



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**MODELOS NUEVO-KEYNESIANOS DE LA TRAMPA DE LA LIQUIDEZ:
SIMULACIONES NUMÉRICAS DE LAS FUNCIONES DE IMPULSO-RESPUESTA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

EDUARDO CABALLERO CAMPOS

ASESOR:

DR. EDDY LIZARAZU ALANEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Después de tantos años de esfuerzo, sólo me queda agradecer profundamente a todas las personas que me han apoyado sin cesar en este proceso que ha absorbido gran parte de mi tiempo y mis energías.

Le agradezco a mi prometida y futura esposa, Anna Ceci, por su incondicional apoyo en todo momento, y por su paciencia y entereza.

Agradezco a mi hermano, Andrés, y a mi madre, Isabel, por haberme acompañado en estos años.

Agradezco, desde luego, a mi asesor, el Dr. Eddy Lizarazu, por su orientación y sus enseñanzas; y agradezco a los miembros del jurado, por sus observaciones y sugerencias. Asimismo, quiero agradecer a todos los profesores que he tenido, a la UNAM, a la Facultad de Economía y al SUAyED, pues han contribuido en mi formación académica.

Doy gracias a Dios por ponerlos a todos en mi camino y por haberme guiado en este recorrido.

DEDICATORIAS

Dedico esta investigación a las personas a quienes he agradecido por su apoyo. Especialmente, la dedico a mi prometida, Anna Ceci, a mi madre, Isabel, y a mi hermano, Andrés, por haber confiado siempre en mí y haberme impulsado a seguir adelante. Y la dedico a mis abuelos, Abraham Heriberto, por su ejemplo y cariño, e Irma.

Índice.

1.	Introducción	6
2.	Origen intelectual y eventos históricos.....	9
2.1.	Eventos históricos caracterizados como trampa de la liquidez.....	9
2.1.1.	La Gran Depresión y la Recesión de 2008-2009 en Estados Unidos	10
2.1.2.	Crisis de 1990-2020 en Japón.....	12
2.1.3.	Crisis de la década de 2010 en Europa.....	17
2.2.	Origen intelectual de la trampa de la liquidez	20
2.2.1.	Keynes y la Teoría General	20
2.2.2.	Hicks y el modelo IS-LM.....	23
2.2.3.	La síntesis neoclásica.....	28
2.2.4.	Los nuevos keynesianos: la visión moderna	32
3.	Modelo de la trampa de la liquidez de la Nueva Economía Keynesiana en una economía pequeña abierta con tipos de cambio flexibles	35
3.1.	Ecuaciones estructurales	35
3.1.1.	Expectativas de inflación	35
3.1.2.	Ecuación de Fisher.....	38
3.1.3.	Relación IS: demanda de bienes y servicios	39
3.1.4.	Regla de política monetaria.....	43
3.1.5.	Tipos de cambio: relación UIP (<i>Uncovered Interest Parity</i>), PPA (Paridad del Poder Adquisitivo) y procesos de ajuste.....	48
3.1.6.	Curva de Phillips Neokeynesiana	51
3.2.	Restricción ZLB: $i \geq 0$	53
3.3.	Demanda Agregada Dinámica	57
3.4.	Oferta Agregada Dinámica	67
4.	Análisis de equilibrio y estabilidad: brecha del producto e inflación	69
4.1.	Equilibrio de corto plazo.....	69
4.1.1.	Con $i > 0$	69
4.1.2.	Con $i = 0$	70
4.2.	Estado estacionario.....	71
4.2.1.	Con $i > 0$	73
4.2.2.	Con $i = 0$	73
4.3.	Condiciones para convergencia y estabilidad	74

4.3.1. Con $i > 0$	74
4.3.2. Con $i = 0$	75
4.4.1. Con $i > 0$	77
4.4.2. Con $i = 0$	78
5. Simulaciones numéricas de las funciones de impulso-respuesta	80
5.1. Funciones de impulso-respuesta	80
5.2. Valores de los parámetros y de los impulsos	82
5.2.1. Banco central prioriza por igual empleo e inflación	82
5.2.2. Banco central prioriza el empleo por encima de la inflación	84
5.3. Simulaciones numéricas con $i = 0$ y $\theta Y = \theta\pi$	84
5.3.1. Brecha del producto	84
5.3.2. Inflación	86
5.3.3. Tasas de interés (nominal y real)	87
5.3.4. Tipos de cambio (nominal y real)	89
5.3.5. Errores de predicción	93
5.3.6. Restricción ZLB y la regla de política monetaria	98
5.4. Salida de la trampa de la liquidez por un choque positivo de demanda	101
5.4.1. Brecha del producto	103
5.4.2. Inflación	104
5.4.3. Tasas de interés (nominal y real)	105
5.4.4. Tipos de cambio (nominal y real)	106
5.5. Diferencias entre $\theta Y = \theta\pi$ y $\theta Y > \theta\pi$	110
6. Opciones de política del Banco Central	119
6.1. Modificación de las expectativas sobre la política monetaria futura	119
6.1.1. Anuncios de política monetaria	123
6.1.2. Tipos de cambio	123
6.2. Incremento del tamaño de la hoja de balance del banco central: Flexibilización o Expansión Cuantitativa (<i>Quantitative Easing</i>)	125
6.3. Modificación de la composición de la hoja de balance del banco central	128
6.4. Credibilidad del banco central: simulaciones numéricas de las funciones de impulso-respuesta	129
6.4.1. Diferencias entre $\theta Y = \theta\pi$ y $\theta Y > \theta\pi$	136
6.4.2. Paradoja del esfuerzo y paradoja de la demanda	139
7. Conclusiones y recomendaciones	143

8. Referencias bibliográficas.....	149
9. Anexos	153
Anexo 1. Bibliografía.....	153
Anexo 2. Derivación de la curva IS Nuevo-Keynesiana.....	154
Anexo 3. Derivación de la curva de Phillips Neokeynesiana.....	161
Anexo 4. Sistemas dinámicos y estabilidad del equilibrio	165
Anexo 5. Modelo con valores específicos de parámetros y variables	173
Anexo 6. Valores de simulaciones numéricas con $i = 0$ y $\theta Y = \theta \pi$.....	177
Anexo 7. Valores de simulaciones numéricas con $i > 0$ y $\theta Y = \theta \pi$.....	179
Anexo 8. Simulaciones numéricas de salida de la trampa de la liquidez con $\varepsilon_1 = 3$.	181
Anexo 9. Tasas de interés nominal recomendadas en la trampa de la liquidez cuando hay choques positivos de demanda	183
Anexo 10. Simulaciones numéricas de salida de la trampa de la liquidez con credibilidad temporal del banco central cuando $\theta Y > \theta \pi$	184
Anexo 11. Tasas de interés nominal recomendadas en la trampa de la liquidez cuando hay modificaciones en el mecanismo de formación de expectativas	185

1. Introducción

La macroeconomía es una rama de la economía que estudia los fenómenos económicos desde una perspectiva agregada, es decir, se preocupa por las grandes variables que describen el conjunto de los mercados y la actividad económica. En la génesis de la macroeconomía se concibió un fenómeno peculiar al que se bautizó como “trampa de la liquidez”. La concepción moderna de este concepto se caracteriza por el hecho de que el banco central pierde su capacidad de influir en la actividad económica a través de la tasa de interés nominal de corto plazo, ya que esta llega a su límite inferior, es decir, la tasa de interés nominal se vuelve cercana o igual a cero (aunque el límite inferior puede alcanzarse incluso con tasas negativas).

En una situación de trampa de liquidez la autoridad monetaria tampoco es capaz de alterar las expectativas de los agentes económicos respecto de la trayectoria que seguirá la inflación futura, por lo que las tasas de interés reales terminan siendo relativamente altas y la economía permanece atrapada en una deflación de precios. Esta situación resulta desestabilizadora o restringe la capacidad de la autoridad monetaria de atemperar las fluctuaciones del nivel de producción y, en consecuencia, del empleo.

La trampa de la liquidez pocas veces se ha observado en la realidad. Apenas unos cuantos episodios en la historia económica se han caracterizado como tales, sobre todo en economías industrializadas, entre los cuales destaca la crisis japonesa. Sin embargo, muchas otras economías desarrolladas presentaron los síntomas típicos de una trampa de la liquidez durante la década de 2010 y hasta la llegada del gran *shock* que representó la pandemia por el virus SARS-CoV-2 (que causa la enfermedad COVID-19) y la ruptura de las cadenas de suministro que le siguieron.

El hecho de que la trampa de la liquidez volviera a presentarse en el mundo desarrollado, exige nuestra atención y reflexión a la luz de los nuevos desarrollos de las teorías y modelos macroeconómicos. Con todo, es muy práctico examinar el comportamiento de una economía mediante simulaciones numéricas de las funciones de impulso-respuesta (también conocidas como funciones de respuesta al impulso).

En consecuencia, este trabajo analiza el fenómeno de la trampa de la liquidez en la lógica de un modelo macroeconómico simplificado de la Nueva Economía Keynesiana. La reflexión de la trampa de liquidez nos conduce a mecanismos sutiles de formación de expectativas que inciden en la eficacia de las políticas monetarias del banco central, así como a la valoración de la capacidad que se tiene para modificar esas expectativas e impulsar a la economía lejos de tal situación.

La tesis está organizada como sigue. Primero, se pasa revista a la idea de la trampa de la liquidez desde una perspectiva histórica, tanto en el plano teórico como empírico. Esta idea apareció por primera vez con la Gran Depresión de 1929-1933, y fue entonces cuando Keynes en 1936 y luego Hicks en 1937 propusieron la existencia del fenómeno. La idea evoluciona como una situación teórica limitada a los manuales de macroeconomía y sólo vuelve a hacerse notar a partir de la crisis japonesa de la década de 1990. Sin embargo, no es sino hasta la Recesión de 2008-2009 que la trampa de la liquidez vuelve a generar un notable interés entre los economistas debido a que diversas economías desarrolladas mantienen tasas de interés cercanas a cero y bajas tasas de crecimiento.

Posteriormente, se expone el modelo económico que se utilizará para explicar el funcionamiento de una economía pequeña abierta, en general, y de una economía pequeña abierta con trampa de la liquidez, en particular. Para ello, se emplea el nuevo modelo keynesiano de cinco ecuaciones (IS, ecuación de Fisher, regla de política monetaria, curva de Phillips, y mecanismo de formación de expectativas), y se añaden ecuaciones para el mercado de divisas (relaciones UIP nominal y real, relación PPA relativa, ajuste del tipo de cambio real). En particular, se aplica el modelo expuesto por Mankiw (2014), y se aborda el caso sencillo de una economía pequeña y abierta (Bofinger, Mayer y Wollmershäuser, 2006; Lizarazu, 2015; Svensson, 2001). Posteriormente se formulan las funciones de impulso-respuesta y se llevan a cabo simulaciones numéricas a partir de ciertos valores supuestos de los parámetros y las variables exógenas. En este sentido, cabe señalar que esta investigación toma como punto de partida el trabajo de Lizarazu (2015) y amplía sus resultados a una economía abierta.

Finalmente, se examinan las implicaciones de ciertas políticas (como es el caso de la flexibilización o expansión cuantitativa, mejor conocida como *Quantitative Easing*) seguidas por el banco central cuando la tasa de interés nominal no puede bajar más debido a que ya es muy baja o incluso igual a cero, y se destacan las consecuencias de que el banco central pueda o no modificar las expectativas de futuras tasas de inflación, en estos casos se examinan las propuestas de Krugman (1998) y Svensson (2001) para tratar de alterar las expectativas de los agentes tanto respecto de las tasas de interés nominales como de las tasas de inflación futuras.

El problema básico por tratar es el siguiente: en una economía pequeña y abierta, con agentes económicos que toman decisiones a partir de ciertos mecanismos de formación de expectativas, ¿cómo se conduce la política monetaria en presencia de una trampa de la liquidez?

Este trabajo se propone demostrar, mediante modelos económicos y el análisis del comportamiento de funciones de impulso-respuesta, la siguiente hipótesis: si el sistema económico es estable, la política monetaria sólo será eficaz si ésta logra alterar las expectativas de las tasas de inflación futuras esperadas. Para ello, probablemente se requiere más que una flexibilización cuantitativa, y esto es más cierto aún si las autoridades monetarias privilegian el objetivo de empleo (o la brecha del producto) por encima del objetivo de inflación.

2. Origen intelectual y eventos históricos

El origen intelectual de la trampa de la liquidez, es decir, la formulación inicial de la teoría de que la economía podría llegar a una situación en que la tasa de interés nominal de corto plazo fuera tan baja que el banco central perdiera la capacidad de influir sobre la economía a través de esta herramienta resulta crucial para estudiar y construir modelos económicos que contribuyan a mejorar nuestra comprensión de dicho fenómeno. Ello se debe a que las primeras formulaciones describían el fenómeno de una manera que era consistente con los paradigmas de la época, por lo que la evolución de la teoría económica implicó también la evolución de la teoría de la trampa de la liquidez.

Asimismo, el surgimiento de la teoría de la trampa de la liquidez obedeció a las circunstancias de la economía en la época en que fue concebida. Por lo tanto, tener en consideración la historia económica general y, en particular, los eventos caracterizados comúnmente como trampas de la liquidez resulta importante para ilustrar las características de este fenómeno y para contrastar los resultados teóricos cuando se trata de investigaciones empíricas.

A continuación, se pasa revista de los principales eventos de la historia económica que han sido descritos como trampas de la liquidez, y se hace un breve repaso de la teoría económica de la trampa de la liquidez y su evolución desde que se concibió por primera vez.

2.1. Eventos históricos caracterizados como trampa de la liquidez

En la historia económica, se pueden identificar cuatro episodios que cumplen con las características más importantes de la trampa de la liquidez: la Gran Depresión de la década de 1930 en Estados Unidos; la Recesión de 2008-2009 y los años de recuperación subsiguientes, también en Estados Unidos; la crisis japonesa de las décadas de 1990, 2000 y 2010; y la crisis europea de la década de 2010.

En todos ellos, el banco central llevó la tasa de interés nominal de corto plazo a niveles muy bajos (cerca, iguales o, incluso, menores que cero) y perdió la

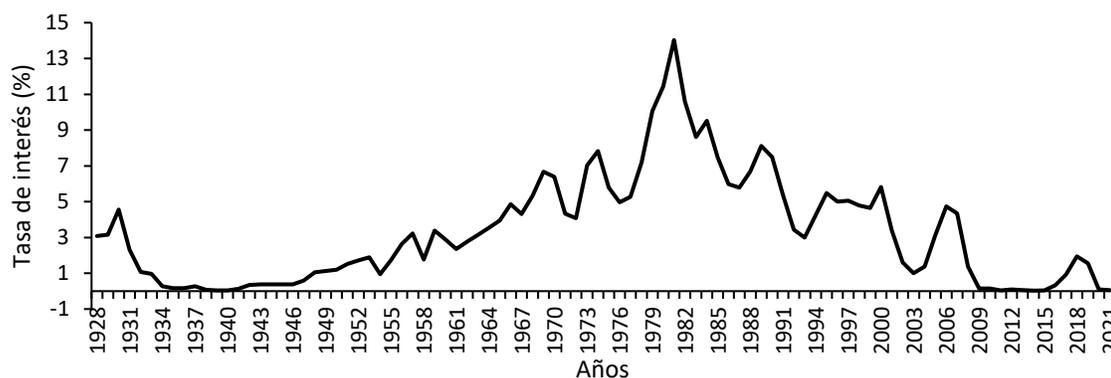
capacidad de seguir influyendo en la actividad económica usando esta herramienta. A continuación, se describen brevemente estos episodios.

2.1.1. La Gran Depresión y la Recesión de 2008-2009 en Estados Unidos

El primer evento de la historia económica que se caracterizó como una trampa de la liquidez fue la Gran Depresión de la década de 1930 en Estados Unidos¹. Fue este evento el que inspiró la discusión sobre la existencia y naturaleza de la trampa de la liquidez. El siguiente evento que se caracterizó de manera similar fue la Recesión de 2008-2009. En ambos casos, la tasa de interés se mantuvo en niveles cercanos a cero por prolongados períodos de tiempo, como puede apreciarse en la Figura 2.1.

Figura 2.1

Tasa de interés de corto plazo en Estados Unidos entre 1928 y 2021



Nota. Elaboración propia con información de *Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills: 1928-2021*, de la Universidad de Nueva York (NYU), a enero de 2022.

En la Figura 2.1 destacan dos períodos: las décadas de 1930 y 1940, y la década de 2010. Incluso llama la atención el período posterior a la contingencia sanitaria de 2020. Estos períodos han sido caracterizados como trampa de la liquidez precisamente por sus bajas tasas de interés, las cuales permanecieron en esos niveles

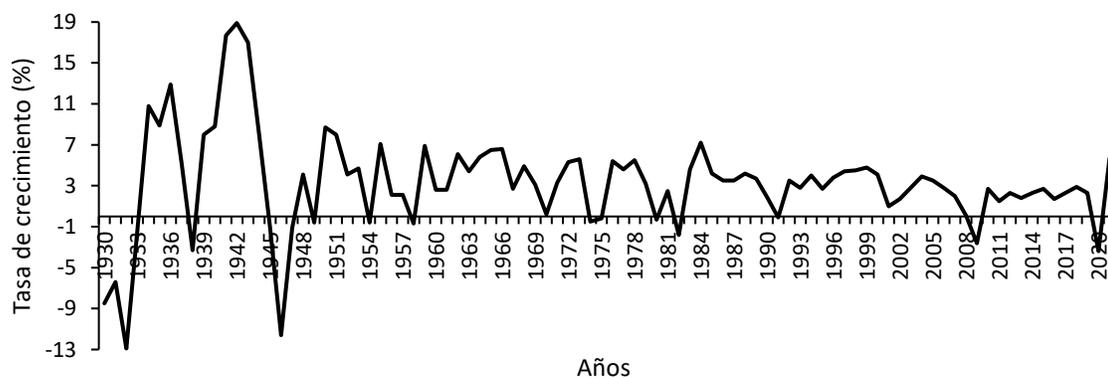
¹ Llama la atención que Keynes, en su Teoría General de 1936, no considerara que la Gran Depresión debía caracterizarse como una trampa de la liquidez pues, al describir la naturaleza de dicho fenómeno señala que “aunque este caso extremo pueda llegar a tener importancia práctica en el futuro, aún no conozco ningún ejemplo de él” (Keynes, 2022, p. 207).

por un prolongado período de tiempo. Entre 1929 y 1949, la tasa de interés nominal de corto plazo promedio fue de 0.851%, y entre 1934 y 1947 promedió 0.261%. Entre 2008 y 2017, la tasa de interés promedio fue de 0.319%, y en el crítico período de 2009-2015, promedió 0.081%.

