, el banco central podría incrementar significativamente la tasa de interés, para llevar a la economía a un equilibrio como el del punto D, donde se mantiene completamente estable la inflación y todo el efecto del choque ocurre sobre el producto. O, en un caso intermedio, si el banco central está interesado tanto en la estabilización de la inflación como del producto, hará un incremento positivo pero menor que el requerido en el punto D, para llevar la economía hasta un punto intermedio

### Gráfico 7.4

#### Análisis de un choque de oferta en el modelo sin inercia, bajo discreción



Choque de oferta  
 $d_t = 0, s_t > 0$

Política monetaria discrecional, sin regla  
 $i_t = \varepsilon_t, \delta = \gamma = 0$

Solución  

$$\pi_t = \frac{\sigma s_t - k \varepsilon_t}{\sigma}$$

$$y_t = -\frac{\varepsilon_t}{\sigma}$$

$i_t = \varepsilon_t = 0$ , si solo le interesa estabilizar  $y_t$  (B)

$i_t = \varepsilon_t (0, \frac{\sigma}{k} s_t)$ , si le interesa estabilizar ambos,  $\pi_t$  e  $y_t$  (C)

$i_t = \varepsilon_t = \frac{\sigma}{k} s_t$ , si solo le interesa estabilizar  $\pi_t$  (D)

**Nota:** como resultado del choque la curva de oferta se desplaza a la izquierda y la economía se mueve del punto A al B. En este caso analizamos una respuesta del banco central que no se ciñe a una regla predeterminada, sino que se decide de forma totalmente discrecional. El gráfico ilustra que el banco central puede decidirse por puntos extremos como el B, en el que se estabiliza completamente el producto y todo el efecto ocurre sobre la inflación, o el D, en donde ocurre justamente lo contrario, o un caso intermedio como el del punto C, en donde las dos variables experimentan desviaciones pero de menor tamaño que en los puntos extremos.

Fuente: elaboración de los autores.

entre los puntos B y D, digamos C. En ese equilibrio habrá una desviación positiva de la inflación (menor que en B) y una negativa del producto (menor que en D).

### 7.3. Modelo con persistencia en los choques

En esta subsección analizamos brevemente el modelo básico bajo el supuesto de que los choques tienen persistencia y, por tanto, permitimos que sus efectos se prolonguen en el tiempo, lo que nos exige hacer un análisis dinámico del impacto sobre la macroeconomía. En particular, suponemos que los choques de oferta y demanda están descritos por los siguientes **procesos autorregresivos**:

$$s_t = \rho s_{t-1} + \varepsilon_{t'} \tag{7.14}$$

$$d_t = \omega d_{t-1} + u_{t'} \tag{7.15}$$

en donde  $\rho$  y  $\omega$  son constantes que toman valores entre 0 y 1, y  $\varepsilon_t$  y  $u_t$  son ruido blanco (siguiendo la misma definición que se dio en la subsección anterior). Al seguir un proceso autorregresivo el valor de cada choque depende de su valor en el pasado, lo que implica que el choque inicial tiene un efecto persistente en el tiempo, que se va diluyendo gracias al hecho de que los coeficientes  $\rho$  y  $\omega$  son menores que 1.

Para conveniencia del lector, reescribimos las ecuaciones agregadas obtenidas en la subsección 7.1, tanto la IS como la oferta agregada:

$$y_t = E_t y_{t+1} - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t \pi_{t+1}) + d_t \quad (7.3)$$

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa y_t + s_t \quad (7.10)$$

y adicionamos la ecuación que describe la reacción del banco central (LM) en la que, a diferencia de la ecuación usada en la subsección anterior (ecuación 7.11), omitiremos la posibilidad de actuar discrecionalmente y por simplicidad supondremos que se sigue exclusivamente la regla monetaria. Adicionalmente, y también en contraste con la ecuación (7.11), especificamos la regla no en forma de respuesta a las desviaciones actuales de la inflación y del producto sino a las desviaciones esperadas. Esto es, una regla que mira hacia adelante (o *forward looking*, como es común llamar a esta característica haciendo uso de su denominación en inglés)<sup>46</sup>:

$$i_t = \delta E_t \pi_{t+1} + \gamma E_t y_{t+1} \quad (7.16)$$

en donde suponemos que  $\delta > 1$  y, por tanto, que la respuesta del banco central a la desviación esperada de la inflación es más que proporcional. Esto con el fin de que ante un incremento/reducción de la inflación esperada la correspondiente respuesta de política genere un incremento/reducción de la tasa de interés real ( $i_t - E_t \pi_{t+1}$ ), como en general se espera que ocurra.

### 7.3.1. Pasos para encontrar la solución del modelo

Resolver el modelo descrito en esta subsección es relativamente sencillo, pero puede ser bastante dispendioso en términos de la cantidad de álgebra requerida. Por lo anterior, solo describiremos los pasos que se siguen para obtener esa solución a partir del uso del **método de coeficientes indeterminados** (explicado en el apéndice del presente libro), y escribiremos las expresiones finales que se obtienen al resolver para los coeficientes correspondientes.

46 La regla mirando hacia adelante (es decir la ecuación 7.16) corresponde a una versión más estándar. Es común suponer que el banco central, en lugar de reaccionar a los valores observados de las variables macroeconómicas, reaccione a las expectativas sobre estos, debido a que la política monetaria opera con rezago sobre la economía y esto hace aún más importante que la reacción se anticipe a la situación macroeconómica futura.

**Paso 1.** Se plantean las conjeturas para la potencial solución del problema. Dado que se trata de dos variables futuras sobre las que se forman expectativas, planteamos dos conjeturas en las que suponemos, consistentemente con la estructura del sistema de ecuaciones del modelo (lo que verificaremos unos pasos adelante), que las soluciones para las desviaciones de la inflación y el producto quedarán escritas en términos de los choques de oferta y demanda:

$$\pi_t = A_\pi s_t + B_\pi d_t \quad (7.17)$$

$$y_t = A_y s_t + B_y d_t \quad (7.18)$$

**Paso 2.** A partir de las conjeturas planteadas, ecuaciones (7.17-7.18), adelantando un periodo y tomando expectativas (y tomando en cuenta la dinámica expresada por las ecuaciones 7.14 y 7.15), encontramos las siguientes expresiones para las expectativas:

$$E_t \pi_{t+1} = A_\pi \rho s_t + B_\pi \omega d_t \quad (7.19)$$

$$E_t y_{t+1} = A_y \rho s_t + B_y \omega d_t \quad (7.20)$$

**Paso 3.** Se reemplaza la regla monetaria (ecuación 7.16) en las ecuaciones IS y de oferta (7.3 y 7.10) para obtener expresiones para las desviaciones de la inflación y del producto en términos de las expectativas de esas mismas variables y los choques de oferta y demanda ( $s_t$  y  $d_t$ ).

**Paso 4.** Reemplazar las ecuaciones (7.19-7.20) en las ecuaciones obtenidas en el anterior paso. Como resultado se obtienen expresiones para las desviaciones de la inflación y del producto en términos los choques de oferta y demanda ( $s_t$  y  $d_t$ ). Estas representan las ‘aparentes’ soluciones al modelo. Las denominamos aparentes porque aún falta por verificar su consistencia y determinar los coeficientes de las conjeturas, lo que haremos en el siguiente paso.

**Paso 5.** Se comparan las ecuaciones obtenidas en el anterior paso con las conjeturas planteadas y las ecuaciones (7.17-7.18), para verificar su consistencia y determinar los coeficientes de las mismas (esto es, encontrar una expresión para los coeficientes de las conjeturas en términos de los parámetros originales del modelo).