Asimismo, un rasgo que caracteriza a los períodos señalados como trampas de la liquidez es el bajo crecimiento. Para ilustrar esta situación en Estados Unidos, puede verse la Figura 2.2. Ahí, se observa que el período más profundo de la Gran Depresión fue 1930-1933, en el que la tasa de crecimiento promedio fue de -7.25%. Durante la década de la Depresión (1930-1939), el crecimiento promedio fue de 1.34%. Mientras que a lo largo del período 1930-1949, el crecimiento promedio fue de 3.68%. Por otro lado, durante los años que siguieron a la Recesión de 2008-2009, la tasa de crecimiento promedio fue de 1.48%.

Figura 2.2

Tasa anual de crecimiento del PIB de Estados Unidos entre 1930 y 2021

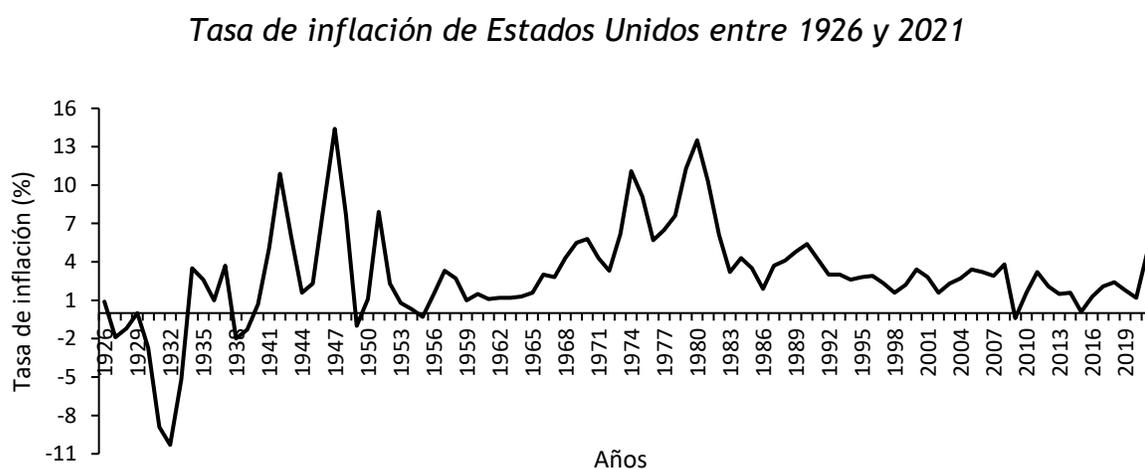


Nota. Elaboración propia con información de *Real Gross Domestic Product. Percent Change from Preceding Period, Not Seasonally Adjusted*, del Banco de la Reserva Federal de Saint Louis (Federal Reserve Economic Data), al 27 de enero de 2022.

Otro rasgo común es una baja tasa de inflación. En la Figura 2.3 se puede apreciar la tasa de inflación de Estados Unidos entre 1926 y 2021, medida con el Índice de Precios al Consumidor (CPI) hasta 1977 y medida con el Índice de Precios al Consumidor de todos los Consumidores Urbanos (CPI-U) a partir de 1978. Ahí se aprecia la tasa de crecimiento del índice de precios al consumidor de un año al siguiente. Desde 1927,

ya se observaban presiones deflacionistas, y entre 1929 y 1949, la tasa de inflación promedio fue de 1.74%. Sin embargo, en el período de la depresión, entre 1929 y 1939 el promedio fue de -1.78%. Entre 2008 y 2017, la tasa de inflación promedio fue de 1.69%.

Figura 2.3

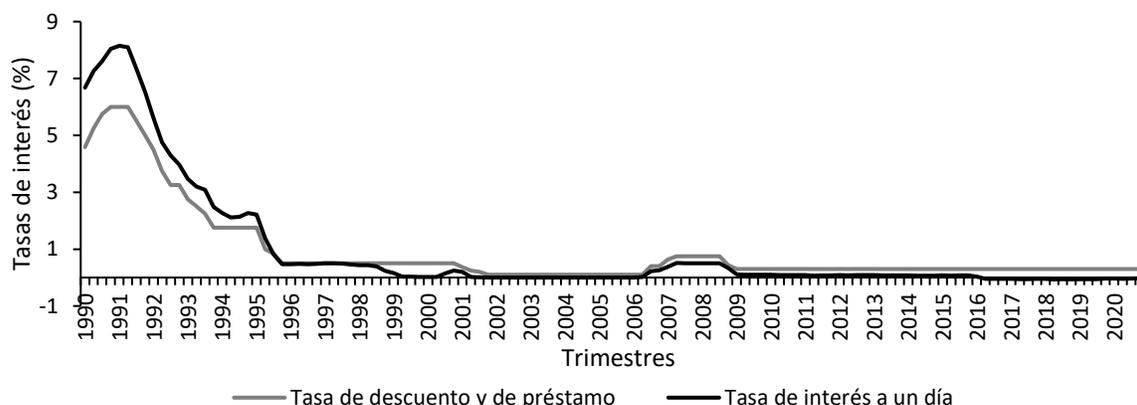


Nota. Elaboración propia con información de *Consumer Price Index, 1800-*, del Banco de la Reserva Federal de Minneapolis, 2022.

2.1.2. Crisis de 1990-2020 en Japón

Después de la Gran Depresión, la crisis japonesa de la década de 1990 es el evento de la historia económica que más se ha estudiado como ejemplo de la trampa de la liquidez. La importancia de la crisis japonesa reside en dos características peculiares: en primer lugar, la crisis se ha prolongado ya por tres décadas; en segundo lugar, Japón se volvió el laboratorio donde numerosos experimentos de políticas fiscales y monetarias se han llevado a cabo en un contexto de tasas de interés muy bajas (véase Figura 2.4), lo que ha dotado a los economistas de un importante acervo de información sobre la trampa de la liquidez.

Figura 2.4

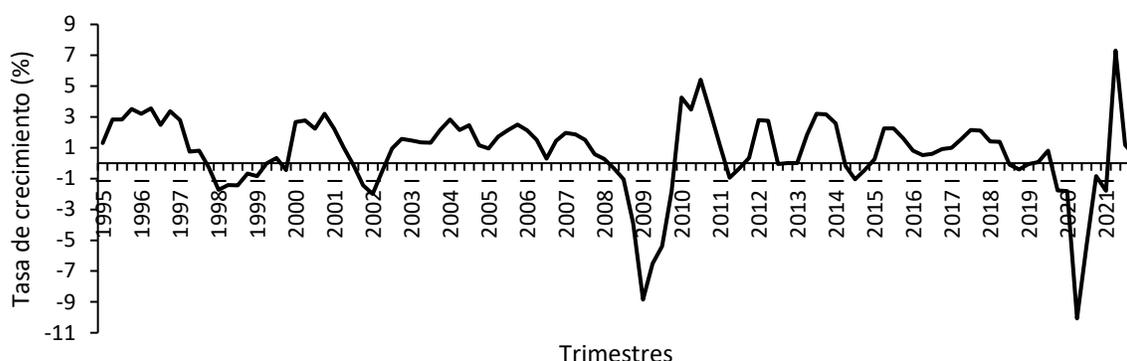
Tasas de interés de corto plazo en Japón entre 1990 y 2020

Nota. Elaboración propia con información de *BOJ Time-Series Data Search*. *BOJ's main statistical data. Key figures at a glance. Interest Rates*, del Banco de Japón, 2022.

En la Figura 2.4 se aprecian los promedios trimestrales de las tasas de descuento y préstamo (*Basic Discount Rate and Basic Loan Rate*) y las tasas de interés a un día (*Call Rate –Uncollateralized Overnight*). Como puede verse, las tasas de interés nominales de corto plazo han permanecido en niveles muy bajos desde mediados de la década de 1990 y, a mediados de la década de 2010, entraron en terreno negativo.

Tras la Segunda Guerra Mundial, la economía de Japón creció rápidamente y ya en la década de 1960 era una de las cinco economías más grandes del mundo. A mediados de la década de 1980, Japón llegó a ser la segunda economía más grande del mundo, lo que sólo ha cambiado debido al ascenso de China. El acelerado crecimiento japonés se frenó súbitamente tras el estallido de una gran burbuja creada durante la década de 1980. A partir de 1992 la economía japonesa ha tenido bajas tasas de crecimiento, y son éstas las que se caracterizan como “la crisis japonesa” (Blanchard, 2006).

Figura 2.5

Tasa de crecimiento del PIB de Japón entre 1995 y 2021

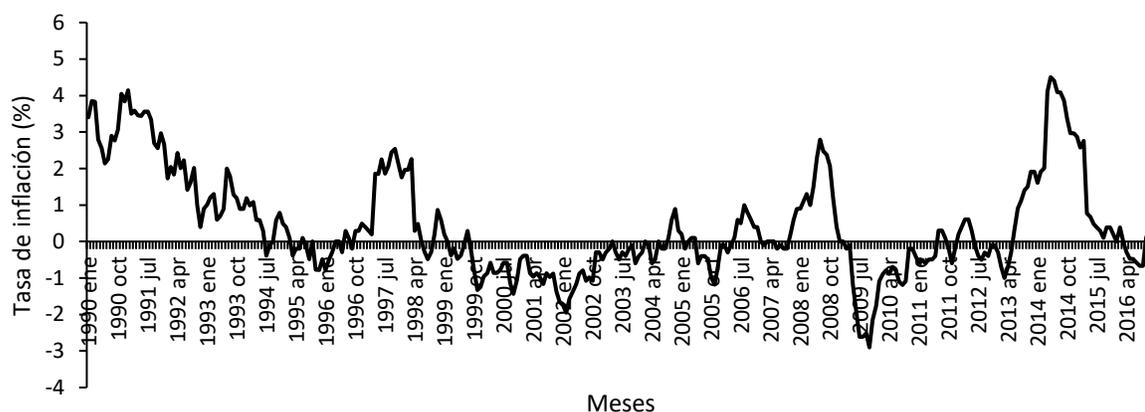
Nota. Elaboración propia con información de *SNA (National Accounts of Japan). Quarterly Estimates of GDP - Release Archive - 2021. Oct.-Dec. 2021 (The 2nd preliminary). Levels. Real, Seasonally Adjusted Series*, de la Oficina del Gabinete (del gobierno de Japón), 2022.

En la Figura 2.5 se aprecia la tasa de crecimiento de un trimestre de un año al mismo trimestre del siguiente. El promedio es de 0.715%, y puede apreciarse que, durante este período, la tasa de crecimiento fluctúa cerca de éste (la desviación estándar es de 2.47%).

La baja e incluso negativa tasa de inflación es otro de los síntomas típicos observados en una trampa de la liquidez. En el caso de Japón, la inflación de precios medida con los precios al consumidor se ha mantenido notablemente baja desde mediados de la década de 1990 y algunos puntos elevados se han debido principalmente a crisis económicas del exterior (Crisis Asiática de 1997 y Recesión de 2008-2009, por ejemplo).

Figura 2.6

Tasa de inflación de Japón entre 1990 y 2016 medida con el Índice de Precios al Consumidor



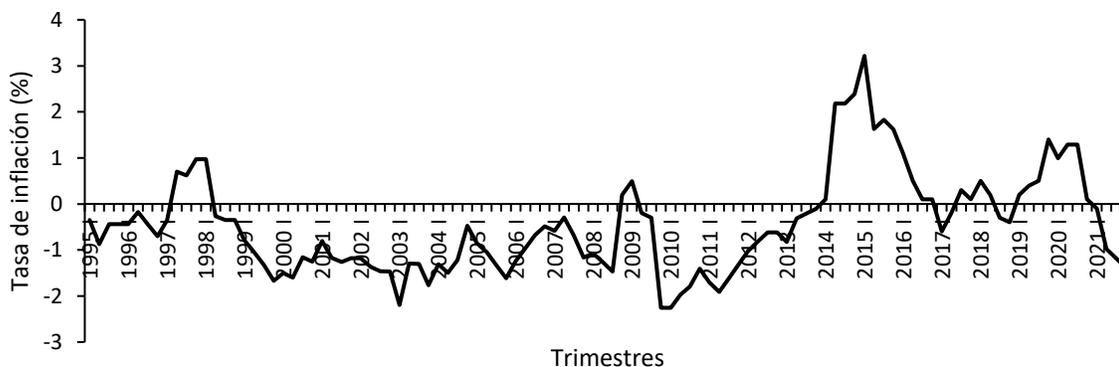
Nota. Elaboración propia con información de *Consumer Price Index. Time Series. Index of All Items, less imputed rent (August 1946 - the Recent Month)*, de e-Stat - Japanese Government Statistics, 2017.

En la Figura 2.6 se observa la tasa de inflación de Japón entre 1990 y 2016 medida con el Índice de Precios al Consumidor. Aquí se aprecia la tasa de crecimiento del índice de precios al consumidor de un mes de un año al mismo mes del siguiente. El promedio es de 0.438% y la desviación estándar es de 1.408%.

Asimismo, la inflación de precios medida con el deflactor del PIB ha mostrado un comportamiento similar, y la notable asimetría de la conducta de los precios de bienes producidos respecto de los bienes consumidos en Japón, al comparar las inflaciones durante las crisis asiática de 1997 y la Recesión de 2008-2009 con la inflación de mediados de la década de 2010, apunta a factores internos para explicar en gran medida esta última, en particular la posibilidad de que las medidas de política económica hayan tenido algunos efectos.

Figura 2.7

Tasa de inflación de Japón entre 1995 y 2021 medida con el deflactor del PIB



Nota. Elaboración propia con información de *SNA (National Accounts of Japan). Quarterly Estimates of GDP - Release Archive - 2021. Oct.-Dec. 2021 (The 2nd preliminary). Deflators. Seasonally Adjusted Series. Real, Seasonally Adjusted Series*, de la Oficina del Gabinete (del gobierno de Japón), 2022.

En la Figura 2.7 se observa la tasa de inflación de Japón entre 1995 y 2021 medida con el deflactor del PIB. Aquí se aprecia la tasa de crecimiento del deflactor del PIB de un trimestre de un año al mismo trimestre del siguiente. El promedio es de -0.457% y la desviación estándar es de 1.073% . Que el promedio sea negativo y no positivo como en el caso del índice de precios al consumidor se debe a la diferencia de períodos (en los precios al consumidor se consideró el período 1990-2016, y en el deflactor del PIB el período 1995-2021). Pero destaca la relativa estabilidad con que la inflación permanece baja.

En Japón se implementaron por primera vez las medidas o políticas monetarias no convencionales como el caso de la flexibilización o expansión cuantitativa (*Quantitative Easing*). Asimismo, fue en plena crisis de la década de 1990 cuando se dotó de autonomía al Banco de Japón, lo que generó ciertos problemas políticos y burocráticos para la implementación de medidas que pudieron haber sacado al país de la crisis (Krugman, 1998). Por otro lado, el gobierno de Japón lanzó programas de expansión fiscal como lo recomendaban los modelos tradicionales (el modelo IS-LM estándar de Hicks o los modelos keynesianos más básicos predicen que una expansión

fiscal es capaz de sacar la economía de una trampa de la liquidez), pero también fracasaron.

Estos experimentos sirvieron para enfatizar la importancia de las expectativas y la credibilidad de la autoridad monetaria y de sus políticas para sacar una economía de una trampa de la liquidez. Asimismo, la crisis japonesa generó debates respecto de la manera más eficaz de lograrlo.

En 2001 se lanzó el primer *Quantitative Easing*, y en 2012 se lanzó un notable intento por tratar de salir de la crisis: la llamada *Abenomics*. Un conjunto de políticas económicas de oferta y de demanda promovidas por el gobierno del Primer Ministro Shinzo Abe (2012-2020). La *Abenomics* consistió en “tres flechas”²:

- 1) Primera Flecha: Expansión fiscal
- 2) Segunda Flecha: Expansión monetaria
- 3) Tercera Flecha: Reformas Estructurales

Los datos sugieren que es probable que las medidas hayan tenido algún efecto sobre la inflación entre finales de 2013 y mediados de 2014, pero la economía japonesa regresó a su tendencia y ni siquiera el choque que representó la contingencia sanitaria de 2020 parece haber tenido efectos duraderos sobre la inflación. En suma, Japón sigue siendo un caso interesante de estudio sobre el estancamiento económico en general y sobre la trampa de la liquidez en particular.

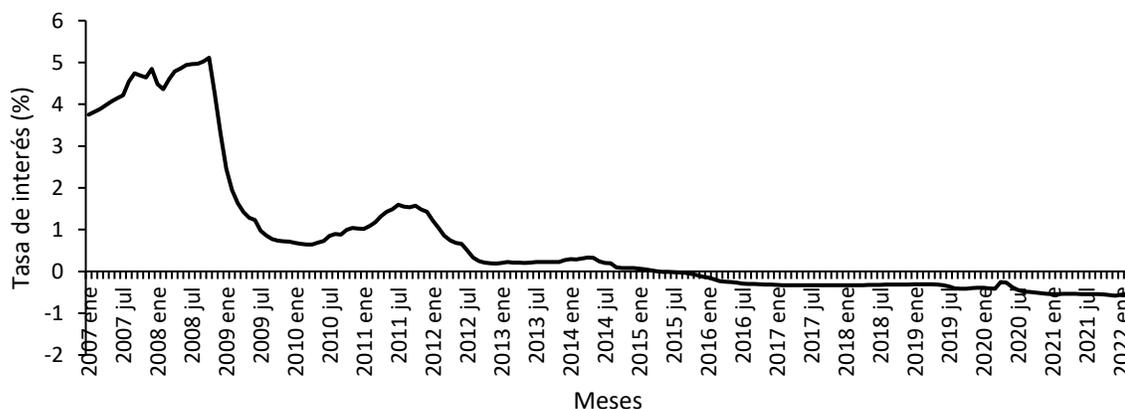
2.1.3. Crisis de la década de 2010 en Europa

La Recesión de 2008-2009 provocó que las economías europeas sufrieran un fenómeno similar al que se observa en Japón desde mediados de la década de 1990. Desde mediados de 2009, las tasas de interés de corto plazo en la Zona Euro (19 países) han permanecido en niveles muy bajos, y entre 2014 y 2015 se volvieron prácticamente cero. A partir de mediados de 2015, las tasas de interés nominal han incluso llegado a encontrarse en terreno negativo (véase Figura 2.8).

² Gobierno de Japón. (2017). *Abenomics. Japan. Sharing tomorrow*. Recuperado el 29 de marzo de 2022 de https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/170508_abenomics.pdf

Figura 2.8

Tasa de interés de corto plazo en la Zona Euro (19) entre 2007 y 2022



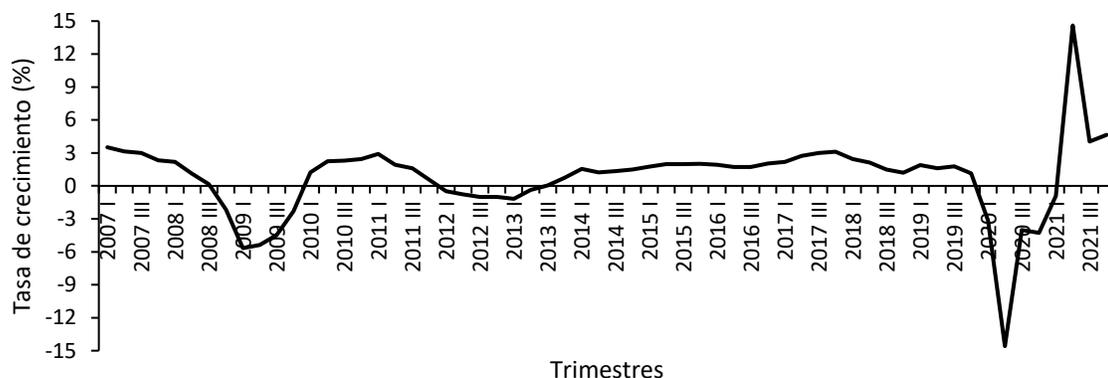
Nota. Elaboración propia con información de *Short-term interest rates* (indicador) de la OCDE, 2022.

En la Figura 2.8 se aprecia la tasa de interés de corto plazo de la Zona Euro (19) entendida como la tasa a la que se prestan dinero las instituciones financieras o bien la tasa que pagan los títulos del gobierno a corto plazo, generalmente esta tasa se refiere a vencimientos de 3 meses (OCDE, 2022). Como puede verse, la tasa de interés nominal de corto plazo ha permanecido en niveles muy bajos desde 2009 y, a mediados de la década de 2010, entraron en terreno negativo.

Asimismo, tras la Recesión de 2008-2009, las economías de la Zona Euro mantuvieron bajas tasas de crecimiento, e incluso una recesión adicional entre 2012 y 2013. Esta tendencia sólo se vio interrumpida por el choque que significó la contingencia sanitaria de 2020.

En la Figura 2.9 se observa la tasa de crecimiento del PIB de la Zona Euro (19) entre 2007 y 2021. Aquí se aprecia la tasa de crecimiento de un trimestre de un año al mismo trimestre del siguiente. El promedio es de 0.806%, y la desviación estándar es de 3.497%, sin embargo, si se omiten la Recesión de 2008-2009 y la contingencia sanitaria de 2020, podrá observarse que el crecimiento es ligeramente mayor, pero la variación es considerablemente menor: el promedio es de 1.415%, y la desviación estándar es de 1.117%.

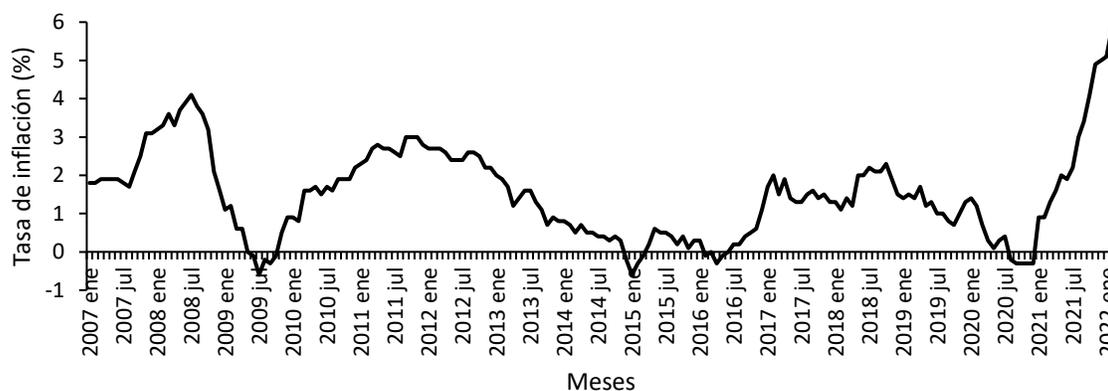
Figura 2.9

Tasa de crecimiento del PIB de la Zona Euro (19) entre 2007 y 2021

Nota. Elaboración propia con información de *Quarterly GDP* (indicador) de la OCDE, 2022.

Por otro lado, aunque la inflación se mantuvo en niveles bajos, no fue tan baja como en el caso japonés. Y es el choque de la contingencia sanitaria de 2020 el que elimina la baja inflación y lanza a la Zona Euro hacia niveles de inflación que no se habían observado en años recientes.

Figura 2.10

Tasa de inflación de la Zona Euro (19) entre 2007 y 2022

Nota. Elaboración propia con información de *HICP - monthly data (annual rate of change)* de la Eurostat, 2022.

En la Figura 2.10 se observa la tasa de inflación de la Zona Euro (19) entre enero de 2007 y febrero de 2022 medida con el Índice de Precios al Consumidor. Aquí se aprecia

la tasa de crecimiento del índice de precios al consumidor de un mes de un año al mismo mes del siguiente. El promedio es de 1.515%, y la desviación estándar es de 1.202%, sin embargo, si se omiten la Recesión de 2008-2009 y la contingencia sanitaria de 2020, podrá observarse que tanto el promedio como la variación de la inflación son ligeramente menores: el promedio es de 1.351%, y la desviación estándar es de 0.889%.

A pesar de las medidas de *Quantitative Easing* y otras medidas de apoyo del Banco Central Europeo, las economías de la Zona Euro no parecen haberse recuperado del todo. Sin embargo, es posible que logre salir de la trampa de la liquidez tras el choque de 2020.

2.2. Origen intelectual de la trampa de la liquidez

La teoría económica de la trampa de la liquidez tiene sus orígenes en la Gran Depresión de la década de 1930. Sin embargo, el refinamiento más importante y los mayores desarrollos al respecto aparecieron hasta finales de la década de 1990 y principios de la década de 2000, como consecuencia de la crisis japonesa y la implementación del ya citado *Quantitative Easing*. A continuación, se revisa brevemente el origen y el desarrollo teórico de la trampa de la liquidez.

2.2.1. Keynes y la Teoría General

La aportación más destacada de John Maynard Keynes fue la idea de que es “posible una situación de equilibrio que no corresponde al pleno empleo: todo lo que se produce se vende, pero nada indica que a este nivel de producto se esté utilizando la totalidad de recursos, incluida la fuerza de trabajo” (Andjel, 1992, p.38). Por ello, es posible que exista desempleo del trabajo, y ello explicaría por qué puede existir capacidad instalada desocupada y un elevado número de desempleados, lo que contradice la teoría del equilibrio general walrasiano.

Para explicar y comprender lo anterior, Keynes formula el principio de la demanda efectiva. Primero explica algunas implicaciones de la rigidez³ de los salarios

³ Romer (2006) señala que, en cuanto Keynes se percató de que la evidencia empírica contradecía lo predicho por su modelo expuesto en la Teoría General de 1936 (los salarios reales se deberían

nominales a la baja, pues ello permite en buena medida la existencia de desempleo involuntario⁴, aunque descarta que la solución al desempleo se encuentre en la flexibilidad de los salarios (Andjel, 1992, pp. 109-113; Keynes, 2022. pp. 249-260).

Por otro lado, el principio de la demanda efectiva explica que cuando la economía opera con capacidad instalada y desempleo, el nivel de producción depende del nivel de la demanda independientemente de la función o frontera de posibilidades de producción. En ese sentido, Keynes (2022) señala que “la insuficiencia de la demanda efectiva frenará el proceso de la producción aunque el producto marginal de la mano de obra exceda todavía en valor a la desutilidad marginal de la ocupación” (p. 60).

La forma más sencilla de entender el principio de la demanda efectiva es con el modelo de determinación del ingreso de Samuelson⁵ (1948) que ha sido refinado hasta llegar a la conocida versión de todos los manuales de macroeconomía que se muestra en la Figura 2.11.

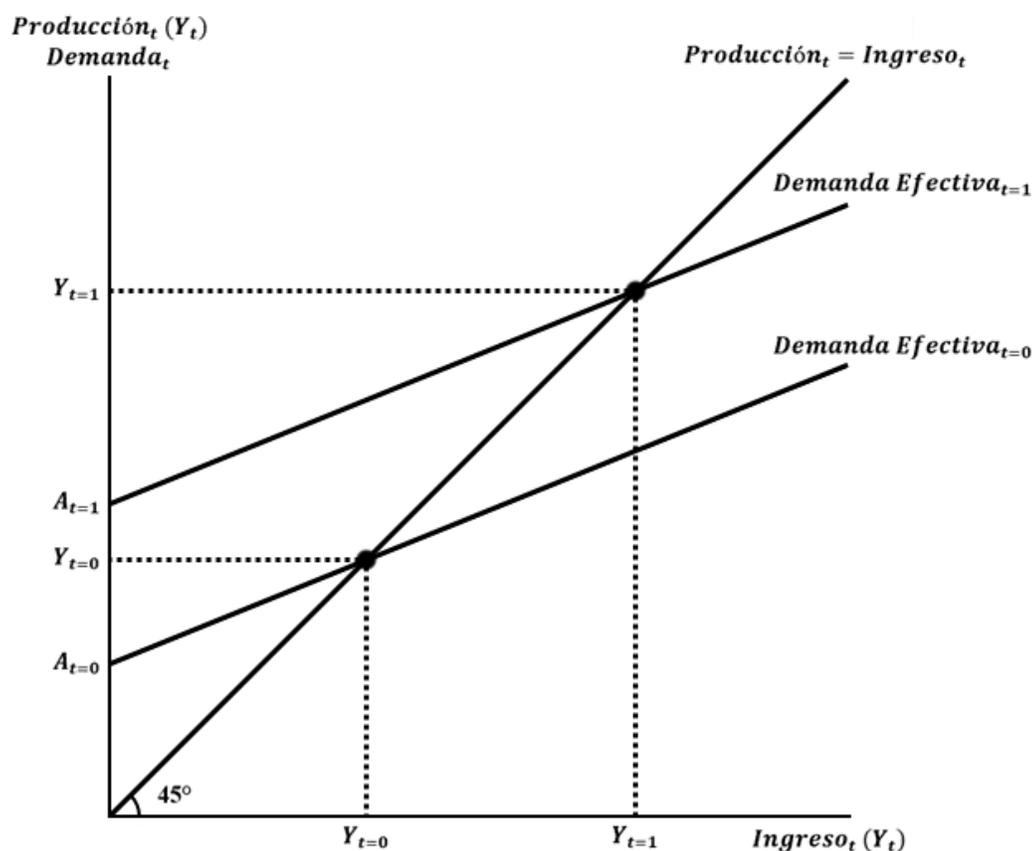
comportar de manera contracíclica pero, en realidad, lo hacen de manera procíclica) explicó que ello se debía a que en realidad el mercado laboral funcionaba de manera distinta, cosa que expuso más adelante.

⁴ Se habla de “desempleo involuntario” cuando los salarios son más altos que los salarios del equilibrio competitivo, por lo que existen trabajadores que estarían dispuestos a aceptar un salario más bajo que el vigente en el mercado, pero no logran conseguir un trabajo. Es decir, permanecen desempleados involuntariamente. El “desempleo voluntario” se produce cuando los trabajadores no aceptan un trabajo debido a que no están dispuestos a aceptar el salario vigente.

⁵ Samuelson, P. (1948). *Economics: An Introductory Analysis*. McGraw-Hill Book Company, Inc. <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.50126/page/n273/mode/2up>

Figura 2.11

Modelo simple de la determinación del ingreso



En la Figura 2.11 se expone el modelo simple de la determinación del ingreso, también llamado cruz o aspa keynesiana⁶. En este modelo, el nivel de producción se determina por el nivel de la Demanda Efectiva, que depende al mismo tiempo de un componente independiente del ingreso (también llamado componente autónomo: A_t) y otro que depende del ingreso. Por ello, en la intersección con el eje de ordenadas, la Demanda Efectiva es positiva y es creciente con el nivel de ingreso (siguiendo así lo que Keynes llamó “ley psicológica fundamental”, según la cual “los hombres están dispuestos, por regla general y en promedio, a aumentar su consumo a medida que su ingreso crece” (Keynes, 2022, p. 115).

⁶ En la traducción de Romer (2006) sólo se menciona el término “aspa keynesiana” pero es común encontrarse con la expresión “cruz keynesiana”, sobre todo en textos publicados en inglés (“*Keynesian cross diagram*”).

El nivel de producción y renta de equilibrio es aquel en el cual la Demanda Efectiva es igual al nivel de producción: si la demanda es mayor que el nivel de producción, la inversión planeada es insuficiente y se agotan los inventarios, por lo que la producción aumenta para satisfacer la demanda. Si la demanda es menor que el nivel de producción, la inversión planeada es excesiva y se acumulan inventarios, por lo que la producción disminuye. El equilibrio se alcanza cuando la producción satisface la demanda y los inventarios permanecen constantes. Es importante notar que este modelo simplifica las ideas de Keynes sobre la Demanda Efectiva, pues supone que el nivel de precios es constante y también la tasa de interés. La interacción de la producción y la tasa de interés se explica con mayor amplitud y facilidad gracias al modelo IS-LM desarrollado por John R. Hicks (1937).

2.2.2. Hicks y el modelo IS-LM

Para intentar resolver los problemas que planteaba la propuesta de Keynes a los economistas neoclásicos, John R. Hicks (1937) presentó su famoso modelo IS-LL⁷ (hoy conocido como IS-LM). En este modelo se planteaban dos naturalezas de la tasa de interés. Por un lado, se planteaba el equilibrio de la tasa de interés nominal en los mercados financieros, de donde se extrajo la relación LL, que hoy se conoce como relación LM; y por otro lado se planteaba el equilibrio de la tasa de interés real que involucraba la llamada “eficiencia marginal del capital”⁸, de donde se extrajo la relación IS.

La cuestión que planteó Hicks fue que el modelo keynesiano era similar al neoclásico, pero la diferencia fundamental era la idea de preferencia por la liquidez, pues ésta alteraba la ecuación cuantitativa de Cambridge.

Ecuación de la Teoría Cuantitativa (Ecuación Cuantitativa de Cambridge⁹):

$$M = kPY$$

⁷ Hicks, J. (1937). Mr. Keynes and the ‘Classics’; A Suggested Interpretation. The Econometric Society. *Econometrica*, 5 (2), 147-159.

⁸ *Marginal-efficiency-of-capital*, en Hicks (1937), p. 149.

⁹ *Cambridge Quantity equation*, en Hicks (1937), p. 148.

Demanda de dinero de Keynes:

$$M = L(PY, i)$$

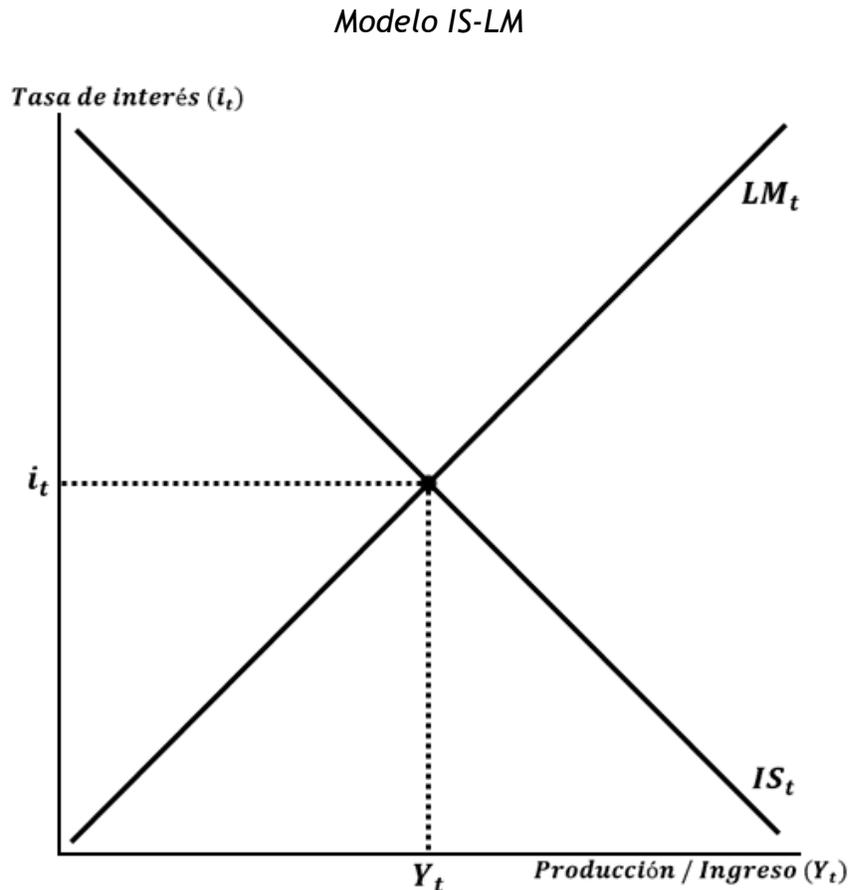
La diferencia consiste precisamente en que Keynes sostiene que la cantidad de dinero no altera el nivel de precios, sino que altera la tasa de interés nominal. De este modo, la cantidad de dinero altera el nivel de producción y el ingreso. Esto ocurre debido a que la tasa de interés determina el nivel de la inversión, pues éste debe ser tal, que la eficiencia marginal del capital¹⁰ sea igual a la tasa de interés. Es decir, la tasa de interés se determina en el mercado de dinero y ésta determina el nivel de la inversión, a diferencia de lo establecido por la economía neoclásica (que Keynes y Hicks llamaban economía clásica) donde la tasa de interés se determina en el mercado de fondos prestables y el dinero determina el nivel de precios.

Sin embargo, no debe olvidarse que Hicks formuló el modelo IS-LM justamente para conciliar ambas visiones: la tasa de interés de equilibrio debe simultáneamente satisfacer el mercado de dinero (curva LM) donde la demanda es formulada a partir de la preferencia por la liquidez de Keynes, y el mercado de bienes (curva IS) donde la demanda por fondos prestables (que depende de la eficiencia marginal del capital) debe ser igual a la oferta de fondos prestables (que depende del ahorro).