Este último paso nos lleva a obtener las siguientes expresiones:

$$A_\pi = \frac{\sigma(1-\rho)+\gamma\rho}{(1-\beta\rho)[\sigma(1-\rho)+\gamma\rho]+(\delta-1)\kappa\rho'}$$

$$A_y = -\frac{\frac{\rho(\delta-1)}{\sigma(1-\rho)+\gamma\rho}}{(1-\beta\rho)[\sigma(1-\rho)+\gamma\rho]+(\delta-1)\kappa\rho'}$$

$$B_\pi = \frac{\kappa\sigma}{(1-\beta\omega)[\sigma(1-\omega)+\gamma\omega]+(\delta-1)\kappa\omega'}$$

$$B_y = \frac{\sigma(1-\beta\omega)}{(1-\beta\omega)[\sigma(1-\omega)+\gamma\omega]+(\delta-1)\kappa\omega'}$$

que junto a las conjeturas inicialmente planteadas representan la solución al modelo<sup>47</sup>.

A partir de estos resultados puede verse que  $dB_\pi/d\delta, dB_y/d\delta < 0$ : entre más fuerte responda el banco central a través de la tasa de interés nominal a un choque de demanda dado, menor será el efecto sobre las desviaciones de la inflación y del producto. En el límite, cuando el coeficiente de respuesta es muy grande ( $\delta \rightarrow \infty$ ), se anula completamente el efecto del choque de demanda tanto sobre la inflación como sobre el producto ( $B_\pi, B_y \rightarrow 0$ ). Por el contrario, cuando el choque es de oferta no es posible para el banco central anular completamente el efecto de este sobre las dos variables. Puede verse que  $dA_\pi/d\delta < 0, d|A_y|/d\delta > 0$ : entre más fuerte responda el banco central a través de la tasa de interés nominal a un choque de oferta dado, menor será el efecto sobre la desviación de la inflación, pero mayor será el efecto sobre el producto. En el límite, cuando el coeficiente de respuesta es muy grande ( $\delta \rightarrow \infty$ ), se anula completamente el efecto del choque de oferta sobre la inflación mientras se alcanza el máximo efecto (negativo si es un choque inflacionario, positivo si es deflacionario) sobre el producto ( $A_\pi \rightarrow 0, A_y \rightarrow -1/\kappa$ )<sup>48</sup>.

Con un ejemplo específico ilustramos algunas características dinámicas del modelo. Supongamos que la economía se encuentra en sus niveles de largo plazo, no ocurren choques de demanda, pero en el periodo  $t$  se presenta un choque de oferta inflacionario  $\varepsilon_t > 0$ , que ocurre por una única vez, esto es  $\varepsilon_{t+j} = 0$ , para todo  $j > 0$ . Como resultado, vemos que el choque inicial persiste en el tiempo, aunque se va diluyendo (a partir de la ecuación 7.14):

$$s_t = \varepsilon_t, \quad s_{t+1} = \rho\varepsilon_t, \quad s_{t+2} = \rho^2\varepsilon_t, \dots \quad s_{t+j} = \rho^j\varepsilon_t$$

y, por tanto, las sendas de las desviaciones de la inflación y el producto serán, respectivamente (a partir de las ecuaciones 7.17 y 7.18):

$$\pi_t = A_\pi\varepsilon_t, \quad \pi_{t+1} = A_\pi\rho\varepsilon_t, \dots \quad \pi_{t+j} = A_\pi\rho^j\varepsilon_t,$$

$$y_t = A_y\varepsilon_t, \quad y_{t+1} = A_y\rho\varepsilon_t, \dots \quad y_{t+j} = A_y\rho^j\varepsilon_t.$$

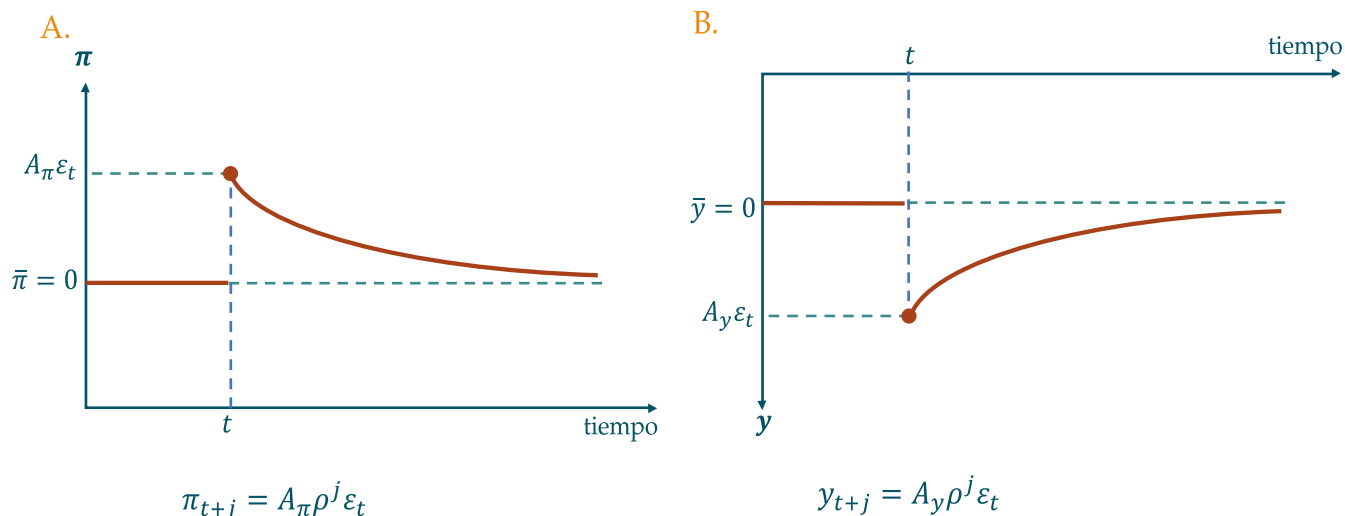
El Gráfico 7.5 describe las trayectorias de las desviaciones de la inflación (panel A) y el producto (panel B) en el tiempo. Allí se observa que en el momento del choque hay un impacto inicial sobre las dos variables (positivo sobre la primera y negativo sobre la segunda), que se va diluyendo poco a poco en el tiempo. El grado de persistencia en el tiempo de ese impacto depende

47 Estrictamente hablando, la solución completa debe incluir también la expresión final para la tasa de interés nominal, que puede obtenerse tomando en cuenta las ecuaciones obtenidas para los coeficientes y reemplazando las ecuaciones (7.19-7.20) en la ecuación (7.16).

48 Como se explicó, el modelo analizado considera una regla monetaria. El lector interesado puede encontrar los detalles de la solución al mismo modelo (usando también el método de coeficientes indeterminados), con la diferencia de que la política monetaria opera bajo discreción —minimizando una función de pérdida—, en Parra-Polania (2019), particularmente en el apéndice de ese documento.

fundamentalmente del valor de  $\rho$  (el coeficiente en la ecuación que describe la dinámica del choque de oferta, ecuación 7.14). Entre más cercano a uno, mayor persistencia tendrá el efecto del choque inicial.

**Gráfico 7.5**  
Análisis de un choque de oferta en el modelo con inercia



Fuente: elaboración de los autores.

## Bibliografía

- Calvo, G. A. (1983). "Staggered prices in a utility-maximizing framework", *Journal of Monetary Economics*, vol. 12, núm. 3, pp. 383-398.
- Parra-Polania, J. A. (2019). "State-Dependent Forward Guidance and the Problem of Inconsistent Announcements", *German Economic Review*, vol. 20, núm. 4, pp. 1019-1027.
- Romer, D. (2012). *Advanced Macroeconomics*, 4.<sup>a</sup> ed., Nueva York: McGraw-Hill/Irwin.
- Walsh, C. E. (2017). *Monetary Theory and Policy*, 4.<sup>a</sup> ed., Cambridge: The MIT Press.