El modelo IS-LM se puede apreciar claramente en la Figura 2.12. La curva IS (*Investment-Savings*) muestra la “relación entre el ingreso y la tasa de interés que debe mantenerse para que el ahorro sea igual a la inversión” (Hicks, 1937, p. 153). La curva LM (*Liquidity-Money*) muestra la relación entre el ingreso y la tasa de interés en la que “un aumento en el ingreso tiende a aumentar la demanda por dinero” lo que a su vez presiona al alza la tasa de interés (Hicks, 1937, p. 153).

¹⁰ Keynes define la eficiencia marginal del capital “como si fuera igual a la tasa de descuento que lograría igualar el valor presente de la serie de anualidades dada por los rendimientos esperados del bien de capital, en todo el tiempo que dure, a su precio de oferta (corriente)”, donde el precio de oferta es “el precio que bastaría para exactamente para inducir a un fabricante a producir una nueva unidad adicional del mismo, es decir, lo que algunas veces se llama costo de reposición” (Keynes, 2022, p. 147).

Figura 2.12



La descripción del fenómeno de la trampa de la liquidez aparece primero en la Teoría General de Keynes:

Hay la posibilidad (...) de que, tan pronto como la tasa de interés ha bajado a cierto nivel, la preferencia por la liquidez pueda volverse virtualmente absoluta en el sentido de que casi todos prefieran efectivo a conservar una deuda que da una tasa de interés tan baja. En este caso la autoridad monetaria habría perdido el control efectivo sobre la tasa de interés...

(Keynes, 2022, p. 207)

Andjel (1992) explica el fenómeno de la siguiente manera:

El público estima que la tasa de interés no puede seguir cayendo y sea cual sea el nivel del ingreso, absorbe siempre la totalidad de la oferta monetaria. Cambios en esta última (...) no logran hacer caer el tipo de interés ya que el equilibrio en el mercado de dinero se logra a la tasa de interés vigente, sea cual sea la magnitud del ingreso y el incremento en la oferta monetaria. Así la función LM será horizontal o tendrá un tramo horizontal: hay equilibrio en el mercado de dinero a una tasa de interés, la misma para todos los niveles de ingreso posibles.

(Andjel, 1992, p. 106)

Posteriormente, Hicks profundizó en el fenómeno de la trampa de la liquidez y proporciona una descripción más detallada, así como algunas de sus implicaciones. De forma simplificada dice que: la economía cae en una trampa de la liquidez cuando la curva LM se vuelve plana, lo que lleva a la economía a quedar “fuera de contacto con el mundo clásico” (Hicks, 1937, p. 154). La descripción más directa se encuentra en el siguiente fragmento:

En un caso extremo, la tasa de interés del corto plazo más corto puede tal vez estar cerca de cero. Pero, en ese caso, la tasa de interés de largo plazo debe estar por encima de ella, pues la tasa de interés de largo plazo debe dejar espacio para (cubrir) el riesgo de que la tasa de interés de corto plazo suba durante el período que dure el préstamo, y debe notarse que la tasa de interés de corto plazo sólo puede subir, no puede bajar... Si la IS se encuentra (muy) a la derecha (de la LM), entonces podemos de hecho aumentar el empleo mediante el incremento de la cantidad de dinero; pero si la IS se encuentra (muy) a la izquierda, no podemos hacerlo; (la política monetaria sola) no presionará más hacia abajo la tasa de interés.

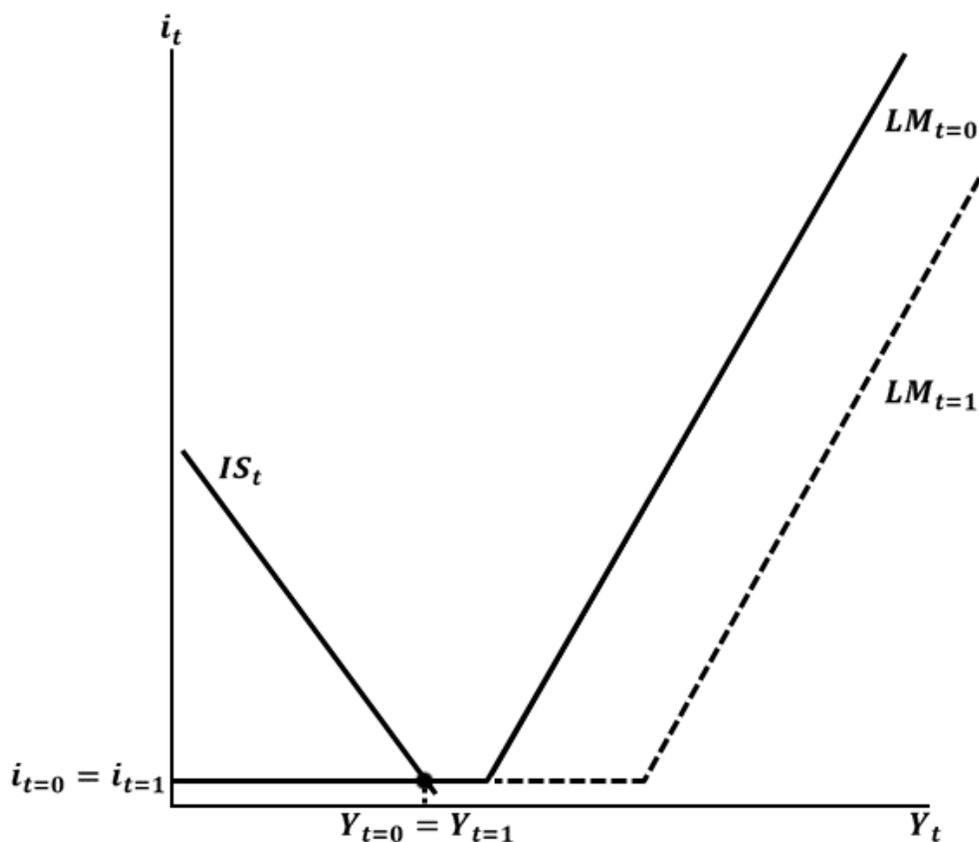
(Hicks, 1937, p. 155)

Es decir, cuando existe un choque de demanda negativo que desplace la IS muy a la izquierda, el equilibrio macroeconómico se localizará en la parte plana de la relación LM. Por ello, una expansión monetaria que desplace la relación LM hacia la derecha no será eficaz para reducir más la tasa de interés nominal, y tampoco la tasa de interés real.

En la Figura 2.13 se muestra la exposición tradicional de la trampa de la liquidez en el modelo de Hicks tal como él la presenta en su artículo clásico de 1937. Como puede verse, una expansión monetaria resulta ineficaz, pues toda la provisión adicional de liquidez es absorbida por la demanda de dinero y no es posible disminuir más la tasa de interés nominal y, en consecuencia, tampoco la real. Por ello, la economía queda atrapada en un nivel de producción que bien puede ser menor al natural (también llamado potencial o de pleno empleo).

Figura 2.13

Trampa de la liquidez en el modelo IS-LM



2.2.3. La síntesis neoclásica

El modelo IS-LM de Hicks se popularizó al grado de que en la actualidad sigue enseñándose y utilizándose para el análisis macroeconómico más elemental. Sin embargo, desde su formulación recibió numerosas críticas y a lo largo de la segunda mitad del siglo XX sufrió algunas adiciones y fue incorporado en modelos que incluían rigideces en precios, es decir, un ajuste gradual de precios. El caso más notable es el del modelo OA-DA.

Aunque el modelo OA-DA originalmente utilizaba el nivel de precios y ha sido calificado incluso como “inconsistente”¹¹, este modelo ofrecía una explicación más profunda y satisfactoria de la naturaleza de la trampa de la liquidez que el modelo IS-LM por sí solo. Hicks señalaba que la tasa de largo plazo es necesariamente más alta que la de corto plazo cuando esta última es muy baja o cercana a cero, pero no abunda en las implicaciones de esto para el comportamiento de la demanda, o cuál es el problema con que haya deflación o expectativas de deflación.

El modelo OA-DA de manera muy somera dice que la existencia de expectativas deflacionarias desplaza la curva IS más hacia la izquierda todavía y la LM más hacia la derecha, lo que perpetúa el desempleo y la deflación, ya que genera un proceso de retroalimentación que lleva a la economía a una depresión (Blanchard, 2006). El modelo OA-DA se puede ver en la Figura 2.14.

La curva OA tiene tres segmentos: el horizontal es el llamado “segmento keynesiano”, el vertical es el llamado “segmento clásico” que se corresponde con el nivel de producción natural o potencial, y el de pendiente positiva es el segmento en el cual existe cierto grado de ajuste nominal incompleto que permite que la demanda incida sobre el nivel de producción. La DA tiene dos segmentos: el de pendiente negativa refleja el hecho de que un descenso en el nivel de precios provoca una expansión monetaria real que reduce la tasa de interés y con ello aumenta el nivel de producción, y el vertical representa la trampa de la liquidez (aunque una reducción

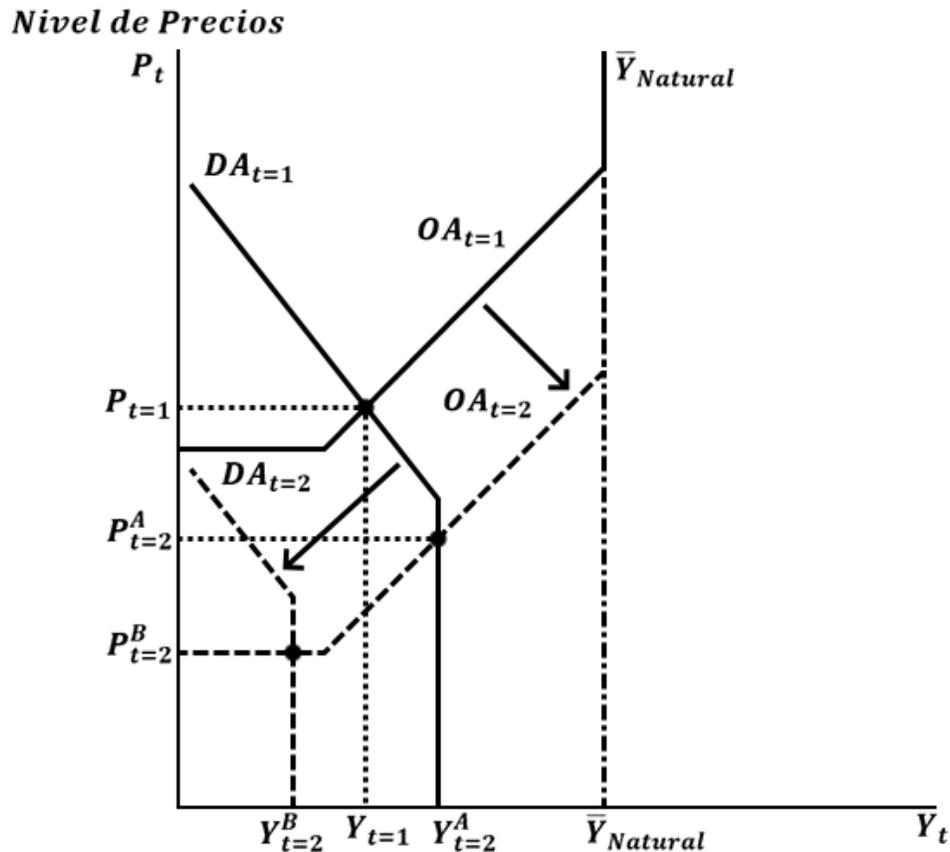
¹¹ Bofinger et al. (2006) utilizan el adjetivo “inconsistente” (*inconsistent*) para describir el modelo OA-DA original.

del nivel de precios pueda seguir expandiendo la oferta monetaria real, la tasa de interés nominal ya no cambia y tampoco lo hace el nivel de producción).

En la Figura 2.14, el equilibrio inicial está en $(Y_{t=1}, P_{t=1})$, en este caso se supone implícitamente que el nivel de precios esperado es menor que el observado, por lo que las expectativas del nivel de precios disminuyen, y la Oferta Agregada se desplaza hacia abajo de $OA_{t=1}$ a $OA_{t=2}$, y el nuevo equilibrio está en $(Y_{t=2}^A, P_{t=2}^A)$. La economía cae en la trampa de la liquidez y no logra retornar a su nivel de producción natural a pesar de que no desaparecen las presiones deflacionarias. Sin embargo, si las expectativas deflacionarias no sólo desplazan a la Oferta Agregada, sino también a la Demanda Agregada, la DA se desplaza hacia la izquierda de $DA_{t=1}$ a $DA_{t=2}$, y el nuevo equilibrio está entonces en $(Y_{t=2}^B, P_{t=2}^B)$. En este caso, la economía no sólo cae en la trampa de la liquidez y no logra retornar a su nivel de producción natural, sino que cae en una espiral deflacionaria que contrae la economía y la lleva a una depresión.

Figura 2.14

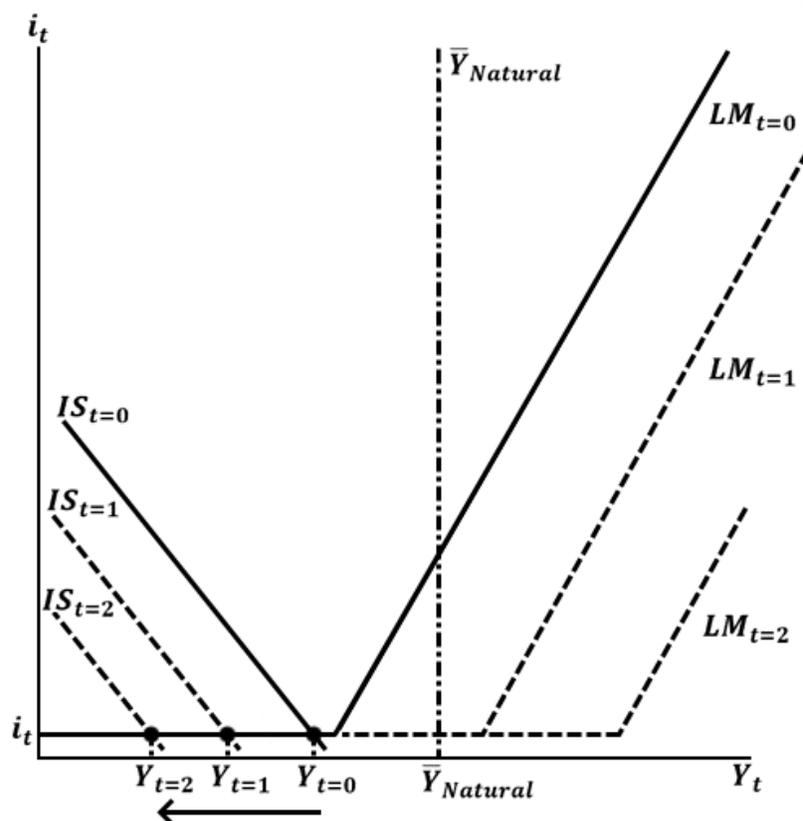
Trampa de la liquidez en el modelo OA-DA



Asimismo, la trampa de la liquidez en el modelo IS-LM incorporando las conclusiones del modelo OA-DA puede verse en la Figura 2.15. El equilibrio por debajo del nivel natural de producción genera un descenso del nivel de precios que provoca subsecuentes expansiones monetarias reales que desplazan la curva LM más a la derecha. Asimismo, el descenso del nivel de precios genera expectativas de reducción del nivel de precios que desplazan la curva IS más a la izquierda. Por ello, la tasa de interés permanece muy baja o igual a cero mientras que el nivel de producción se reduce continuamente provocando así una depresión.

Figura 2.15

Trampa de la liquidez en el modelo IS-LM con las implicaciones del modelo OA-DA



Lo más notable de esta exposición de la trampa de la liquidez es que la oferta monetaria es el instrumento de política monetaria, pues el aumento de la oferta monetaria no se da ya por el banco central (expansión en términos nominales, que tiene consecuencias reales) sino por la deflación (expansión en términos reales, aunque no se modifique la cantidad de dinero). Sin embargo, el problema fundamental es que el banco central no puede intervenir más en la economía, incluso si el instrumento es la tasa de interés. Y es este enfoque el que más relevancia cobra en el análisis moderno, pues los bancos centrales suelen fijar la tasa de interés antes que manipular los agregados monetarios y esperar que el mercado determine la tasa de interés.

En este contexto, surgió la curva de Phillips como una relación sencilla entre el desempleo y la inflación de salarios de manera que puede obtenerse un intercambio

entre desempleo e inflación en el corto plazo. Las críticas de Friedman y Lucas condujeron a nuevas formulaciones de la curva de Phillips, pero sigue conservando su esencia. Lo más importante sobre la modificación de la curva de Phillips es el mecanismo de formación de expectativas que incorpora, pues son éstas las que determinan qué tanto tiempo puede durar la curva de Phillips de corto plazo en la que se puede intercambiar inflación y desempleo. Por otro lado, la reintroducción de los fundamentos microeconómicos en el análisis macroeconómico hizo que la trampa de la liquidez adquiriera unas características e implicaciones diferentes.

2.2.4. Los nuevos keynesianos: la visión moderna

La Nueva Economía Keynesiana trabaja con modelos estocásticos de equilibrio general y deriva las ecuaciones del sistema a partir de problemas de optimización con agente representativo. Es decir, los Nuevos Modelos Keynesianos son modelos con fundamentos microeconómicos que toman en cuenta choques aleatorios de diversa naturaleza. Asimismo, los horizontes temporales que se tienen en cuenta son generalmente más amplios que los modelos tradicionales y suelen dar cabida a cierto grado de expectativas racionales. En general, los Nuevos Modelos Keynesianos tienen cierta cercanía con la Nueva Economía Clásica, pero introducen problemas de ajuste nominal incompleto que generan los conocidos resultados propios de la economía keynesiana, entre los que destacan: la paradoja de la frugalidad, el incumplimiento de la equivalencia ricardiana y la no neutralidad del dinero en el corto plazo.

La trampa de la liquidez ya no se caracteriza como una trampa que conduce a la depresión económica, sino que genera que la autoridad monetaria pierda el control de un instrumento de política monetaria, pues la tasa de interés es igual a cero o muy cercana a cero. Sin embargo, el banco central puede seguir incidiendo en la economía si logra alterar las expectativas de los agentes, incluso en una trampa de la liquidez (Eggertsson, 2008, p. 2). En la caracterización moderna, la demanda efectiva no depende sólo de los valores presentes de las variables macroeconómicas relevantes, sino de los valores futuros que se espera que tengan dichas variables.

La caracterización más directa la ofrece Eggertsson (2008, p. 2):

$$x_t = E_t x_{T+1} - \sigma \sum_{s=t}^T E_t (i_s - \pi_{s+1} - \varepsilon_s)$$

donde

x_t : Demanda agregada en términos de la brecha del producto en el período t (desviación de la producción respecto de su nivel del estado estacionario en el período t)

E_t : Esperanza en el período t

σ : Coeficiente derivado del problema de optimización del modelo de equilibrio general con precios rígidos (Eggertsson, 2003)

i_s : Tasa de interés nominal de corto plazo en el período s

π_{s+1} : Tasa de inflación en el período $s+1$

ε_s : Choque estocástico exógeno en el período s

Esta ecuación dice que la demanda en términos de la brecha del producto en el período t depende positivamente del ingreso futuro esperado, y negativamente de la senda futura esperada de tasas de interés reales (tasas nominales e inflación). La cuestión relevante de esta ecuación es que revela que la política monetaria puede ser eficaz incluso en una trampa de la liquidez si logra “cambiar las expectativas del público sobre las tasas de interés futuras hasta el punto en el tiempo en el que la restricción (de que la tasa de interés nominal de corto plazo no puede ser menor que) cero ya no sea vinculante” (Eggertsson, 2008, p. 2).

Una de las principales conclusiones del análisis moderno de la trampa de la liquidez es que la política monetaria no será capaz de incidir en las expectativas de los agentes debido al sesgo deflacionista: si el banco central se embarca en una política monetaria expansiva muy agresiva, los agentes esperarán que dicha política se revierta en cuanto se hayan eliminado las presiones deflacionistas y la inflación vuelva a ser positiva. Por ello, lo que deben hacer las autoridades monetarias es

buscar la forma de hacer creíble el compromiso con la inflación, incluso tras la desaparición de la trampa de la liquidez, para que la demanda aumente.

Una de las principales diferencias entre el enfoque tradicional y el enfoque moderno para abordar la trampa de la liquidez, es que el enfoque tradicional suele tratar con expectativas estáticas (un tipo particular de expectativas adaptativas), mientras que el enfoque moderno lo hace con expectativas racionales. Sin embargo, algunos análisis contienen alguna forma de expectativas estáticas (u otra forma de expectativas adaptativas) para algunas variables cuyos valores futuros esperados son relevantes para el modelo o bien asumen alguna forma de previsión perfecta, mientras que al mismo tiempo recurren a modelos con fundamentos microeconómicos.

3. Modelo de la trampa de la liquidez de la Nueva Economía Keynesiana en una economía pequeña abierta con tipos de cambio flexibles

3.1. Ecuaciones estructurales

3.1.1. Expectativas de inflación

Los modelos económicos dinámicos contemplan procesos de formación de expectativas, y dichos procesos tienen profundas consecuencias que alteran la naturaleza de los modelos. Por ello, es necesario revisar algunas de las diferentes formas en que se modelan los procesos de formación de expectativas y, finalmente, señalar cuál de ellos se incorpora en este modelo.

3.1.1.1. Previsión perfecta

La previsión perfecta implica que no existe incertidumbre, por lo que los agentes pueden predecir los valores futuros de todas las variables, y eso incluye a la inflación.

$$E_t \pi_{t+1} = \pi_{t+1}$$

donde

$E_t \pi_{t+1}$: tasa de inflación que los agentes en t esperan observar en el período $t+1$

π_{t+1} : tasa de inflación observada en el período $t+1$

Las consecuencias de la previsión perfecta son importantes, pues provocan que el modelo se vuelva uno del Ciclo Económico Real, donde la brecha del producto es siempre igual a cero, y la inflación esperada es siempre igual a la futura. En este trabajo no se aplica el supuesto de previsión perfecta, dado que se trata de un supuesto más controvertido.

3.1.1.2. Expectativas racionales

Las expectativas racionales implican que los agentes tratan de predecir los valores futuros de todas las variables, para lo cual usan toda la información disponible en el presente:

$$E_t \pi_{t+1} = E_t(\pi_{t+1} | \Omega_t)$$

donde

$E_t \pi_{t+1}$: tasa de inflación que los agentes en t esperan observar en el período $t+1$

$E_t(\pi_{t+1} | \Omega_t)$: tasa de inflación que los agentes en t esperan observar en el período $t+1$ usando Ω_t , es decir, toda la información disponible en t .

La forma en que se incorporan las expectativas racionales en los modelos económicos generalmente consiste en suponer que, si bien los agentes no conocen los valores futuros de las variables, al menos sí conocen el proceso que los determina, y ese proceso es incorporado junto con ciertas variables estocásticas que añaden incertidumbre respecto del futuro. En este trabajo se sigue a Mankiw (2014) y a Lizarazu (2015)¹², y se opta por no aplicar el supuesto de expectativas racionales para simplificar el análisis.

3.1.1.3. Expectativas adaptativas

Según Argandoña et al. (1996), las expectativas adaptativas consisten en un proceso de formación de expectativas que considera que los agentes tienen unas determinadas expectativas de inflación futura, y cuando dichas expectativas no se cumplen, los agentes corrigen sus expectativas para tener en cuenta las observaciones más recientes.

$$E_t \pi_{t+1} = \lambda \pi_t + (1 - \lambda) E_{t-1} \pi_t, \quad 0 < \lambda < 1$$

¹² Esta investigación toma como punto de partida el trabajo de Lizarazu (2015) y amplía sus resultados al caso de una economía pequeña abierta. Asimismo, en la presente investigación se profundiza sobre el origen intelectual y los eventos históricos caracterizados como trampas de la liquidez, los fundamentos microeconómicos de las ecuaciones estructurales, y diferentes soluciones para salir de una trampa de la liquidez según la literatura.

donde

$E_t\pi_{t+1}$: tasa de inflación que los agentes en t esperan observar en el período $t+1$

$E_{t-1}\pi_t$: tasa de inflación que los agentes en $t-1$ esperaban observar en el período t

π_t : tasa de inflación observada en el período t

λ : velocidad¹³ de adaptación de las expectativas

Cuanto mayor sea λ (la velocidad de adaptación de las expectativas), los agentes corregirán sus expectativas más rápidamente, pues incorporarán a sus expectativas más observaciones recientes y desecharán las previsiones incorrectas. Esta posibilidad de combinaciones entre observaciones recientes y expectativas previas da lugar a dos casos extremos: por un lado, cuando las expectativas se basan sólo en observaciones recientes; y, por otro lado, cuando se anclan en las expectativas que se tuvieron en el pasado. Una consecuencia matemática de la forma en que están definidas este tipo de expectativas es que presentan correlación serial o autocorrelación, es decir, que existe una correlación significativa entre observaciones consecutivas.

3.1.1.3.1. Expectativas miopes

Cuando $\lambda = 0$, se tiene que las expectativas en realidad nunca se adaptan, es decir, nunca se corrigen a pesar de los errores. Por lo tanto, las expectativas de inflación futura son iguales a las previsiones pasadas de inflación presente.

$$E_t\pi_{t+1} = E_{t-1}\pi_t$$

3.1.1.3.2. Expectativas estáticas

Cuando $\lambda = 1$, se tiene que las expectativas se adaptan completamente. Por lo tanto, las expectativas de inflación futura son iguales a la inflación presente.

¹³ Argandoña et al. (1996) denominan λ como “velocidad de adaptación de las expectativas” pero cuanto mayor es λ , las expectativas se adaptan más lentamente. Por ello, en este trabajo se optó por alterar la formulación original para hacerla más intuitiva. La formulación original era: $E_t\pi_{t+1} = (1 - \lambda)\pi_t + \lambda E_{t-1}\pi_t$, así que sólo se cambió la interpretación del parámetro para que una mayor λ dé mayor peso a π_t .

$$E_t\pi_{t+1} = \pi_t$$

El supuesto de expectativas estáticas es criticado porque da lugar a errores sistemáticos (Argandoña, et al., 1996), e implica que los agentes ignoran información disponible que permite predecir la inflación futura. Por otro lado, la evidencia empírica no parece rechazarlo del todo, sobre todo frente al supuesto de expectativas racionales (Mankiw, 2014). Asimismo, una posible defensa de las expectativas estáticas es que, dados los elevados costos de información que implica predecir la inflación futura, los agentes económicos pueden usar la inflación presente como atajo informativo como si se tratara de una caminata aleatoria, es decir, para una gran parte de los agentes económicos la mejor predicción de la inflación futura es la inflación presente.

Como se señaló antes, no se pretende profundizar en la discusión respecto de la superioridad teórica ni empírica de ningún proceso de formación de expectativas. Sin embargo, se menciona brevemente la discusión antes de explicitar que, en este trabajo, se aplicará el supuesto de expectativas estáticas.

3.1.2. Ecuación de Fisher

$$r_t = i_t - E_t\pi_{t+1} \rightarrow r_t = i_t - \pi_t$$

donde

r_t : tasa de interés real en el período t

i_t : tasa de interés nominal en el período t

$E_t\pi_{t+1}$: tasa de inflación que los agentes en t esperan observar en el período $t+1$

π_t : tasa de inflación en el período t

3.1.2.1. Fundamentos y explicación de variables

La ecuación de Fisher es una simplificación de la relación que existe entre la tasa de interés real y las tasas de interés nominal y de inflación. La relación exacta es:

$$1 + r_t = \frac{1 + i_t}{1 + E_t\pi_{t+1}}$$

De esta manera, el valor nominal de un activo (normalizado a 1) de un período a otro aumenta de 1 a $1 + i_t$. Sin embargo, al mismo tiempo, su valor se reduce de 1 a $\frac{1}{1+E_t\pi_{t+1}}$ debido al aumento de los precios. Es decir, aunque el valor nominal del activo aumenta debido a la tasa de interés nominal, su poder adquisitivo se reduce por el aumento de los precios. Por este motivo, el valor real del activo es $\frac{1+i_t}{1+E_t\pi_{t+1}}$.

El supuesto de expectativas estáticas implica que $E_t\pi_{t+1} = \pi_t$, por lo que $1 + r_t = \frac{1+i_t}{1+\pi_t}$.

La relación de Fisher es empleada debido a que cuando $i_t, \pi_t \rightarrow 0$, entonces $r_t \approx i_t - \pi_t$. El hecho de que, normalmente, i_t y π_t sean bajas vuelve a la relación de Fisher útil y válida para efectos del modelo, en el cual se trabaja precisamente el caso de i_t muy baja o igual a cero, y el de π_t también muy baja.

3.1.3. Relación IS: demanda de bienes y servicios

$$x_t = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - \bar{q}) + \varepsilon_t$$

3.1.3.1. Explicación de variables

x_t : Brecha del producto

Se trata de la brecha del producto en términos porcentuales (diferencia en escala logarítmica¹⁴), donde $x_t = y_t - \bar{y}_t$, $y_t = \ln Y_t$ y $\bar{y}_t = \ln \bar{Y}_t$. Asimismo, Y_t es el nivel de producción en t , y \bar{Y}_t es el nivel de producción natural o de largo plazo. Para efectos de este trabajo, se asume que $\bar{Y}_t = \bar{Y}$ para toda t .

r_t : tasa de interés real entre t y $t+1$

Por convención cronológica (Mankiw, 2014), se tiene que la tasa de interés real se observa en t , y representa una tasa de rendimiento en términos reales.

¹⁴ Recuérdese que $\ln X_t - \ln X_{t-1} \approx \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} = \Delta\%X_t$ cuando $X_t \rightarrow X_{t-1}$

Nótese que:

$$\frac{\partial x_t}{\partial r_t} < 0$$

q_t : tipo de cambio real en términos directos (precio de los bienes extranjeros en términos de los bienes nacionales)

El tipo de cambio real en este modelo se expresa en escala logarítmica, por lo que $q_t = \ln Q_t$. Cuando los bienes extranjeros se vuelven más caros en términos de los bienes nacionales, es decir, si el tipo de cambio real en términos directos aumenta, la demanda nacional de bienes extranjeros disminuye, y también la demanda extranjera de bienes extranjeros se reduce. Al mismo tiempo, si los bienes nacionales se abaratan respecto de los extranjeros, lo que también ocurre cuando el tipo de cambio real en términos directos aumenta, la demanda nacional de bienes nacionales aumenta, y también la demanda extranjera de bienes nacionales es mayor. Este efecto conjunto mejora la cuenta corriente, lo que aumenta la demanda efectiva.

Nótese que:

$$\frac{\partial x_t}{\partial q_t} > 0$$

\bar{q} : tipo de cambio real de largo plazo

El tipo de cambio real de largo plazo también se expresa en escala logarítmica. Este tipo de cambio expresa la relación de intercambio entre los bienes nacionales y los extranjeros en el estado estacionario. Nótese que:

$$\frac{\partial x_t}{\partial \bar{q}} < 0$$

ρ : tasa de interés real natural (tasa de preferencia temporal)

La tasa de interés real natural o de largo plazo es igual a la tasa de preferencia temporal¹⁵. Cuando los agentes valoran más el consumo presente, eso implica un

¹⁵ En general, la tasa de interés real del equilibrio walrasiano responde tanto a la tasa de preferencia temporal como a las preferencias de los agentes y a otras variables como la productividad total de los

aumento de la tasa de interés real de largo plazo, lo que reduce la diferencia entre ésta y la tasa de interés real observada. Esto que equivale a una reducción efectiva de la tasa de interés real observada, por lo que la demanda efectiva aumenta. Nótese que:

$$\frac{\partial x_t}{\partial \rho} > 0$$

ε_t : choques aleatorios de demanda

Estos choques o perturbaciones aleatorias se miden en términos porcentuales, tienen media cero y siguen un proceso de ruido blanco. Por lo que:

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

$$E(\varepsilon_t^2) = b > 0$$

Nótese que:

$$\frac{\partial x_t}{\partial \varepsilon_t} > 0$$

α : elasticidad-interés de la demanda de bienes

Cuanto mayor es la elasticidad-interés de la demanda de bienes, la brecha $r_t - \rho$ tiene mayores efectos sobre la brecha del producto.

β : elasticidad-tipo de cambio de la demanda de bienes

Cuanto mayor es la elasticidad-tipo de cambio de la demanda de bienes, cualquier variación del tipo de cambio real tiene mayores efectos sobre la brecha del producto.

3.1.3.2. Fundamentos

La ecuación IS Nuevo-Keynesiana, también llamada “curva IS neokeynesiana” (Romer, 2006), se deriva de las ecuaciones de Euler del problema de maximización de utilidad

factores y la tasa de depreciación del capital. Estos elementos no se incorporan al análisis en este trabajo, pues no se trata de un modelo de Ciclos Económicos Reales. Aquí, la tasa de interés real natural se considera constante e igual a su valor de largo plazo, mientras que en los modelos de los Ciclos Económicos Reales se trata la tasa de interés real natural como un valor que cambia en cada período.

de los consumidores. Por lo regular se asume estacionariedad en el nivel de producción natural y se prescinde del problema de maximización de las ganancias de las empresas. Asimismo, se suelen usar funciones de utilidad CRRA (Aversión Relativa al Riesgo Constante) o CES (Elasticidad de Sustitución Constante). Para una demostración formal de la derivación de la curva IS Nuevo-Keynesiana a partir de fundamentos microeconómicos, véase el Anexo 2.

La relación IS Nuevo-Keynesiana aquí presentada parte de la usada por Mankiw (2014) para la economía cerrada, y de las propuestas de Bofinger et al. (2006) y Svensson (1998; 2001). La idea principal es que el nivel de producción se desvía de su nivel de largo plazo cuando la tasa de interés real o bien el tipo de cambio real se desvían de sus respectivos niveles de largo plazo.

El motivo de ello es que la tasa de interés real de largo plazo es igual a la tasa de preferencia temporal de los consumidores, por lo que sólo cuando la tasa de interés real es igual a la tasa de preferencia temporal, la suavización del consumo es total y es igual en todos los períodos. Como se puede observar en la siguiente ecuación, si $r_t = \rho$, entonces $u'(C_t) = u'(C_{t+1})$, y ello implica que $C_t = C_{t+1}$ para todo t .

$$\frac{u'(C_t)}{u'(C_{t+1})} = \frac{1 + r_t}{1 + \rho}$$

Cuando el consumo es igual en todos los períodos, se dice que se encuentra en el estado estacionario, es decir, $C_t = C_{t+1} = C_{ss} = \bar{C}_t = \bar{C}$. Por lo tanto, si la tasa de interés real es diferente de la tasa de preferencia temporal, el nivel de consumo no es constante y se desvía de su nivel de largo plazo.

Algo similar ocurre con el tipo de cambio real. Si la Cuenta Corriente, que es función del tipo de cambio real, es constante, el tipo de cambio real al que esto ocurre es el tipo de cambio real de largo plazo. Si el tipo de cambio real observado es diferente del de largo plazo, la Cuenta Corriente se desvía de su valor de largo plazo también.

$$\text{Si } q_t > \bar{q}, \text{ entonces } CC(q_t) > CC(\bar{q})$$

$$\text{Sean } Y_t = C_t + CC(q_t) \text{ y } \bar{Y} = \bar{C} + CC(\bar{q})$$

si $C_t = \bar{C}$, pero $CC(q_t) > CC(\bar{q})$, entonces $\bar{C} + CC(q_t) > \bar{C} + CC(\bar{q})$, lo que a su vez implica que $Y_t > \bar{Y}$, o bien, que $x_t > 0$.

En líneas generales, el razonamiento es el siguiente:

- a) Un aumento de la tasa de interés real provoca un encarecimiento relativo del consumo presente, por lo que se reduce la demanda de consumo¹⁶.
- b) Como ya se explicó, un aumento del tipo de cambio real aumenta el precio relativo de los bienes extranjeros y reduce el de los bienes nacionales, por lo que se desvían las demandas extranjera y nacional hacia bienes nacionales, así que aumenta la cuenta corriente por medio de la balanza comercial.
- c) La existencia de incertidumbre respecto del futuro queda capturada por la variable que representa los choques aleatorios.

3.1.4. Regla de política monetaria

$$i_t = \pi_t + \rho + \theta_\pi (\pi_t - \pi_t^0) + \theta_Y x_t$$

3.1.4.1. Explicación de variables

i_t : tasa de interés nominal

Tasa de interés de corto plazo fijada por el banco central en función de ciertos criterios de política monetaria. Esta es la tasa de interés que pagan los títulos del gobierno a corto plazo, y es considerada el “costo de oportunidad” del dinero. El banco central modifica la tasa de interés nominal con la finalidad de cambiar la tasa de interés real, y así influir sobre la demanda efectiva y estabilizar la producción y la inflación. Asimismo, al alterar la tasa de interés de corto plazo, busca influir sobre las tasas de más largo plazo. Y, finalmente, al modificar la tasa de interés nominal, busca influir sobre el tipo de cambio.

¹⁶ Si bien se ha optado por prescindir del análisis de la inversión, debe señalarse que otro efecto de un aumento de la tasa de interés real es la reducción del valor presente del flujo de ganancias futuras de las empresas, por lo que la inversión se vuelve menos rentable, lo que reduce la demanda de inversión.