## Preguntas y ejercicios

- 1- ¿Cuál es la diferencia principal entre el modelo NK y los modelos de Lucas y Taylor?
- 2- Al incluir competencia monopolística y rigideces nominales, ¿a qué diferencia da lugar el modelo NK con respecto al modelo MIU?
- 3- Una economía está descrita por las siguientes ecuaciones:

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + y_t + s_t$$

$$y_t = E_t y_{t+1} - (i_t - E_t \pi_{t+1})$$

donde  $\pi$  es inflación,  $y$  brecha de producto,  $i$  tasa de interés,  $s_t$  es un choque (observado en  $t$  por el banco central) con media cero y sin componentes autorregresivos.  $E_t \pi_{t+1}$  corresponde a las expectativas de inflación futura y  $E_t y_{t+1}$  a las expectativas de brecha de producto futura.  $\beta$  es una constante con valor entre 0 y 1. En el estado estacionario todas las variables son iguales a cero. El banco central actúa discrecionalmente ( $i_t = \varepsilon_t$ ) y les da **exactamente la misma importancia** a las desviaciones de la inflación y del producto con respecto a sus estados estacionarios.

- a. ¿Qué valores toman  $E_t \pi_{t+1}$ ,  $E_t y_{t+1}$ ? Explique. Encuentre las expresiones para  $y_t$  y  $\pi_t$  en términos de  $s_t$  y  $\varepsilon_t$ .
  - b. Si ocurre un choque de oferta deflacionario (en particular,  $s_t = -1$ ), ¿cuál será la respuesta óptima del banco central (es decir, encuentre una expresión para  $\varepsilon_t$ )?, ¿cuáles los valores finales para inflación y brecha de producto?
  - c. Explique usando gráficos cómo sería su respuesta en el inciso b si al banco central solo le importara el producto y cómo sería si solo le importara la inflación.
- 4- Una economía está descrita por las siguientes ecuaciones:

$$\pi_t = \frac{1}{2} E_t \pi_{t+1} + y_t + s_t \quad y_t = -i_t + E_t \pi_{t+1} \quad s_t = \frac{1}{2} s_{t-1} + \varepsilon_t$$

$E_t \pi_{t+1}$  corresponde a las expectativas de inflación. El banco central sigue una regla particular en la que actúa de acuerdo con las expectativas de inflación futura:  $i_t = \frac{3}{2} E_t \pi_{t+1}$ . La economía parte del estado estacionario y sufre un choque positivo de oferta  $\varepsilon_t > 0$ . Suponga que  $\varepsilon_{t+j} = 0$  para cualquier  $j > 0$ .

- a. Plantee la(s) conjetura(s) que sea(n) necesaria(s) en términos del choque de oferta. Encuentre una expresión para las expectativas y las expresiones para  $y_t$  y  $\pi_t$  en términos del choque de oferta.

- b. Verifique la consistencia de la(s) conjetura(s) y encuentre la solución final para  $y_t$  y  $\pi_t$ .
  - c. Explique a partir de la solución cómo sabemos si después de un único choque  $s_t$  la inflación converge o no al estado estacionario en el futuro.
- 5- (Pregunta difícil) Estamos al inicio del periodo  $t$  y supongamos que sabemos con certeza que durante este periodo Colombia no experimentará ningún choque de oferta o demanda. Los expertos anuncian que en  $t + 1$  (y solo en ese periodo) se presentará el fenómeno de El Niño y, por tanto, tendremos un choque de oferta inflacionario. Explique, en el contexto de un modelo NK, con las ecuaciones (7.3) y (7.10) y bajo la idea de que el Banco de la República actúa de forma completamente discrecional (por simplicidad suponga que le da importancia solo a las desviaciones de la inflación y que esto es conocido por los agentes privados): ¿qué pasará con las expectativas de inflación y brecha?, ¿tomará el Banco de la República alguna acción en el periodo  $t$ ?, ¿cuál sería?

## 8. Inconsistencia dinámica

## Conceptos clave

- **Discrecionalidad**
- **Reglas de política**
- **Regla de Taylor**
- **Sesgo inflacionario**
- **Expectativas de inflación**
- **Reputación**
- **Inducción hacia atrás**

Dentro del estudio de la política económica hay una importante discusión acerca de cómo deben tomarse las decisiones de política monetaria: si debieran estar basadas en reglas o en la discrecionalidad del banco central. Estas reglas en política monetaria se refieren a fórmulas predeterminadas que especifican cuál debe ser la respuesta de la autoridad monetaria en materia de tasa de política, teniendo en cuenta diferentes elementos tales como las desviaciones de la inflación con respecto a la meta o las desviaciones del producto con respecto a su nivel de largo plazo, entre otros posibles factores. De otra parte, la discreción en política monetaria se refiere a la potestad otorgada al banco central para que, en lugar de ceñirse a una regla predeterminada, use su criterio para elegir la acción más apropiada ante cada situación o evento que enfrente la economía.

La discrecionalidad tiene la ventaja de permitir flexibilidad para responder a choques económicos inesperados; no obstante, a partir del análisis teórico, se ha encontrado que la sociedad puede alcanzar niveles más altos de bienestar económico cuando se sigue una regla óptima (esto es, derivada del problema de maximización de bienestar), pero este resultado requiere que exista un mecanismo que implemente estrictamente el cumplimiento de la regla o un compromiso creíble de seguirla. Por ejemplo, se podría fijar de antemano la forma específica en la que el banco central va a actuar ante fluctuaciones de la inflación o de la actividad económica, pero la credibilidad de esa regla dependería de que el banco central tenga incentivos para ceñirse a ella. El análisis de los incentivos a la hora de actuar discrecionalmente o cumplir una regla óptima de política monetaria llevó a lo que se conoce en la literatura como el problema de la “inconsistencia dinámica”.

Antes de ahondar en ese problema, que es el centro de este capítulo, es importante aclarar que en la literatura de política monetaria se usa el término “regla” para referirse a dos tipos de fórmulas que predeterminan las acciones de política. Por un lado, están las reglas *ad hoc*, con un propósito principalmente descriptivo o de simplificación, y por otro lado están las reglas óptimas, es decir aquellas que se derivan de un proceso de optimización. Las primeras son usualmente una forma simplificada de aproximar el comportamiento de

los bancos centrales en la solución de modelos complejos. Un ejemplo de este tipo de reglas es la famosa **regla de Taylor**. En contraste, las segundas son derivadas de forma óptima y están diseñadas para alcanzar el mejor resultado posible, dado un objetivo específico (por ejemplo, la maximización de la función de bienestar social). La posibilidad de alcanzar ese objetivo está fundamentalmente relacionada con la credibilidad de los mercados en el compromiso del banco central con el cumplimiento futuro de la regla óptima. Es a este segundo caso al que hacemos referencia en este capítulo cuando hablamos de regla o compromiso.

Definimos una política dinámicamente inconsistente o que sufre del problema de inconsistencia temporal si, cuando se planea en el periodo  $t$  se trata de la decisión óptima, pero cuando llega el momento de implementarla en un periodo futuro, digamos  $t + j$ , esta ha dejado de ser la mejor opción. En el contexto de la política monetaria, el ejemplo usual de este problema está relacionado con el compromiso público del banco central sobre el nivel de inflación que se espera observar (digamos a un horizonte de dos años); un nivel bajo, que visto desde el periodo actual sería óptimo.

De esta forma, puede haber inconsistencia si al momento de llevar a cabo las acciones necesarias para intentar cumplir ese compromiso, el banco central en lugar de hacerlo, y aprovechando que las expectativas de inflación son bajas (porque los agentes económicos han creído en esa promesa), permite que la inflación aumente por encima del nivel prometido para, mediante la sobreestimulación de la economía, intentar alcanzar temporalmente un mayor crecimiento económico. No obstante, si los agentes son racionales, ellos anticipan esa situación, por lo que desde el principio no creerán en la promesa y se termina en una situación, en términos del bienestar social, peor que la inicial, puesto que no habrá un mayor nivel de actividad económica pero sí una inflación más elevada como resultado de las expectativas de inflación.