ρ : tasa de interés real natural (de largo plazo).

$$\frac{\partial i_t}{\partial \rho} > 0$$

π_t : tasa de inflación entre $t-1$ y t .

$$\frac{\partial i_t}{\partial \pi_t} > 0$$

π_t^o : tasa de inflación objetivo del banco central en t .

El banco central fija un objetivo de inflación a ser observado en t . Si no se alcanza dicho objetivo, el banco central modifica la tasa de interés dependiendo de si la inflación observada fue mayor o menor. Por ello, cuanto mayor sea el objetivo de inflación, más tolerante será el banco central con una elevada inflación.

$$\frac{\partial i_t}{\partial \pi_t^o} < 0$$

θ_π : elasticidad-inflación de la tasa de interés nominal en la regla de política monetaria.

El banco central responde a la inflación aumentando o disminuyendo la tasa de interés nominal en la medida en que priorice la estabilidad de los precios. Por ello, el valor del parámetro θ_π indica qué tanto responde el banco central a la inflación. Cuanto mayor sea θ_π , el banco central responderá a las variaciones de la inflación con mayores cambios en la tasa de interés nominal.

x_t : brecha del producto.

El banco central procura estabilizar la producción y busca que ésta sea igual a su nivel natural (de largo plazo), es decir, que la brecha del producto sea igual a cero. Cuando la brecha del producto aumenta demasiado, el banco central trata de frenar el impulso aumentando la tasa de interés; y si la brecha disminuye demasiado, el banco central reduce la tasa de interés.

$$\frac{\partial i_t}{\partial x_t} > 0$$

θ_Y : elasticidad-brecha del producto de la tasa de interés nominal en la regla de política monetaria.

El banco central responde a la brecha del producto aumentando o disminuyendo la tasa de interés nominal en la medida en que priorice la estabilidad de la producción. Por ello, el valor del parámetro θ_Y indica qué tanto responde el banco central a la brecha del producto. Cuanto mayor sea θ_Y , el banco central responderá a las variaciones de la brecha del producto con mayores cambios en la tasa de interés nominal.

3.1.4.2. Fundamentos: Regla de Taylor

La regla de Taylor es una regla propuesta por el economista John Taylor (Blanchard, 2006). En ella se sugiere que el banco central debe reaccionar básicamente a las desviaciones de la producción respecto de su nivel natural (de largo plazo) y a las desviaciones de la inflación respecto del objetivo del banco central. La idea básica es que el banco central debe aumentar o disminuir su tasa de interés ponderando las desviaciones de ambas variables.

Existen diferentes versiones de la regla de Taylor, por lo que puede hablarse de toda una familia de reglas *à la Taylor*. Blanchard (2006) presenta una regla en la que el banco central toma como referencia la tasa de interés nominal vigente y luego pondera la brecha del producto y las desviaciones de la inflación.

Por otro lado, Mankiw (2014) presenta una regla similar en la que el banco central toma como referencia la tasa de interés nominal que igualaría la tasa de interés real observada con la de largo plazo, y la tasa de inflación observada. Es este último caso el que se decidió aplicar en este trabajo para formular la regla de política monetaria.

En la regla de Taylor expuesta por Blanchard (2006), la razón que da éste para tomar como referencia la tasa de interés vigente es evitar la volatilidad en los mercados financieros. Es decir, Blanchard (2006) argumenta que la tasa de interés que aplica el banco central es cercana a la que estaba vigente antes de aplicar la nueva tasa porque se busca evitar cambios bruscos en las tasas que generen volatilidad en los mercados financieros. En la regla expuesta por Mankiw (2014), no se incorpora este

elemento, pero la referencia que se toma (tasa de interés real de largo plazo más la inflación observada) es análoga.

Al final, la diferencia de referencias sólo implica una diferencia de puntos de partida. Sin embargo, lo relevante para la regla de Taylor son las elasticidades de la tasa de interés respecto de la brecha del producto y la inflación, pues son las que determinan la magnitud con que se cambia la tasa de interés. La discusión respecto de las variables que han de incorporarse en la regla de política monetaria es abordada por Romer (2006) y existen diversas propuestas que incluyen el tipo de cambio real, la tasa de interés nominal rezagada, entre otras.

3.1.4.3. Alternativas

Además de la regla de Taylor, existen otras propuestas de reglas de política monetaria que no sólo sirven para modelar el comportamiento del banco central, sino que incluso sugieren la conducta que debería tener. Entre estas se encuentran la política monetaria óptima y la regla de Friedman. Estas reglas se abordan brevemente para explicitar su existencia y tenerlas en consideración como alternativas en posteriores investigaciones, aunque no serán aplicadas en este trabajo. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunas consecuencias lógicas de estas reglas son similares o análogas a la regla de Taylor. En particular, el caso de la política monetaria óptima, que pondera las desviaciones tanto de la inflación respecto de su nivel objetivo como del nivel de producción respecto de su nivel de largo plazo (brecha del producto).

3.1.4.3.1. Política monetaria óptima

Según Bofinger et al. (2006), la política monetaria óptima consiste en una regla de política según la cual se debe fijar la tasa de interés de tal forma que se minimice una determinada función de pérdida de bienestar social de la forma:

$$L = (\pi_t - \pi_t^o)^2 + \xi x_t^2$$

donde ξ es la importancia relativa que el banco central le otorga a la brecha de producción. De esta manera, el banco central estima el valor óptimo de la brecha del

producto, por lo que cuanto mayor es ξ , más prioridad da el banco central a estabilizar la brecha del producto, y cuanto menor sea, más prioridad da el banco central a estabilizar la inflación.

Asimismo, Svensson (1998) formula una función de pérdida que incluye la inflación medida por el índice de precios al consumo, la inflación de bienes interiores, la brecha del producto, la estabilización de la tasa de interés y el suavizamiento de la tasa de interés. Como en el caso ya mencionado de Blanchard (2006), este tipo de conducta de la autoridad monetaria se explica por la búsqueda de alcanzar objetivos de inflación y empleo (brecha del producto) al tiempo que se evita una excesiva volatilidad en los mercados financieros inducida por cambios repentinos de gran magnitud en la tasa de interés.

Este tipo de modelado de la reacción del banco central al estado de la economía es muy frecuente en diversas investigaciones, pero en este trabajo no se aplicará.

3.1.4.3.2. Regla de Friedman

La regla de Friedman “es probablemente la conclusión de política económica más robusta de la economía monetaria” (Williamson, 2012, p. 426). Esta consiste en una regla monetaria que mantiene la tasa de interés nominal en cero. Esta regla es consecuencia, en primer lugar, de las condiciones de eficiencia en el equilibrio de largo plazo, en el que el dinero es neutral; y, en segundo lugar, del supuesto de que existe una restricción de efectivo por adelantado (Williamson, 2012, p. 294), es decir, que los agentes primero deben contar con saldos en efectivo antes de llevar a cabo sus transacciones planeadas, es decir, que es necesario mantener saldos de efectivo un período antes. Por lo tanto, la regla monetaria óptima es aquella que reduzca la oferta monetaria constantemente en el largo plazo, consiguiendo así una deflación equivalente a la tasa de interés real natural (de largo plazo), y ubicando la tasa de interés nominal en un nivel de cero. Cualquier tasa de interés nominal positiva generaría una ineficiencia (Williamson, 2012, p. 425).

La evidencia empírica ha mostrado que la regla de Friedman nunca se sigue, aunque es, desde el punto de vista teórico, la mejor regla a seguir por un banco central. Esta

poca aplicabilidad práctica es la que hace que dicha regla no sea empleada en este trabajo. Sin embargo, debe tenerse en cuenta su existencia para distinguir entre un banco central que aplica la regla de Friedman y un banco central que no logra sacar la economía de una trampa de la liquidez. La regla de Friedman dice que el banco central debe buscar activamente que la tasa de interés real sea igual al valor negativo de la inflación, mientras que la trampa de la liquidez es un fenómeno en el cual el banco central pierde el control de un instrumento de la política monetaria.

3.1.5. Tipos de cambio: relación UIP (*Uncovered Interest Parity*), PPA (Paridad del Poder Adquisitivo) y procesos de ajuste

La relación UIP (*Uncovered Interest Parity*) o Paridad Descubierta de las Tasas de Interés es una condición de no arbitraje entre activos denominados en diferentes monedas. La UIP expresa que el rendimiento de los activos expresados en una moneda es igual al rendimiento de los activos expresados en otra moneda tomando en cuenta la depreciación o apreciación de dichas monedas. Así, se tienen dos relaciones UIP, la nominal y la real.

3.1.5.1. UIP nominal

La UIP nominal expresa una condición de no arbitraje en términos de unidades monetarias:

$$\Delta s_{t+1} + \gamma_t = i_t - i_t^*$$

donde

Δs_{t+1} : tasa de depreciación nominal esperada en el período $t+1$. Es decir, la tasa a la que se espera que el precio de la moneda extranjera se haga más cara en unidades de la moneda nacional.

$\Delta s_{t+1} = E_t s_{t+1} - s_t$, donde s_t es el tipo de cambio nominal (en escala logarítmica: $s_t = \ln S_t$) y $E_t s_{t+1}$ es el tipo de cambio nominal futuro esperado (en escala logarítmica). El tipo de cambio nominal es el precio de la moneda extranjera en términos de la moneda nacional, es decir, la cantidad de unidades de moneda nacional que se requiere para comprar una unidad de moneda extranjera.

γ_t : prima de riesgo estocástica

i_t : tasa de interés (rendimiento) nominal de los activos denominados en moneda nacional

i_t^* : tasa de interés (rendimiento) nominal de los activos denominados en moneda extranjera

De esta manera, la UIP nominal indica que, si se espera que la moneda nacional se deprecie en un determinado porcentaje, y existe una prima de riesgo estocástica, los tenedores de activos llevarán a cabo operaciones de arbitraje hasta que la diferencia entre las tasas de interés (rendimiento) nominal de los activos nacionales y extranjeros sea igual a dicha depreciación esperada más la prima de riesgo.

3.1.5.2. UIP real

La UIP real expresa una condición de no arbitraje en términos de bienes:

$$\Delta q_{t+1} + \gamma_t = r_t - r_t^*$$

donde

Δq_{t+1} : tasa de depreciación real esperada en el período $t+1$. Es decir, la tasa a la que se espera que los bienes extranjeros se hagan más caros en términos de los bienes nacionales.

γ_t : prima de riesgo estocástica.

r_t : tasa de interés (rendimiento) real de los activos denominados en moneda nacional.

r_t^* : tasa de interés (rendimiento) real de los activos denominados en moneda extranjera.

La UIP real es una consecuencia de la UIP nominal y de la ecuación de Fisher.

3.1.5.3. Tipo de cambio real y tipo de cambio nominal

$$\Delta q_{t+1} = \Delta s_{t+1} - E_t \pi_{t+1} + E_t \pi_{t+1}^* \rightarrow \Delta q_{t+1} = \Delta s_{t+1} - \pi_t + \pi_t^*$$

Esta relación entre las variaciones del tipo de cambio real y las del tipo de cambio nominal es consecuencia de la definición del tipo de cambio real y del supuesto de expectativas estáticas. Aunque puede derivarse las condiciones UIP nominal y real.

3.1.5.4. Relación de Paridad del Poder Adquisitivo Relativa

Cuando $\Delta q_{t+1} = 0$, es decir, cuando se supone que el tipo de cambio real no varía, se tiene la relación de paridad del poder adquisitivo relativa o PPA relativa. Según esta condición, el tipo de cambio nominal varía según las diferencias entre las inflaciones nacional y extranjera.

$$\Delta s_{t+1} = \pi_t - \pi_t^*$$

Si bien este supuesto es empleado por Bofinger et al. (2006) para la exposición del nuevo modelo keynesiano de economía abierta. En este trabajo este supuesto constituye una de las condiciones principales para el estado estacionario. Sin embargo, en el corto plazo, se acepta la posibilidad de variaciones en el tipo de cambio real tanto por variaciones en el tipo de cambio nominal debido a la relación UIP, como por las diferencias entre las tasas de inflación nacional y extranjera.

3.1.5.5. Ajuste del tipo de cambio real

$$E_t q_{t+1} = \bar{q} + g (q_t - \bar{q})$$

donde

$E_t q_{t+1}$: tipo de cambio real futuro esperado

\bar{q} : tipo de cambio real de largo plazo

g : factor de rigidez en el ajuste

Los agentes esperan que el tipo de cambio real se vaya ajustando hacia su valor de largo plazo, el cual es determinado por las preferencias de los consumidores nacionales y extranjeros. Sin embargo, dicho ajuste no es inmediato, sino que el tipo de cambio real se va aproximando poco a poco, por lo que existe un factor de rigidez. Cuanto mayor sea el factor de rigidez, más se acerca el valor del tipo de cambio

futuro al tipo de cambio actual, y cuanto menor sea el factor de rigidez, más rápido se acerca el tipo de cambio real a su valor de largo plazo.

Este mecanismo de ajuste, empleado por Bofinger et al. (2006), tiene una importante implicación sobre la depreciación real esperada:

$$E_t \Delta q_{t+1} = (1 - g)(\bar{q} - q_t)$$

Asimismo, esta depreciación real esperada combinada con la condición UIP real tiene otra importante consecuencia:

$$q_t = \bar{q} - \frac{r_t - r_t^* - \gamma_t}{1 - g}$$

3.1.6. Curva de Phillips Neokeynesiana

$$\pi_t = E_{t-1} \pi_t + \varphi x_t + v_t$$

donde:

π_t : tasa de inflación en el período t

$E_{t-1} \pi_t$: tasa de inflación que los agentes en $t-1$ esperan observar en el período t

Las expectativas de inflación en el período $t-1$ inciden en las presiones al alza sobre la inflación, pues los trabajadores ajustan sus demandas salariales y las empresas ajustan sus precios en función de las expectativas sobre la inflación futura. Por ello, la inflación en t tiene presentes las expectativas generadas en $t-1$. Nótese que:

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial E_{t-1} \pi_t} > 0$$

x_t : brecha del producto en términos porcentuales

Conforme aumenta la brecha del producto, las presiones de la estructura de costos sobre la inflación se vuelven cada vez mayores, pues los rendimientos marginales decrecientes se hacen presentes y los costos marginales son cada vez mayores.

Nótese que:

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial x_t} > 0$$

v_t : choques aleatorios de oferta

Estos choques o perturbaciones aleatorias se miden en términos porcentuales, tienen media cero y siguen un proceso de ruido blanco. Por lo que:

$$E(v_t) = 0$$

$$E(v_t^2) = c > 0$$

Nótese que:

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial v_t} > 0$$

φ : elasticidad-brecha del producto de la inflación

Un aumento de la brecha del producto provoca un aumento de la inflación. El parámetro φ mide qué tan sensible es la inflación a un aumento de la brecha del producto.

3.1.6.1. Fundamentos

La curva de Phillips parte del problema de optimización de las empresas, y se complementa con ciertos problemas de información:

En el caso de las empresas, la curva de Phillips tiene pendiente positiva y acotada, porque:

- a) Si las empresas tienen costos de menú o por diversos motivos no cambian sus precios al mismo tiempo o tardan en ajustarlos, un aumento en la demanda de bienes lleva a que las empresas aumenten su producción, pues la elasticidad-precio de la oferta de corto plazo es muy alta. Eso significa que la curva de Phillips no es vertical y el valor del parámetro φ no es infinito.

- b) Si las empresas tienen información incompleta y creen que un aumento del precio nominal de su producto implica un aumento de su precio relativo, el aumento de la demanda y las presiones inflacionarias provocarán que las empresas aumenten su producción. Eso significa que la curva de Phillips no es vertical y el valor del parámetro φ no es infinito.
- c) Un aumento de la brecha del producto provoca que aumente la contratación de factor trabajo, lo que desplaza la economía sobre la función de producción hacia valores decrecientes de la productividad marginal del trabajo, lo que implica que cada unidad de producto requiere cada vez más trabajo y eso la vuelve cada vez más costosa. Eso significa que la curva de Phillips no es horizontal y el valor del parámetro φ no es cero.

Para una demostración formal de la derivación de la curva de Phillips Nuevo-Keynesiana a partir de fundamentos microeconómicos, véase el Anexo 3.

3.2. Restricción ZLB: $i \geq 0$

La restricción conocida como *Zero Bound* o *Zero Lower Bound (ZLB)*, que se traduce como Límite Inferior Cero, consiste en que el banco central no puede reducir su tasa de interés de corto plazo por debajo de cero. Por lo tanto, la restricción puede formularse a partir de la regla de política monetaria:

$$i_t = \pi_t + \rho + \theta_\pi (\pi_t - \pi_t^o) + \theta_Y x_t$$

Cuando se introduce la restricción $i \geq 0$, se tiene como consecuencia que:

$$(1 + \theta_\pi) \pi_t + \rho - \theta_\pi \pi_t^o + \theta_Y x_t \geq 0$$

Por lo que la restricción queda como:

$$\pi_t \geq -\frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi} x_t + \frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi}$$

Esta restricción indica que mientras la inflación sea mayor que $-\frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi} x_t + \frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi}$, el banco central puede seguir utilizando la tasa de interés nominal como instrumento de la política monetaria para influir sobre la demanda agregada. Si la inflación llega

a ser igual a la restricción, entonces la regla de política monetaria recomienda que la tasa de interés nominal sea igual a cero. En ese momento, la economía está en una situación límite, pues si la inflación llega a ser menor que la restricción, entonces la regla de política monetaria recomendaría una tasa de interés nominal negativa, cosa que no es posible en este contexto.

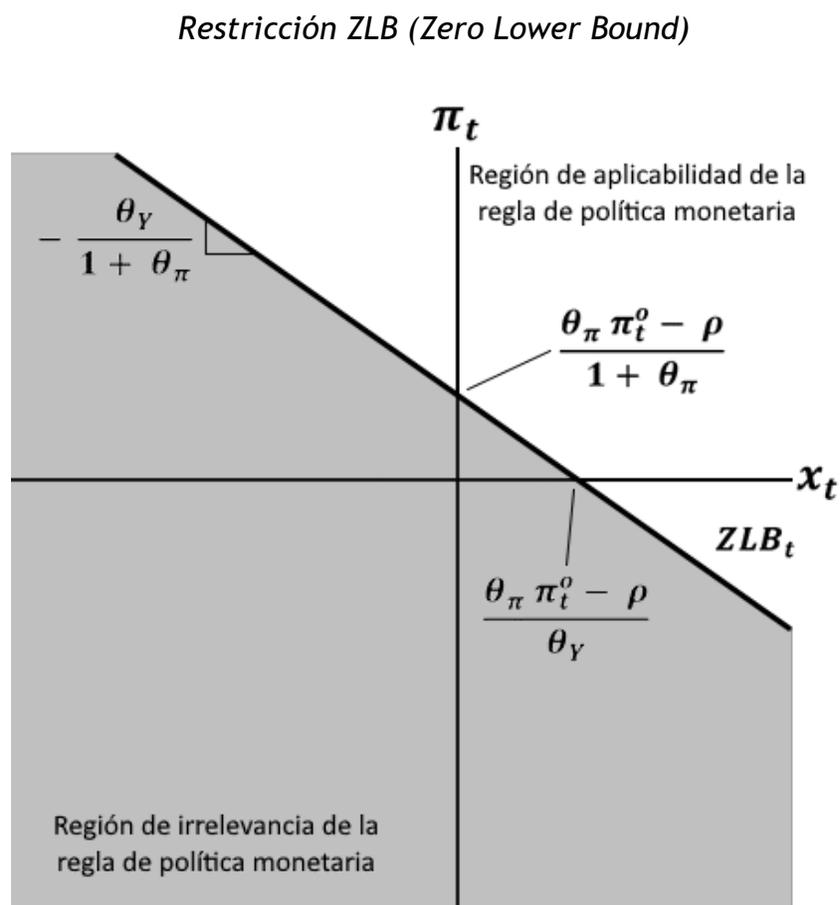
Cuando la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria es menor que cero, la economía se encuentra en una situación en la cual el banco central pierde el control de su principal herramienta de política monetaria, pues ya no puede reducir más la tasa de interés. Es precisamente entonces, cuando existe la posibilidad de que se caiga en una trampa de la liquidez (aunque en un sentido ligeramente distinto al comentado en las páginas 25 y 26).

En este modelo, lo que provoca que se caiga en una trampa de la liquidez es la incapacidad del banco central de reducir la tasa de interés nominal (en particular las tasas de interés de referencia) en la magnitud necesaria para disminuir la tasa de interés real lo suficiente para impulsar la demanda hacia su nivel de pleno empleo. Como la oferta monetaria no es el instrumento de política monetaria, las descripciones de Andjel (1992, p. 106) y Hicks (1937, p. 155) respecto de que aumentos en la oferta monetaria no alcanzan a modificar la tasa de interés nominal no logran capturar por completo la naturaleza de la trampa de la liquidez en una economía Nuevo-Keynesiana en la que el instrumento de política es la tasa de interés de corto plazo. En esta economía, una trampa de la liquidez aparece “cuando el límite cero sobre la tasa de interés nominal de corto plazo impide que el banco central responda por completo a choques deflacionarios mediante reducciones a la tasa de interés” (Eggertsson, 2008, p. 2).

La restricción ZLB es importante porque implica que el modelo tiene dos regiones relevantes: una región donde la inflación es mayor que la ZLB y el banco central puede controlar la tasa de interés, y otra región donde la inflación es menor que la ZLB y el banco central pierde la capacidad de modificar la tasa de interés.

El área sombreada de la Figura 3.1 indica la región en la que la inflación es tal que el banco central pierde la capacidad de seguir influyendo en la tasa de interés real, pues la tasa de interés nominal es cero.

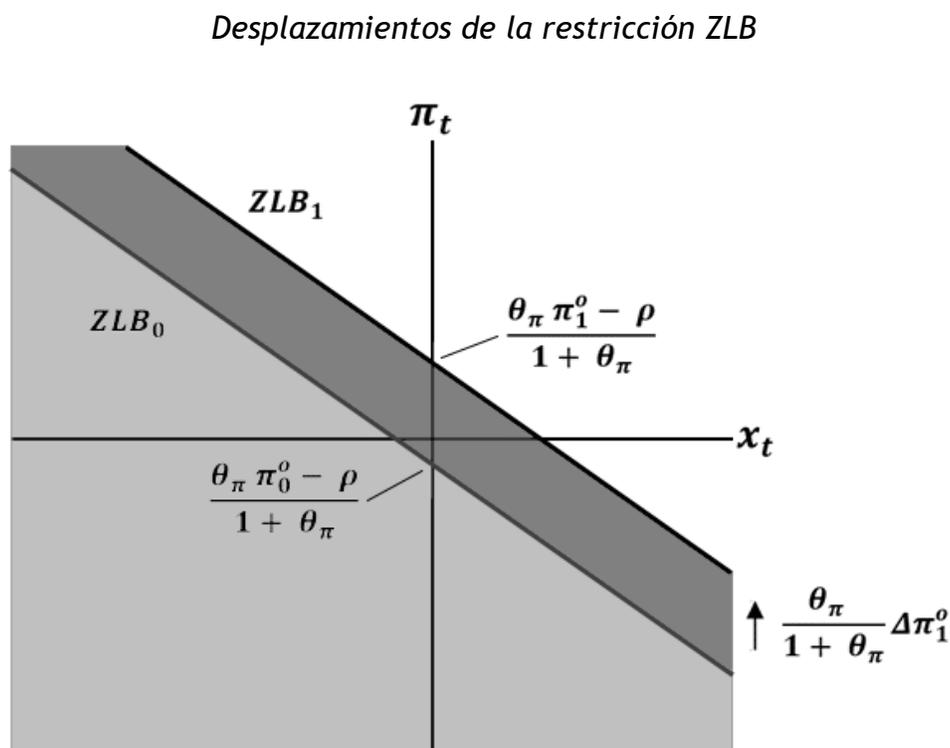
Figura 3.1



Una observación que resulta pertinente para los propósitos de esta investigación es el hecho de que la pendiente de la restricción ZLB es $-\frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi}$. Lo que significa que cuanto más priorice el banco central el objetivo de empleo (o crecimiento) más inclinada será la restricción. Sin embargo, la restricción ZLB gira en el punto en que la inflación es igual a $\frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi}$ y la brecha del producto es igual a cero. Esto significa que si el parámetro θ_π cambia, tanto la pendiente como la ordenada al origen cambian.

Esta restricción se desplaza en una dirección u otra dependiendo del comportamiento de las variables exógenas y algunos parámetros. Por ejemplo, si la inflación objetivo aumenta, la restricción ZLB se desplaza hacia arriba en la magnitud $\frac{\theta_\pi}{1+\theta_\pi} \Delta\pi_t^o$, como se muestra en la Figura 3.2.

Figura 3.2



En la Figura 3.2, se observa un desplazamiento de la restricción ZLB hacia arriba como resultado de un aumento de la inflación objetivo. Como no cambian los parámetros que determinan la pendiente, la restricción no gira, sólo se desplaza. La razón de que un aumento de la inflación objetivo desplace hacia arriba a la restricción ZLB es que implica una reducción en la tasa de interés nominal según la regla de política monetaria, lo que deja menor margen de maniobra para reducir la tasa de interés nominal todavía más en caso de presentarse algún choque negativo que lo requiera. El área sombreada oscura, es el área en que la regla de política monetaria no será aplicable en caso de que se den esas combinaciones de brecha del producto e inflación (*ceteris paribus*).

3.3. Demanda Agregada Dinámica

La relación de Demanda Agregada Dinámica o DAD muestra la forma en que la inflación afecta a la brecha del producto. Para construir esta relación, se parte de las ecuaciones estructurales del modelo:

Expectativas estáticas:

$$E_t \pi_{t+1} = \pi_t$$

Ecuación de Fisher:

$$r_t = i_t - E_t \pi_{t+1} \rightarrow r_t = i_t - \pi_t$$

Relación IS:

$$x_t = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - \bar{q}) + \varepsilon_t$$

Regla de política monetaria:

$$i_t = \pi_t + \rho + \theta_\pi (\pi_t - \pi_t^o) + \theta_Y x_t$$

UIP nominal:

$$\Delta s_{t+1} + \gamma = i_t - i_t^*$$

UIP real:

$$\Delta q_{t+1} + \gamma = r_t - r_t^*$$

Ajuste del tipo de cambio real:

$$E_t q_{t+1} = \bar{q} + g (q_t - \bar{q})$$

3.1. Caso 1: Tasa de interés nominal positiva

Cuando la tasa de interés nominal es positiva, se tiene la siguiente relación DAD:

$$x_t^{DAD|i>0} = - \left[\frac{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_\pi}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y} \right] (\pi_t - \pi_t^o) + \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g}\right)}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \left[\frac{1}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y} \right] \varepsilon_t$$

O bien:

$$\pi_t^{DAD|i>0} = - \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_\pi} \right] x_t + \pi_t^o + \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g}\right)}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_\pi} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \left[\frac{1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_\pi} \right] \varepsilon_t$$

3.1.1. Características e implicaciones

Si se cumple el principio de Taylor (Mankiw, 2014), según el cual la tasa de interés real debe aumentar cuando aumenta la inflación, entonces $\theta_\pi > 0$, por lo que la $DAD^{i>0}$ tiene pendiente negativa.

$$\frac{d\pi_t^{DAD|i>0}}{dx_t} = - \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_\pi} \right] < 0$$

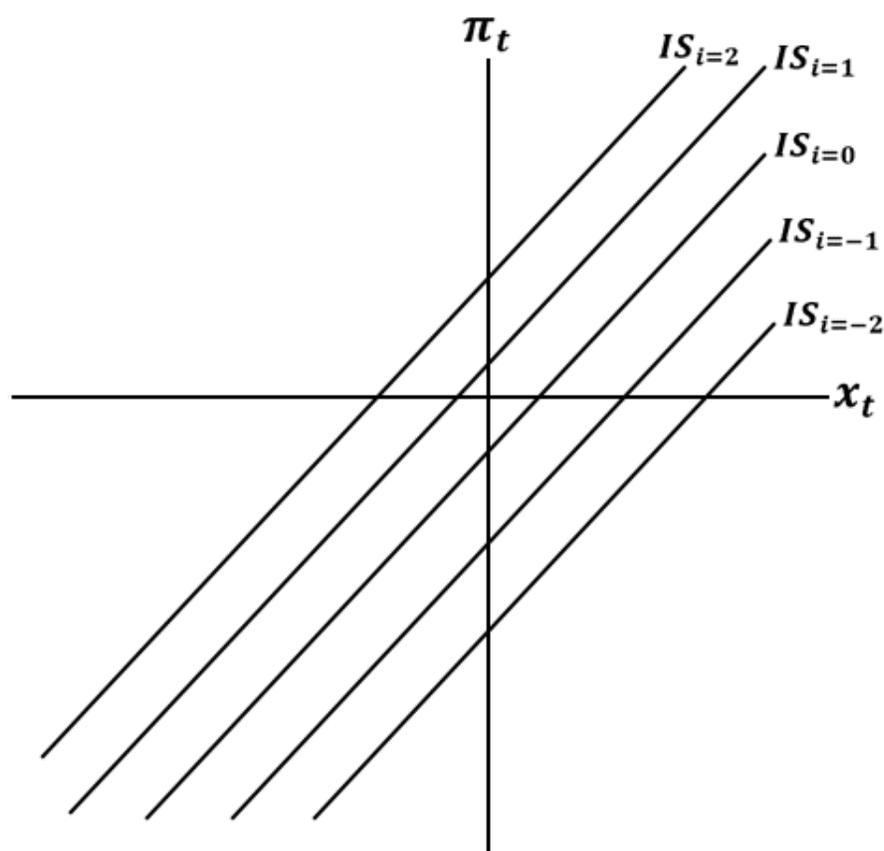
La pendiente de la $DAD^{i>0}$ es consecuencia de la interacción entre la IS y la regla de política monetaria. Esta interacción es muy sencilla: en el espacio (x_t, π_t) , la IS tiene pendiente positiva¹⁷, además, existe toda una familia de relaciones IS para cada nivel de la tasa de interés nominal. Esto se muestra en la Figura 3.3. Asimismo, en el

¹⁷ La IS tiene pendiente negativa en el espacio (Y_t, i_t) , pues una menor tasa de interés nominal se refleja en una menor tasa de interés real, y con ello mayor demanda y mayor nivel de producción de equilibrio. Pero en el espacio (x_t, π_t) , una mayor tasa de inflación se refleja en una menor tasa de interés real, y con ello mayor demanda, mayor nivel de producción de equilibrio y mayor brecha del producto. Es decir, la pendiente sólo cambia porque la variable que se encuentra en el eje de las ordenadas no es la tasa de interés nominal sino la tasa de inflación, pero en ambos casos se busca describir el mismo fenómeno: una menor tasa de interés real estimula la demanda.

espacio (x_t, π_t) , la regla de política monetaria tiene pendiente negativa y, como con la IS, existe toda una familia de combinaciones de brecha del producto e inflación para los cuales una determinada tasa de interés nominal es recomendada por dicha regla. La restricción ZLB no es más que un caso especial en el que la tasa de interés nominal es cero. Sin embargo, la restricción sobre la política monetaria bien podría ser $i_t \geq 1$ o bien $i_t \geq 5$, ya hasta pueden trazarse los casos de $i_t \geq -1$ o $i_t \geq -2$. Esto se muestra en la Figura 3.4. Finalmente, la DAD resulta de la intersección de las IS y las reglas de política monetaria que corresponden a la misma tasa de interés, lo que se muestra en la Figura 3.5.

Figura 3.3

Curvas de isointerés para las relaciones IS

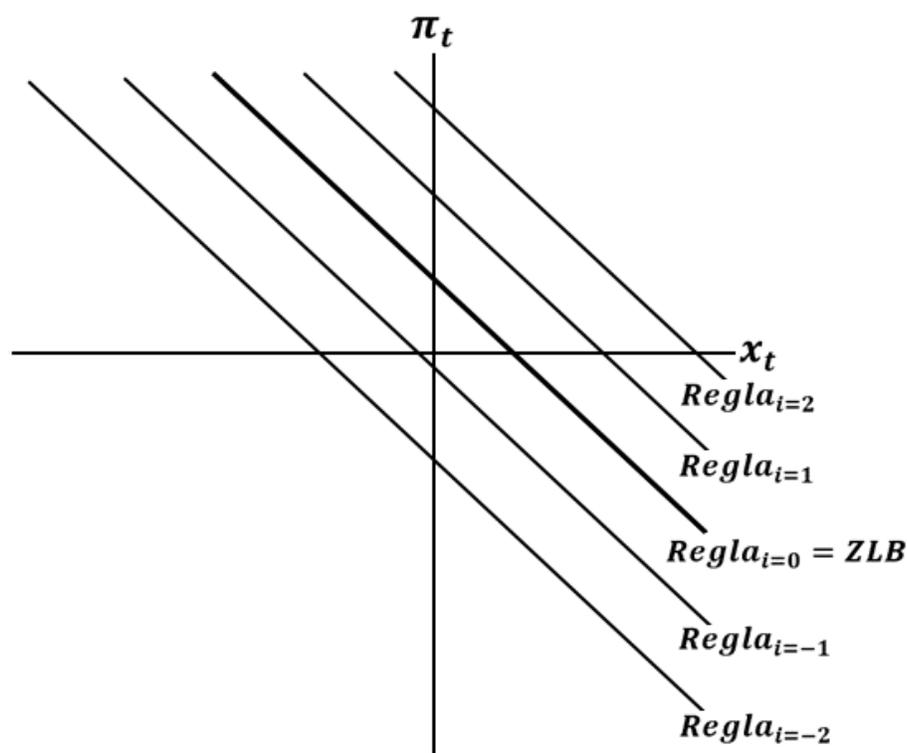


En la Figura 3.3 se trazan las curvas de isointerés para las relaciones IS, de manera que la curva $IS_{i=2}$ representa la relación IS en el espacio (x_t, π_t) cuando la tasa de interés nominal es de 2%. La curva $IS_{i=-1}$ representa la relación IS en el espacio

(x_t, π_t) cuando la tasa de interés nominal es de -1%. La curva $IS_{i=0}$ representa la relación IS en el espacio (x_t, π_t) cuando la tasa de interés nominal es de 0%. Cuanto menor es la tasa de interés nominal, la curva de isointerés para la relación IS se encuentra más a la derecha, pues la menor tasa de interés nominal implica una mayor brecha del producto para cada nivel de la tasa de inflación.

Figura 3.4

Curvas de isointerés para las reglas de política monetaria

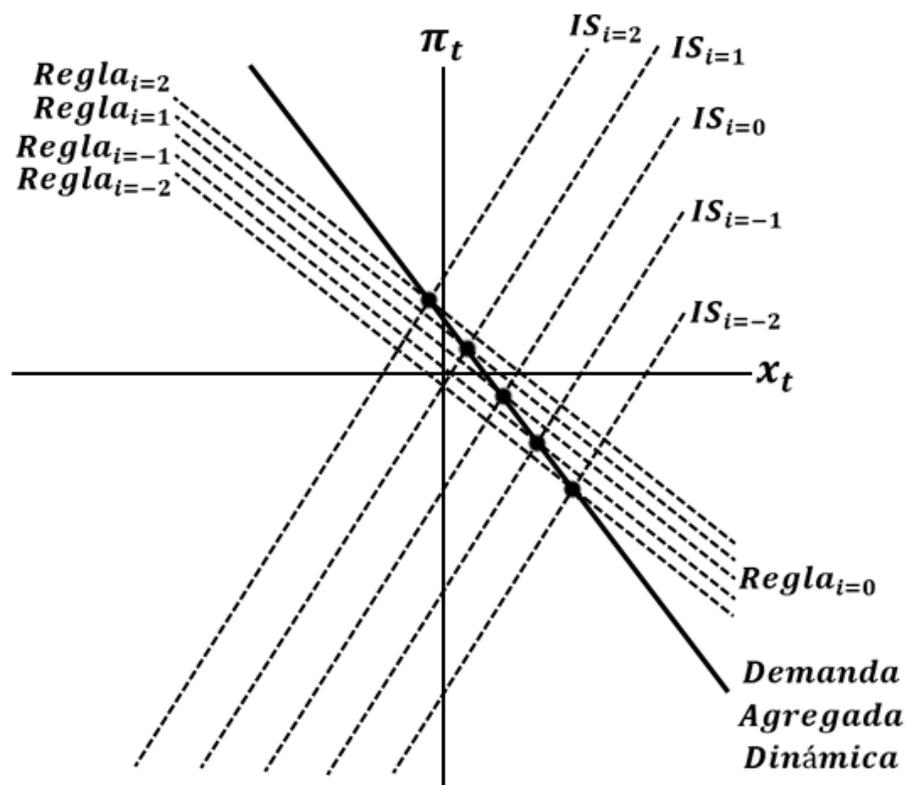


Por su parte, en la Figura 3.4 se muestran las curvas de isointerés para las reglas de política monetaria, de manera que la curva *Regla_{i=2}* representa las combinaciones de brecha del producto e inflación para los cuales la regla de política monetaria recomienda una tasa de interés de 2%. La curva *Regla_{i=-1}* representa las combinaciones de brecha del producto e inflación para los cuales la regla de política monetaria recomienda una tasa de interés de -1%. La curva *Regla_{i=0}* representa las combinaciones de brecha del producto e inflación para los cuales la regla de política

monetaria recomienda una tasa de interés de 0%, por lo que esta curva de isointerés es la denominada restricción ZLB o Límite Inferior Cero.