### 8.1. Sesgo inflacionario y modelo para ilustrar la inconsistencia dinámica

Como una descripción del problema de inconsistencia dinámica aparece el concepto de sesgo inflacionario, presentado inicialmente por Kydland y Prescott (1977). Estos autores argumentan que si la política monetaria fuese simétrica debería haber periodos de inflación alta y periodos de inflación baja con similar duración; sin embargo, empíricamente se encuentra que hay periodos más largos de inflación alta, lo cual sugeriría una aparente preferencia por esa opción. Entre los economistas hay consenso sobre que este *trade-off* entre inflación ( $\pi$ ) y producto ( $y$ ) no se puede explotar sistemáticamente, ya que una inflación relativamente alta por tiempos prolongados empieza a ser perjudicial para el crecimiento de la economía porque genera incertidumbre y

distorsiones en los precios y en las decisiones económicas. No obstante, bajo una visión cortoplacista, habría incentivos para aprovechar ese *trade-off*, ya que tener una inflación por encima del nivel objetivo,  $\pi_t > \bar{\pi}$ , le permitiría al banco central alcanzar temporalmente un crecimiento del producto por encima de la tasa de crecimiento de largo plazo,  $y_t > \bar{y}$ , como resultado de la sobreestimulación de la economía.

Para ilustrar el problema de inconsistencia dinámica, haremos uso de un modelo que incluye una función de pérdida de la sociedad, definida por  $L$ . En este caso queremos minimizar la función para tener la menor pérdida posible de bienestar social.

$$\text{Min } L = \pi^2 + \lambda(y - y_0)^2 \quad (8.1)$$

donde  $y$  se define como la brecha del producto, que corresponde a la desviación del producto con respecto a su nivel de largo plazo o de estado estacionario, mientras que  $y_0$  corresponde a la meta u objetivo de brecha de producto, que supondremos que no coincide con la brecha de producto de largo plazo. Por definición, la brecha de producto de largo plazo, que denominaremos  $\bar{y}$ , debe ser igual a cero ( $\bar{y} = 0$ ). Esa diferencia entre la meta de brecha de producto ( $y_0 > 0$ ) y la brecha de producto de largo plazo ( $\bar{y} = 0$ ) será precisamente la fuente principal del problema de inconsistencia dinámica.

Notemos que el término que captura la inflación en la ecuación (8.1) se podría expresar alternativamente como  $(\pi - \bar{\pi})^2$ , donde se representan las desviaciones de la inflación observada  $\pi$  con respecto a la inflación de estado estacionario  $\bar{\pi}$  que, en este caso, corresponde a la meta de inflación y por simplicidad la hemos supuesto igual a cero ( $\bar{\pi} = 0$ ). Este término nos indica que a la sociedad o al banco central no les gustan las desviaciones de la inflación con respecto a la meta. Por su parte, el componente  $(y - y_0)^2$  nos muestra la desviación de la brecha de producto observada,  $y$ , frente a la brecha de producto objetivo,  $y_0$ . Como se mencionó, en este caso tenemos  $y_0 > \bar{y} = 0$ , lo cual nos indica que la sociedad prefiere tener una brecha del producto positiva. Esta situación puede suceder porque, por ejemplo, nos encontramos bajo competencia imperfecta y el poder de mercado conlleva precios más altos y producción más baja que en el caso de competencia perfecta. Dada esta situación, en el corto plazo parecería deseable tener un producto por encima del nivel de largo plazo,  $y_0 > 0$ , ya que esto puede impulsar temporalmente el empleo. Alternativamente, y desde un punto de vista político, una sobreestimulación de la economía podría generar una mejor percepción para el gobierno de turno, aunque el resultado no sea sostenible y termine generando perjuicios en el largo plazo.

En este modelo, a la sociedad o al banco central les interesa la estabilización de la inflación y de la brecha de producto, con coeficientes o pesos de 1 y  $\lambda$ , respectivamente. En este caso, se ha normalizado a 1 el parámetro que acompaña a la desviación de  $\pi$  en la función de pérdidas. Esa normalización

permite saber en términos relativos qué tan importante es para el banco central o la sociedad mitigar las desviaciones de la inflación con respecto a su meta, frente a reducir las correspondientes desviaciones de la brecha de producto. Si  $\lambda > 1$ , estamos ante una sociedad que considera que las desviaciones del producto con respecto al nivel objetivo son más costosas que las desviaciones de inflación. Sucede lo contrario si  $\lambda < 1$ : las desviaciones de inflación son más costosas que las desviaciones del producto.

Adicionalmente, en el modelo tenemos una ecuación de oferta agregada que nos indica que la inflación está en función de sus expectativas y de la brecha del producto

$$\pi = \pi^e + y \quad (8.2)$$

Además, tenemos una curva IS (o curva de equilibrio en el mercado de bienes) que nos relaciona la brecha del producto con la tasa de interés nominal de manera inversa

$$y = -i. \quad (8.3)$$

Notemos que es un modelo estilizado, esto es, ajustado específicamente para el propósito de ilustrar el problema de inconsistencia dinámica y no está microfundamentado (las ecuaciones de oferta y demanda agregadas no surgen de procesos de optimización de los agentes). La expresión (8.3) supone directamente que no hay neutralidad del dinero en este modelo, ya que la política monetaria, mediante cambios en la tasa de interés nominal, afecta la brecha de producto, una variable real.

Ahora vamos a establecer la sucesión de eventos en el modelo para resolverlo utilizando inducción hacia atrás. De esta forma, suponemos que las expectativas de inflación se forman primero y que luego el banco central fija la tasa de interés ( $\pi^e \rightarrow i$ ).

A continuación, planteamos tres posibles casos en los que variaremos si el banco central se ciñe o no al estricto cumplimiento de su promesa y el grado de credibilidad de los agentes. Una vez obtenidos los resultados para los tres casos, haremos un análisis comparativo para concluir cuál resulta siendo la mejor acción o respuesta de cada uno de los tomadores de decisiones en este modelo: por un lado, el banco central y por el otro, los agentes privados.

El primer caso lo denominamos de “compromiso”. En esta situación, el banco central promete que va a cumplir una meta de inflación dada, en este caso  $\pi = \bar{\pi} = 0$  y, por su parte, los agentes creen en ese compromiso, por lo cual se generan las expectativas de inflación  $\pi^e = 0$ . De esta forma, reemplazando en las ecuaciones de oferta y la IS, (8.2) y (8.3) respectivamente, tenemos:

$$i = 0, \quad y = 0$$

Luego, reemplazando en la función de pérdida de la sociedad dada por (8.1), obtenemos la siguiente expresión:

$$L = 0^2 + \lambda(y - y_0)^2 = \lambda y_0^2$$

lo cual representa la pérdida de bienestar de la sociedad en el caso de que el banco central cumpla con su promesa de inflación, considerando que los agentes creyeron en ella.

El segundo caso por estudiar, lo denominamos “credibilidad y discreción”. En este escenario, los agentes siguen creyendo que el banco central va a cumplir con su meta de inflación, así que las expectativas de inflación son iguales que en el caso anterior:  $\pi^e = 0$ , pero el banco central en realidad va a actuar de forma discrecional.

Para resolver este caso, reemplazamos las ecuaciones (8.2) y (8.3), que representan la oferta agregada y la IS en (8.1):

$$L = (\pi^e - i)^2 + \lambda(-i - y_0)^2$$

Para resolver de manera óptima para el banco central, vamos a usar un proceso de inducción hacia atrás. Esto quiere decir que primero resolvemos para la tasa de interés y luego para las expectativas, es decir, lo hacemos en la dirección contraria a la sucesión de eventos. Para comenzar, se plantean las condiciones de primer orden con respecto a  $i$ :

$$\begin{aligned} \frac{dL}{di} = 0 \quad \rightarrow \quad & -2(\pi^e - i) - 2\lambda(-i - y_0) = 0 \\ & (1 + \lambda)i = \pi^e - \lambda y_0 \end{aligned}$$

En este punto, ya es claro que podemos encontrar una expresión para la tasa de interés en términos de las demás variables:

$$i = \frac{\pi^e - \lambda y_0}{1 + \lambda} \quad (8.4)$$

Como en este caso los agentes le siguen creyendo al banco central,  $\pi^e = 0$ , por lo cual, reemplazando en (8.4), obtenemos:

$$i = -\frac{\lambda}{1 + \lambda} y_0 \quad (8.5)$$

Reemplazando (8.5) en la IS, dada por (8.3), hallamos la siguiente expresión para la brecha de producto:

$$y = \frac{\lambda}{1 + \lambda} y_0 \quad (8.6)$$

Reemplazando  $i$  y  $y$  en la oferta agregada (8.2), encontramos también el nivel de inflación resultante de la política discrecional del banco central:

$$\pi = \frac{\lambda}{1 + \lambda} y_0 \quad (8.7)$$

Luego, reemplazamos (8.5-8.7) en la función de pérdida de la sociedad y realizamos las operaciones de álgebra correspondientes:

$$L = \left( \frac{\lambda}{1 + \lambda} y_0 \right)^2 + \lambda \left( \frac{\lambda}{1 + \lambda} y_0 - y_0 \right)^2$$

$$L = \left(\frac{\lambda}{1+\lambda}\right)^2 y_0^2 + \lambda \left(\frac{-1}{1+\lambda} y_0\right)^2$$

$$L = y_0^2 \left(\frac{(\lambda)^2}{(1+\lambda)^2} + \frac{\lambda}{(1+\lambda)^2}\right)$$

$$L = \frac{\lambda}{1+\lambda} y_0^2$$

Notemos que la pérdida de bienestar de la sociedad en el caso estudiado, cuando hay credibilidad y discreción, es menor que en el primer caso, cuando solo hay compromiso, dado que  $\frac{\lambda}{1+\lambda} y_0^2 < \lambda y_0^2$ .

Esto quiere decir que, si el banco central persigue un nivel de inflación distinto al prometido, como en este escenario en el que  $\pi = \frac{\lambda}{1+\lambda} y_0 > 0$ , la sociedad obtiene un nivel de bienestar mayor. Este resultado se conoce como sesgo inflacionario, el cual implica que el banco central está dispuesto a asumir una inflación por encima de la óptima con tal de generar una brecha del producto superior a la encontrada cuando hay compromiso. Recordemos que una brecha superior se traduce en un nivel de producto aun mayor respecto al nivel de largo plazo.

Finalmente, tenemos un tercer caso, denominado de “racionalidad”, que consiste en un escenario en el cual los agentes actúan racionalmente y, por tanto, evalúan si es creíble o no la promesa de cumplir la meta de inflación propuesta por el banco central. Utilizando el proceso de optimización explicado anteriormente, en el cual reemplazamos (8.2-8.3) en la función de pérdida dada por (8.1) y planteamos la condición de primer orden usando inducción hacia atrás, tenemos que:

$$i = \frac{1}{1+\lambda} (\pi^e - \lambda y_0) \quad (8.8)$$

Asimismo, sabemos que el nivel de inflación está dado por la oferta agregada, así que reemplazando (8.3) en (8.2), llegamos una expresión para la inflación en términos de las expectativas y la tasa de interés:

$$\pi = \pi^e - i$$

Reemplazando (8.8), la expresión para  $i$  derivada del proceso de optimización:

$$\pi = \pi^e - \frac{1}{1+\lambda} (\pi^e - \lambda y_0)$$

$$\pi = \frac{\lambda}{1+\lambda} (\pi^e + y_0) \quad (8.9)$$

Aplicamos valor esperado (condicionado al conjunto de información en el periodo  $t$ ) a ambos lados de la ecuación:

$$E_t \pi = \pi^e = \frac{\lambda}{1+\lambda} (\pi^e + y_0)$$

$$(1 + \lambda)\pi^e = \lambda(\pi^e + y_0)$$

$$\pi^e = \lambda y_0 \quad (8.10)$$

Notemos que, en este caso, dado que los agentes son racionales, sus expectativas de inflación ya no son 0, como en los dos casos anteriores, sino que esperan una inflación positiva, ya que conocen del sesgo inflacionario del banco central. Posteriormente, reemplazando en la ecuación de la inflación dada por (8.9):

$$\pi = \frac{\lambda}{1 + \lambda}(\lambda y_0 + y_0)$$

$$\pi = \lambda y_0 \quad (8.11)$$

En este escenario, se materializan las expectativas de inflación de los agentes, es decir, en este caso, a diferencia del anterior, los agentes no están siendo engañados dado que  $\pi^e = \pi$ .

Finalmente, utilizamos los valores encontrados, esto es, las ecuaciones (8.8), (8.10) y (8.11), para encontrar los resultados para la tasa de interés y el producto:

$$i = \frac{\lambda}{1 + \lambda}(\lambda y_0 - \lambda y_0)$$

$$i = 0$$

$$y = 0$$

Notemos que en este caso hay inflación positiva, pero  $y = 0$  e  $i = 0$ . Ahora, reemplazamos todos los valores en la función de pérdida (8.1) para poder realizar una comparación frente a los casos previos:

$$L = (\lambda y_0)^2 + \lambda(-y_0)^2 = \lambda^2 y_0^2 + \lambda y_0^2$$

$$L = \lambda(1 + \lambda)y_0^2$$

Para resumir los resultados, encontramos que las pérdidas son menores en el segundo caso, cuando hay "credibilidad y discrecionalidad", ya que la pérdida es de  $\frac{\lambda}{1 + \lambda} y_0^2$ , y son más altas bajo el escenario de agentes racionales que anticipan que la promesa no será cumplida. También encontramos que en el escenario de pura confianza se da una pérdida que se ubica en un valor intermedio entre los otros dos casos:  $L_{C\&D} < L_C < L_{agentes\ racionales}$ . Esto indica que, si los agentes creyeran la promesa del banco central de cumplir su meta de inflación, la mejor respuesta para el banco central sería engañarlos. Sin embargo, si los agentes son racionales, ellos ajustan sus expectativas de inflación porque saben que el banco central tiene incentivos para desviarse hacia el sesgo inflacionario y engañar, para conseguir una brecha del producto más alta, por lo cual la solución del segundo caso no representa un equilibrio estable en un juego con agentes racionales.

Esto nos deja en un escenario en donde la segunda mejor opción para el banco central sería intentar cumplir con el compromiso de la meta inflacionaria, pero finalmente no lo logra porque, dado que los agentes son racionales, no creen en la promesa y mantienen sus expectativas de inflación alta. De esta forma, el ejercicio nos muestra cómo la construcción de credibilidad por parte del banco central, que no se alcanza en este modelo, podría llevar a la sociedad a un mejor nivel de bienestar.

Para resumir, retomemos el análisis del problema de la inconsistencia dinámica. Lo óptimo inicialmente para el banco central es prometer una inflación baja; sin embargo, si hay credibilidad por parte de los agentes, al banco central le conviene engañarlos. Esta situación hace que una política de baja inflación (en este modelo de un periodo y agentes racionales) sea inconsistente, por lo que terminamos bajo el escenario en el cual se llega a un equilibrio en donde la actividad económica no aumenta, ni siquiera temporalmente, pero en cambio la inflación en equilibrio sí es más alta.

## 8.2. Posibles soluciones al problema de inconsistencia dinámica

A lo largo del capítulo discutimos el problema de inconsistencia dinámica y ahora, para terminar, ofrecemos de manera breve la descripción de algunas posibles soluciones que se han propuesto en la literatura económica para este problema.

**Banquero central conservador:** consiste en designar un banquero central con una preferencia marcada por estabilizar precios y poco peso en favor de la brecha del producto (bajo  $\lambda$ ). En la práctica, un banquero central conservador, con un  $\lambda$  igual a cero (o muy bajo), no caería en el problema de la inconsistencia dinámica. Si  $\lambda$  es bajo, pero no igual a cero, puede haber riesgos de inconsistencia dinámica en el modelo simplificado que presentamos en esta sección, pero se podría pensar que es mucho menos propenso, dado que en la práctica hay elementos adicionales como la repetición del juego y la reputación que harían que ese banquero central no tuviera incentivos para caer en el problema de inconsistencia dinámica.

**Independencia del banco central:** un alto grado de independencia de los bancos centrales respecto de las presiones políticas puede ayudar a mitigar la inconsistencia temporal. Si los bancos centrales están aislados de los intereses políticos de corto plazo, es menos probable que se enfrenten a presiones para aplicar una política monetaria expansionista, que hace que haya un conflicto con los objetivos de largo plazo de mantener una inflación baja. De esta forma, un banco central independiente puede tomar decisiones basadas en la estabilidad económica de largo plazo, evitando la presión política para obtener ganancias de corto plazo (como sobreestimar la economía antes de una

elección). Esto mejora la credibilidad de la política monetaria y reduce el margen de inconsistencia temporal.

**Credibilidad y reputación:** la construcción de credibilidad mediante la adhesión contemporánea y a largo plazo de los objetivos de política puede actuar como un freno a la inconsistencia dinámica. Si el público cree que el banco central mantendrá políticas estables, incluso frente a presiones económicas de corto plazo, hay menos incentivos para desviarse de la trayectoria a largo plazo. Por lo tanto, los efectos de reputación crean un costo implícito para los responsables de las políticas que intentan desviarse de las políticas establecidas. En este caso, si el banco central ha establecido credibilidad a lo largo del tiempo, enfrentará un costo mayor en términos de pérdida de confianza y reacciones del mercado si se desvía de su compromiso.

Bajo la idea de la credibilidad en el banco central como una solución para el problema de inconsistencia temporal, aquí se plantean dos casos, considerados en la literatura económica relacionada, que muestran el mecanismo mediante el cual esta puede actuar.

*Caso 1:* dado que este problema es dinámico por naturaleza, los agentes pueden ver en varios periodos cómo actúa el banco central y descubrir su tipo, de dos opciones posibles: uno que le da mucha importancia al producto y favorece políticas más expansivas (que se conoce como “paloma”), y otro que le da mucha mayor importancia a cumplir las metas de inflación (que se conoce como “halcón”). Los agentes fijan sus expectativas de inflación dependiendo de qué tipo de banco central perciben, halcón o paloma, a partir de su comportamiento en los primeros periodos, por lo cual existe un incentivo para que un banquero tipo “paloma” busque parecer al principio más tipo “halcón”, con políticas más conservadoras, que favorezcan el cumplimiento del objetivo de inflación, y de esta forma disminuir los costos para la economía de unas expectativas de inflación relativamente altas.

*Caso 2:* a diferencia del modelo considerado en este capítulo, jugado por una única vez, esta solución considera la posibilidad, más cercana a la realidad, de representar el problema de inconsistencia dinámica como un juego repetido (infinitamente), en el cual se plantea un juego cooperativo en la primera ronda y, de ahí en adelante, se actúa dependiendo de cómo actúe el otro jugador (en teoría de juegos, a este tipo de estrategias se las conoce como *tit for tat* u ojo por ojo).

Si el banquero central se desvía y engaña, los agentes inmediatamente ajustan preferencias y nunca más vuelven a confiar. Adicionalmente, ante una tasa de descuento  $\beta$  baja, el banco central decide engañar porque no valora mucho el futuro. Mientras que con una tasa de descuento  $\beta$  alta, el banco central tendría mayores incentivos para jugar el juego cooperativo.

## Bibliografía

Kydland, F.; Prescott, E. (1987). "Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans", *Journal of Monetary Policy*, vol. 85, núm. 3, pp. 473-492.

## Preguntas y ejercicios

- 1- ¿Cuál de las siguientes situaciones refleja mejor la inconsistencia dinámica en la política monetaria?
  - a) Un banco central se compromete a mantener una tasa de inflación baja, pero después de un tiempo decide aumentarla para reducir el desempleo.
  - b) Un gobierno implementa políticas fiscales expansivas sin importar el nivel de deuda pública.
  - c) Un banco central mantiene una política monetaria estable sin realizar ajustes.
- 2- En el análisis presentado sobre la inconsistencia dinámica, ¿qué papel juegan las expectativas del público sobre la política monetaria?
  - a) Las expectativas son irrelevantes para las decisiones de política monetaria.
  - b) Las expectativas determinan las decisiones del banco central sobre las tasas de interés y la inflación.
  - c) Las expectativas siempre son correctas y predecibles.
- 3- ¿Cómo afecta el problema de la inconsistencia dinámica a las expectativas de inflación y qué consecuencias tiene para la política monetaria?
- 4- ¿Cómo puede un esquema de política monetaria con comunicación clara y transparente con el público, como el de inflación objetivo, ayudar a mitigar los efectos de la inconsistencia dinámica?
- 5- Una economía de un único periodo está descrita por las mismas ecuaciones de oferta y demanda vistas en clase:

$$\pi_t = \pi_t^e + y_t + \varepsilon_t \quad (\text{OA})$$

$$y_t = -i_t \quad (\text{IS})$$

La sucesión de eventos también es igual: el choque  $\varepsilon$  es observado, las expectativas se forman, la tasa  $i$  es fijada. La diferencia es que ahora el banco central tiene como propósito **maximizar** la siguiente función de **utilidad**

$$U = \lambda y_t - \pi_t^2, \quad \lambda > 0$$

Note que en este caso (al igual que en las funciones de pérdida) la desviación de la inflación con respecto a su meta (cero) disminuye la utilidad, pero (a diferencia del modelo que trabajamos en clase) el banco central no aspira a un nivel específico y positivo de brecha (p. ej.,  $y_t^* > 0$ ) sino que entre más positiva la brecha más alta la utilidad para el banco central (la relación es además lineal).

El banco central anuncia que la inflación será baja (cero).

- a. Resuelva el modelo suponiendo que los agentes privados creen el anuncio y que el banco central fija la tasa de interés en el valor necesario para que su anuncio se cumpla. Calcule la solución final para la utilidad.
- b. Resuelva suponiendo que los agentes privados creen el anuncio pero que el banco central actúa discrecionalmente y fija la tasa de interés con el fin de maximizar su utilidad. Calcule la solución final para la utilidad.
- c. Resuelva suponiendo que los agentes privados forman sus expectativas de forma racional ( $\pi_t^e = E_t \pi_t$ ) y que el banco central actúa discrecionalmente y fija la tasa de interés con el fin de maximizar su utilidad. Calcule la solución final para la utilidad.
- d. Compare el resultado del inciso (c) con el resultado encontrado en el inciso (a) ¿en qué situación preferiría estar el banco central?, ¿qué impide que esa situación sea posible en este modelo?

# Apéndice

## Solución de modelos con expectativas racionales

Los modelos que incorporan la hipótesis de expectativas racionales suponen que las distribuciones de probabilidad subjetivas de los individuos acerca de resultados futuros son iguales a las distribuciones de probabilidad reales, condicionadas al conjunto de información disponible. En la práctica, no conocemos exactamente la distribución de probabilidad, y nos aproximamos a ella a partir de medidas de tendencia (como la media o la mediana), de dispersión (la varianza), de asimetría y de su truncamiento en las colas (la curtosis). Así, el término de expectativas expuesto en este libro hace referencia al valor esperado o la media de dicha distribución de probabilidad.

El término matemático para definir la media de una distribución es “valor esperado”. A partir del cálculo de dicho término, es posible identificar la expectativa de alguna variable para un horizonte definido previamente. Para efectos de la mayoría de los modelos tratados en este libro, el valor esperado de una variable temporal que definiremos como  $x_t$ , condicionado a un conjunto de información, " $\Omega_t$ ", se define como:

$$x_t^e = E[x_t | \Omega_t] \equiv E_t x_t$$

El objetivo de este apéndice es ilustrar de manera básica las dos formas en que se introduce formalmente, en el libro y en muchos modelos macroeconómicos, el supuesto de expectativas racionales y cómo se solucionan las ecuaciones para variables expresadas en valor esperado.

### A.1. El método básico

Este método de solución se utiliza cuando los modelos de expectativas racionales incluyen expectativas de únicamente eventos actuales e involucra tres pasos:

- 1- Resolver el modelo, tratando las expectativas como variables exógenas.
- 2- Tomar el valor esperado (de la solución del paso anterior) condicional al conjunto de información especificado para las expectativas, y resolver para la variable en valor esperado.
- 3- Sustituir la solución de la variable en valor esperado en la correspondiente ecuación para obtener la solución final del modelo.

El siguiente ejemplo muestra cómo opera este método de solución: sea  $x_t^e = E[x_t | \Omega_t] \equiv E_t x_t$  el valor esperado de la variable  $x_t$ , siendo esta la variable objetivo del modelo. La dinámica para  $x_t$  está dada por la ecuación (A.1):

$$x_t = a + bx_t^e + cz_t + \epsilon_t \quad (\text{A.1})$$

con  $z_t$  igual a una variable exógena que pertenece al conjunto de información  $\Omega_t$  y  $\epsilon_t$  igual a un término de error con valor esperado igual a cero,

$E[\epsilon_t] = 0$ , varianza constante y que *no pertenece* al conjunto de información  $\Omega_t$ . Tomando valor esperado condicional a ambos lados de la ecuación (A.1), se tiene que:

$$E_t x_t = E[a + bx_t^e + cz_t + \epsilon_t | \Omega_t] \quad (\text{A.2})$$

Usando propiedades del valor esperado más la ley de expectativas iteradas, que se explica en este mismo apéndice en la subsección A.3 (para este caso particular  $E[x_t^e | \Omega_t] = x_t^e$ ), la ecuación (A.2) puede escribirse como

$$x_t^e = a + bx_t^e + cz_t + 0 \quad (\text{A.3})$$

solucionando para  $x_t^e$ ,

$$x_t^e = \frac{a}{1-b} + \frac{c}{1-b} z_t \quad (\text{A.4})$$

Reemplazando la ecuación (A.4) en la ecuación (A.1) y simplificando términos, se llega a que la solución está dada por

$$x_t = \frac{a}{1-b} + \frac{c}{1-b} z_t + \epsilon_t \quad (\text{A.5})$$

En este caso, la variable de interés se define como la suma de lo que se puede esperar de ella a partir de información observada y de un componente de error aleatorio.

## A.2. Método de coeficientes indeterminados

Es común en los modelos económicos incluir las expectativas sobre eventos futuros, formadas hoy o en el pasado, como un componente importante en la toma de decisiones de los agentes. En este caso, es necesario implementar métodos de solución más complejos que el visto en la anterior sección. Uno de estos métodos es el de coeficientes indeterminados o de proponer conjeturas de soluciones que se incorporan en los modelos y que luego se contrastan con los resultados finales de estos. Su implementación se ilustra a partir del siguiente ejemplo: considere el valor esperado de la variable de interés  $x$  en el periodo  $t + 1$  y condicionada al conjunto de información en el momento  $t$ ,  $\Omega_t$ , igual a  $E[x_{t+1} | \Omega_t] = E_t x_{t+1} = x_{t+1}^e$ . La solución para  $x_t$  está dada por la ecuación (A.6):

$$x_t = bx_{t+1}^e + cz_t \quad (\text{A.6})$$

donde  $z_t$  sigue un proceso autorregresivo de orden uno,  $z_t = \rho z_{t-1} + \epsilon_t$  y  $\epsilon_t$  es un término de error aleatorio con media cero y varianza constante. En términos de la información disponible para formar expectativas, se supone que  $\epsilon_t \in \Omega_t$ ,  $z_t \in \Omega_t$ , pero  $\epsilon_{t+1} \notin \Omega_t$  y por tanto  $E_t(\epsilon_{t+1}) = 0$ . El primer paso para implementar el procedimiento es conjeturar una solución para la ecuación (A.6). En este caso, se supondrá que la solución es lineal y dependerá únicamente de  $z_t$ :  $x_t = Bz_t$ . Nótese que esta conjetura incluye unos coeficientes, en

este caso solo uno,  $B$ , que no está inicialmente determinado (de allí el nombre del método), pero que determinaremos en el momento de hallar la solución.

Luego se adelanta esta conjetura un periodo, se reemplaza  $z_{t+1}$  usando su proceso autorregresivo, y se toma el valor esperado (condicional en  $t$ ) sobre el resultado:

$$E_t x_{t+1} = x_{t+1|t}^e = B\rho z_t \quad (\text{A.7})$$

El tercer paso es reemplazar la ecuación (A.7) en la ecuación (A.6) y simplificar términos comunes:

$$x_t = bB\rho z_t + cz_t \Rightarrow x_t = (bB\rho + c)z_t \quad (\text{A.8})$$

Esta última ecuación representa la aparente solución del problema, pero falta aún verificar la consistencia de la conjetura y, como resultado, determinar su coeficiente ( $B$ ). Que la conjetura sea consistente requiere, por un lado, que tenga la misma forma de la aparente solución y, por otro lado, que exista una solución para sus coeficientes. Nótese que en este caso las dos ecuaciones ( $x_t = Bz_t$  y A.8) son lineales y tienen la misma variable explicativa<sup>49</sup>,  $z_t$ . Una vez verificado esto, se procede a determinar el valor de  $B$  (en términos de los parámetros originales del modelo, en este caso  $b$  y  $c$ ) tal que la conjetura ( $x_t = Bz_t$ ) y la aparente solución (A.8) sean iguales, es decir se igualan los coeficientes de esas dos ecuaciones<sup>50</sup>:

$$\begin{aligned} B &= bB\rho + c \\ B &= \frac{c}{1 - b\rho} \end{aligned} \quad (\text{A.9})$$

En consecuencia, la solución de la ecuación (A.6) viene dada por la siguiente ecuación (A.10):

$$x_t = \frac{c}{1 - b\rho} z_t \quad (\text{A.10})$$

### A.3. Ley de expectativas iteradas

La ley de expectativas iteradas (LEI) se define matemáticamente como  $E(y) = E_x[E(y|x)]$  y se puede entender de la siguiente manera: sea  $x$  un vector de valores discretos  $c_1, c_2, \dots, c_M$  con probabilidades de ocurrencia  $p_1, p_2, \dots, p_M$ . La LEI establece que:

49 Si, en contraste, se encuentra que la aparente solución o la conjetura tiene alguna variable de más (o de menos) con respecto a la otra (por ejemplo, que la aparente solución incluyera  $z_{t-1}$  y esta variable no estuviera incluida en la conjetura), se concluye que no hay consistencia y se debe volver a comenzar el proceso cambiando la conjetura.

50 En este caso conjetura y aparente solución tienen una sola variable explicativa. Si además tuviéramos otras variables explicativas o un intercepto, igualaríamos varios coeficientes y tendríamos un sistema de múltiples ecuaciones, una por cada coeficiente a determinar.

$$E(y) = p_1E(y|x = c_1) + p_2E(y|x = c_2) + \dots + p_M E(y|x = c_M)$$

Según esta definición, el valor esperado de  $y$  es igual a un promedio ponderado de cada uno de los  $E(y|x = c_j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, M$ , donde cada uno de los ponderadores es la probabilidad  $p_j$  de que  $x$  tome el valor de  $c_j$ . En otras palabras, la LEI establece un promedio ponderado de promedios. Por ejemplo, supóngase que se desea conocer el salario promedio de un grupo de individuos, pero solamente se cuenta con salarios promedio por género. Usando LEI es posible inferir la cantidad de interés mediante el promedio ponderado de los salarios promedio conocidos, donde la ponderación es igual a la proporción de mujeres y hombres dentro de la muestra.

A través del libro y en este apéndice usamos reiteradamente un corolario de la LEI por el cual el valor esperado, condicional a un conjunto de información, del valor esperado condicional a otro conjunto de información, es igual al valor esperado condicional al conjunto de información más pequeño que resulte de los dos anteriores, que en nuestros modelos se trata del conjunto de información más antiguo (esto es, el paso del tiempo agrega información al conjunto), así, por ejemplo:

$$E_t E_{t-1} Z_{t+1} = E_{t-1} E_t Z_{t+1} = E_{t-1} Z_{t+1}$$

#### A.4. Equivalencia de certidumbre

Llamamos la atención del lector sobre el hecho de que a lo largo del libro se estudian modelos cuyas ecuaciones originales no son lineales, pero que se linealizan aplicando logaritmos y otras aproximaciones (como en el caso del modelo neokeyniano, estudiado en el capítulo 7). Posteriormente, para incorporar incertidumbre en esas ecuaciones aplicamos valor esperado, reemplazando las variables futuras por sus correspondientes expectativas. Es importante señalar que esto se hace con propósitos de simplificación del procedimiento y representa una aproximación que se conoce como equivalencia de certidumbre. Esta supone que solo la media es relevante y que otras medidas de la distribución (dispersión, asimetría...) son irrelevantes o de tamaño muy pequeño (cercano a cero). A manera de ejemplo, si en un modelo aparece una variable futura elevada al cuadrado, digamos  $Z$ , para incorporar la incertidumbre sobre el futuro la reemplazamos por su valor esperado (condicional) escribiendo  $(E_t Z_{t+1})^2$ . Pero es importante recordar que el cuadrado del valor esperado de una variable no es igual al valor esperado del cuadrado de esa misma variable. De la definición de la varianza y las propiedades de la esperanza sabemos que  $Var_t(Z_{t+1}) = E_t Z_{t+1}^2 - (E_t Z_{t+1})^2$  y, por tanto, solo cuando  $Var_t(Z_{t+1}) = 0$ , los dos términos son exactamente iguales,  $E_t Z_{t+1}^2 = (E_t Z_{t+1})^2$ . En cualquier otro caso ( $Var_t(Z_{t+1}) > 0$ ), reemplazar una por la otra representará una aproximación cuya imprecisión dependerá del tamaño de la varianza.

## Preguntas y ejercicios

- 1- Considere una variable aleatoria  $y_t$ , cuya dinámica se rige por la siguiente ecuación:

$$y_t = \frac{1}{2} E[y_{t+1} | \Omega_t] + \frac{1}{3} w_t$$

siendo  $w_t$  una variable aleatoria que se rige por el comportamiento descrito por la ecuación

$$w_t = -0,5 w_{t-1} + \epsilon_t$$

En este caso,  $\Omega_t$  denota el conjunto de información disponible en el período  $t$ , mientras que  $\epsilon_t$  es igual a un proceso estocástico con media cero y una varianza constante, que denotaremos como  $\sigma^2$ . Supondremos que en el período  $t$ ,  $w_{t-1}$  es conocido (esto es, hace parte del conjunto de información  $\Omega_t$ ), pero  $\epsilon_t$  no.

Encuentre una solución para  $y_t$  (en términos de  $w_t$ ), utilizando el método de coeficientes indeterminados.

- 2- Considere que la dinámica de la variable aleatoria  $y_t$  se encuentra determinada por la ecuación:

$$y_t = 2 + \frac{1}{4} E[y_t | \Omega_t] + \frac{1}{3} w_t + \epsilon_t$$

donde  $w_t = 3 - 0,5w_{t-1} + \gamma_t$  es la regla que rige el comportamiento de  $w_t$ . En este caso,  $\epsilon_t$  y  $\gamma_t$  son procesos estocásticos con media cero, varianza constante e independientes entre sí, mientras que  $\Omega_t$  denota el conjunto de información disponible al momento  $t$ . Supondremos que en el período  $t$ ,  $w_{t-1}$  hace parte del conjunto de información  $\Omega_t$ , mientras que  $\epsilon_t$ ,  $\gamma_t$ ,  $w_t$  no. Encuentre una solución para  $y_t$  (en términos de  $w_{t-1}$  y los choques  $\gamma_t$  y  $\epsilon_t$ ), utilizando el método directo.

## Acerca de los autores

### Fernando Arias Rodríguez

Es economista por la Universidad Nacional de Colombia, con maestría en Economía por la Universidad de Duke (EE. UU.). Actualmente es profesional líder del Departamento de Estudios de Política Económica (DEPE) del Banco de la República. Sus áreas de trabajo e investigación se concentran en política fiscal, política monetaria, pensiones y en desbalances de la cuenta corriente. Tiene conocimiento y experiencia en el uso de técnicas macroeconómicas univariadas y multivariadas y modelos de datos panel, así como modelos de equilibrio general. Además del Banco de la República, ha trabajado en el Banco Davivienda.

### Clark Granger Castaño

Es economista por la Universidad Externado y máster en Economía por la Universidad de Texas en Austin (EE. UU.). Es profesional líder del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República. Ha sido profesor de macroeconomía en la Universidad Externado y previamente trabajó en Fogafín. Su interés académico principal es la macroeconomía aplicada (especialmente en temas de política fiscal, desigualdad y cambio climático). Actualmente desarrolla investigaciones sobre los efectos de la incertidumbre en el consumo de los hogares y sobre las reglas fiscales.

### Andrea Otero Cortés

Es economista por la Universidad de los Andes con dos maestrías en Economía, una por la misma universidad y la otra por la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill (EE. UU.), donde también obtuvo su doctorado en Economía. En la actualidad se desempeña como investigadora del Departamento de Estudios de Política Económica (DEPE) del Banco de la República. Sus investigaciones se han centrado en el mercado laboral y desarrollo económico. Es autora de varios artículos publicados en libros y revistas nacionales e internacionales. Es profesora de cátedra del departamento de economía de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá.

### Daniel Parra Amado

Es economista por la Universidad Nacional de Colombia, con maestría en Economía y maestría en Matemáticas Aplicadas de la misma universidad. Actualmente se desempeña como investigador del Departamento de Modelos Macroeconómicos (DMM) del Banco de la República. Sus áreas de trabajo e investigación se concentran en política monetaria, econometría aplicada

a macroeconomía y finanzas y cambio climático. También ha sido consultor externo del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Adicionalmente, ha sido profesor ocasional de la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de los Andes, Universidad del Rosario y Universidad de la Sabana. Es autor de varios artículos publicados en libros y revistas nacionales e internacionales.

### **Julián Parra Polanía**

Es economista por la Universidad Nacional de Colombia, con maestría y doctorado en Economía de la Universidad de Cambridge (Inglaterra). Actualmente es investigador principal de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República y ha sido profesor de cátedra de la Universidad del Rosario y la Universidad Nacional de Colombia. Sus intereses de investigación se concentran en la macroeconomía teórica, especialmente en política monetaria y comunicación de los bancos centrales. Es autor de varios artículos publicados en revistas nacionales e internacionales.

### **Diego Rodríguez Pinilla**

Es economista por la Pontificia Universidad Javeriana, con maestría en Finanzas de la Universidad de los Andes. En la actualidad se desempeña como jefe de Educación Económica del Banco de la República y profesor en la Facultad de Economía en la Universidad del Rosario. Ha representado al Banco de la República y a Colombia en reunión técnicas internacionales como la Red Internacional de Educación Financiera de la OCDE (OECD/INFE). También es consultor experto externo del Fondo Monetario Internacional (FMI) en temas de comunicación de banca central. Sus áreas de interés incluyen la educación económica y financiera, la inclusión financiera, la política monetaria y la comunicación institucional y ha sido autor y editor de publicaciones sobre estos temas.

Notas de política monetaria y banca central se terminó de diagramar  
en junio de 2025, en Bogotá, D.C.