Figura 3.5

Demanda Agregada Dinámica derivada de la relación IS y de la regla de política monetaria



En la Figura 3.5. se ilustra cómo se deriva la Demanda Agregada Dinámica a partir de las relaciones IS y de la regla de política monetaria correspondientes a diferentes tasas de interés. Cuando la tasa de interés es de 2%, la economía está sobre la curva $IS_{i=2}$ y el banco central fija esa tasa de interés porque la economía se encuentra en algún punto sobre la curva $Regla_{i=2}$. El punto donde se intersecan ambas curvas pertenece a la relación DAD. De esta manera, todos los puntos en los que la IS y la regla de política monetaria correspondientes a la misma tasa de interés nominal se intersecan forman la relación DAD.

3.2. Caso 2: Tasa de interés nominal igual a cero

Cuando la economía está exactamente sobre la restricción ZLB, la tasa de interés nominal es igual a cero, pero también es la tasa recomendada por la regla de política monetaria, así que es en ese punto, donde las relaciones de Oferta Agregada Dinámica y de Demanda Agregada Dinámica cambian de naturaleza. En este caso, cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, se tiene la siguiente relación DAD:

$$x_t^{DAD|i=0} = \left[\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right] \pi_t + \alpha \rho + \left[\frac{\beta}{1-g} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) + \varepsilon_t$$

O bien:

$$\begin{aligned} \pi_t^{DAD|i=0} = & \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] x_t - \left[\frac{\alpha}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] \rho - \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g} \right)}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) \\ & - \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] \varepsilon_t \end{aligned}$$

3.2.1. Características e implicaciones

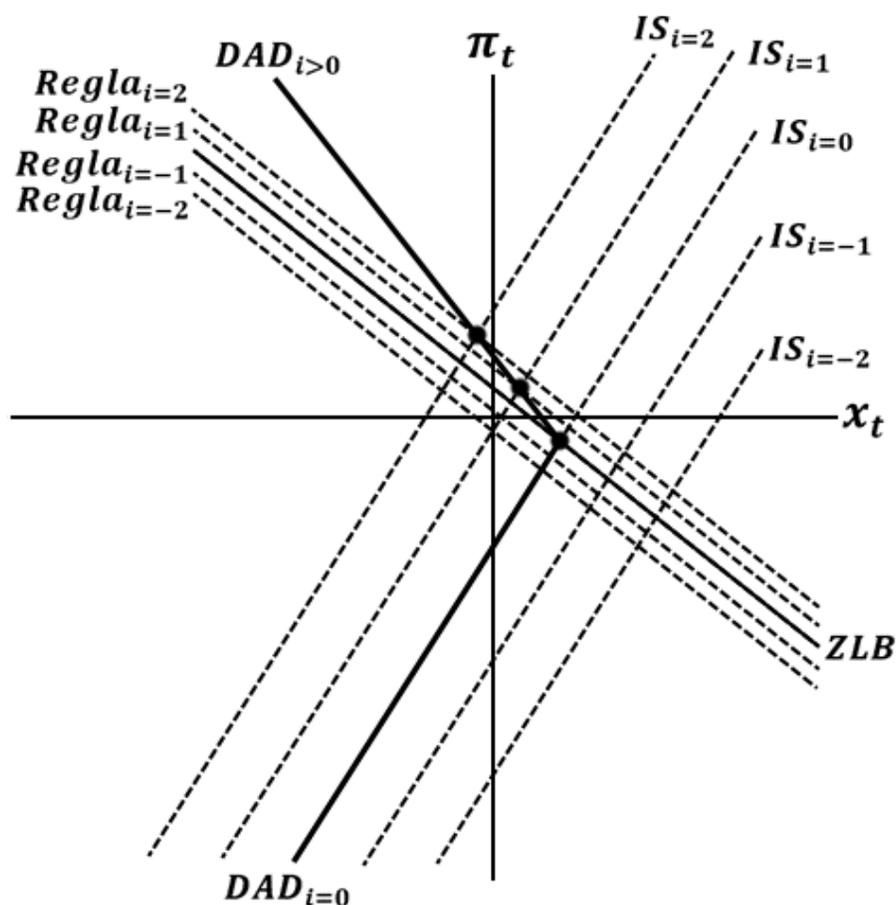
Como la regla de política monetaria es irrelevante, el hecho de que la tasa de interés nominal sea cero implica que la tasa de interés real responde únicamente a la inflación. Cuando la inflación es mayor, no hay un aumento en la tasa de interés real que haga disminuir la brecha del producto, antes bien, la mayor inflación provoca que la tasa de interés real disminuya y estimule aún más la demanda. Por ello, la pendiente de la $DAD^{i=0}$ es positiva.

$$\frac{d\pi_t^{DAD|i=0}}{dx_t} = \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] > 0$$

La obtención de esta relación queda más clara cuando se destaca el hecho de que la DAD debajo de la restricción ZLB no es más que la relación IS cuando la tasa de interés nominal es igual a cero. Esto puede apreciarse mejor en la Figura 3.6.

Figura 3.6

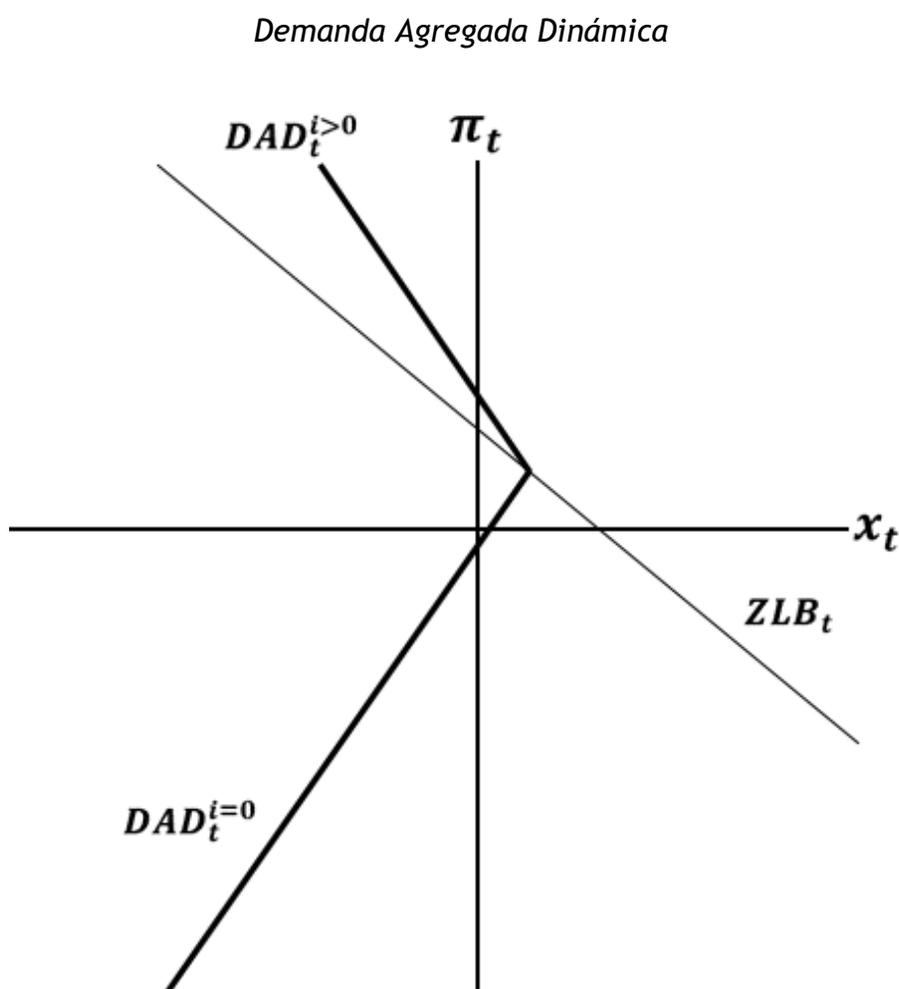
Demanda Agregada Dinámica derivada de la relación IS y de la regla de política monetaria cuando existe la restricción de que $i_t > 0$



En la Figura 3.6. se ilustra cómo se obtienen los dos segmentos de la Demanda Agregada Dinámica a partir de las relaciones IS y de la regla de política monetaria para diferentes tasas de interés. Cuando la regla de política monetaria recomienda para diferentes tasas de interés $i_t > 0$, entonces la DAD se obtiene a partir de la interacción entre las curvas de isointerés para la relación IS y las curvas de isointerés para la regla de política monetaria. Pero, cuando la regla de política monetaria recomienda tasas de interés negativas, entonces $i_t = 0$, por lo que la DAD consiste en la curva IS correspondiente a la tasa de interés nominal $i_t = 0$. Por este motivo, $DAD^{i>0}$ tiene pendiente negativa, mientras que $DAD^{i=0}$ tiene pendiente positiva.

Finalmente, la DAD se representa como una curva quebrada en el punto en que se interseca con la restricción ZLB, como se ilustra en la Figura 3.7. La DAD tiene 2 segmentos: uno señalado como $DAD_t^{i>0}$ que se encuentra por encima de la restricción ZLB y en el que la regla de política monetaria del banco central cobra relevancia y por la cual la DAD tiene pendiente negativa; y otro señalado como $DAD_t^{i=0}$ que se encuentra por debajo de la restricción ZLB y en el que la tasa de interés nominal es siempre cero, por lo que la regla de política monetaria es irrelevante y la DAD tiene pendiente positiva.

Figura 3.7

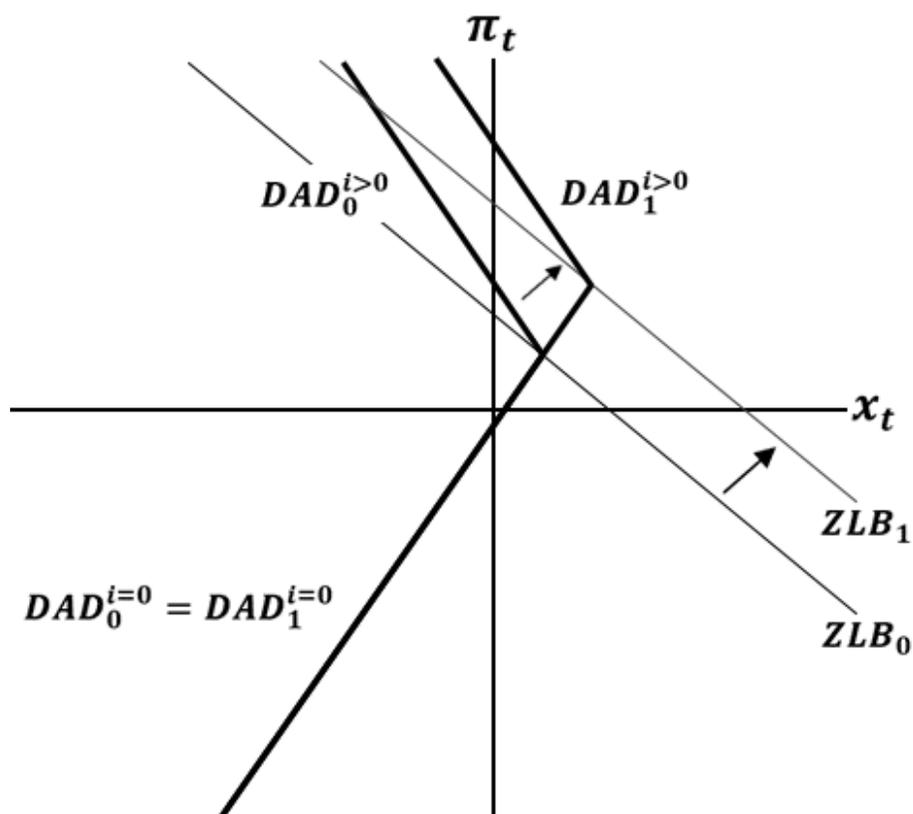


La DAD se quiebra en un punto de la restricción ZLB. Sin embargo, dependiendo de la variable que se modifique, uno o ambos segmentos de la DAD pueden desplazarse. Asimismo, es posible que la DAD se desplace al mismo tiempo que la restricción ZLB

o bien que sólo se desplace la DAD. Por ejemplo, un aumento de la inflación objetivo desplaza tanto a la restricción ZLB como al segmento de la DAD que se encuentra por encima de ésta. Este caso se ilustra en la Figura 3.8: como la inflación objetivo sólo es relevante cuando la regla de política monetaria incide en la determinación de la tasa de interés nominal, ante un objetivo de inflación mayor ($\pi_1^o > \pi_0^o$) la restricción ZLB se desplazará hacia arriba, y también el segmento de la DAD en el que opera la regla de política se desplazará hacia arriba, de $DAD_0^{i>0}$ a $DAD_1^{i>0}$, pues para cada nivel de brecha del producto, la inflación aceptada por el banco central es ahora mayor.

Figura 3.8

Desplazamiento de la DAD y la restricción ZLB ante un objetivo de inflación mayor ($\pi_1^o > \pi_0^o$).

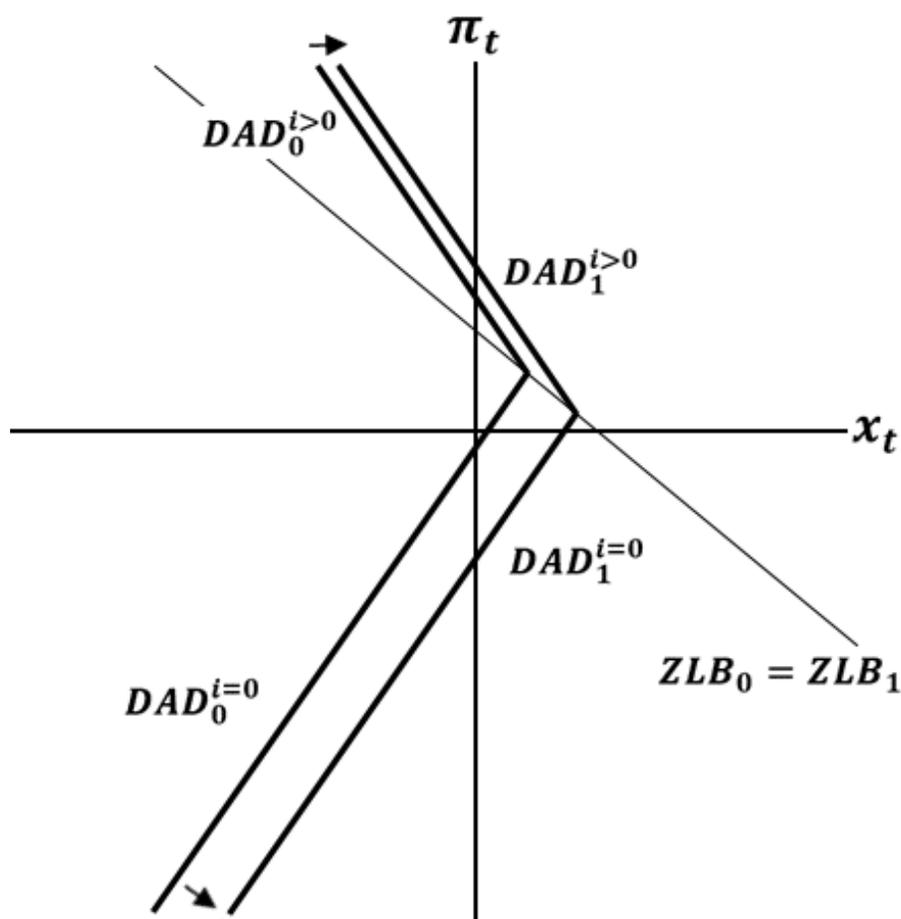


Por otro lado, la restricción ZLB permanece inalterada ante los choques de demanda, mientras que ambos segmentos de la DAD se desplazan sobre la restricción. Si el

choque es positivo, ambos segmentos se desplazan hacia la derecha, y si es negativo, se desplazan hacia la izquierda. El caso de un choque positivo de demanda se ilustra en la Figura 3.9. Como los choques de demanda no forman parte de la regla de política monetaria, éstos no alteran la posición de la restricción ZLB. Sin embargo, dichos choques afectan a ambos segmentos de la DAD. Si $\varepsilon_t > 0$, el segmento $DAD^{i>0}$ se desplaza hacia arriba y a la derecha, de $DAD_0^{i>0}$ a $DAD_1^{i>0}$; mientras que el segmento $DAD^{i=0}$ se desplaza hacia abajo y a la derecha, de $DAD_0^{i=0}$ a $DAD_1^{i=0}$.

Figura 3.9

Desplazamiento de la DAD ante un choque de demanda positivo ($\varepsilon_t > 0$)



Una cuestión relevante es que este modelo asume que el gasto público está sometido a la equivalencia ricardiana. Es decir, el gasto público conocido y anticipado por los agentes económicos no tiene efectos sobre la IS. La única forma de que el gasto

público incida en la relación IS y, en consecuencia, en la DAD, es que los cambios en el gasto público no sean anticipados por los agentes. Por ello, la forma de entender la eficacia de la política fiscal es interpretándola como un choque aleatorio de demanda.

3.4. Oferta Agregada Dinámica

La relación de Oferta Agregada Dinámica u OAD muestra la forma en que la brecha del producto afecta la inflación. Para construir esta relación, se parte de las ecuaciones estructurales del modelo:

Expectativas estáticas:

$$E_t \pi_{t+1} = \pi_t$$

Curva de Phillips Neokeynesiana:

$$\pi_t = E_{t-1} \pi_t + \varphi x_t + v_t$$

De esta manera, se tiene la siguiente relación OAD:

$$\pi_t^{OAD} = \pi_{t-1} + \varphi x_t + v_t$$

La OAD_t depende entonces de la inflación del período previo, de la brecha del producto y de un choque de oferta aleatorio. El hecho de que un choque de oferta con valor positivo incremente la inflación significa que un valor positivo de v_t debe interpretarse como un choque “negativo” de oferta, pues contrae la oferta agregada. Por otro lado, lo más relevante de la OAD es que, en este modelo, es ésta la que determina la dinámica del equilibrio a largo plazo debido a la presencia de una variable endógena rezagada, a saber, la tasa de inflación.

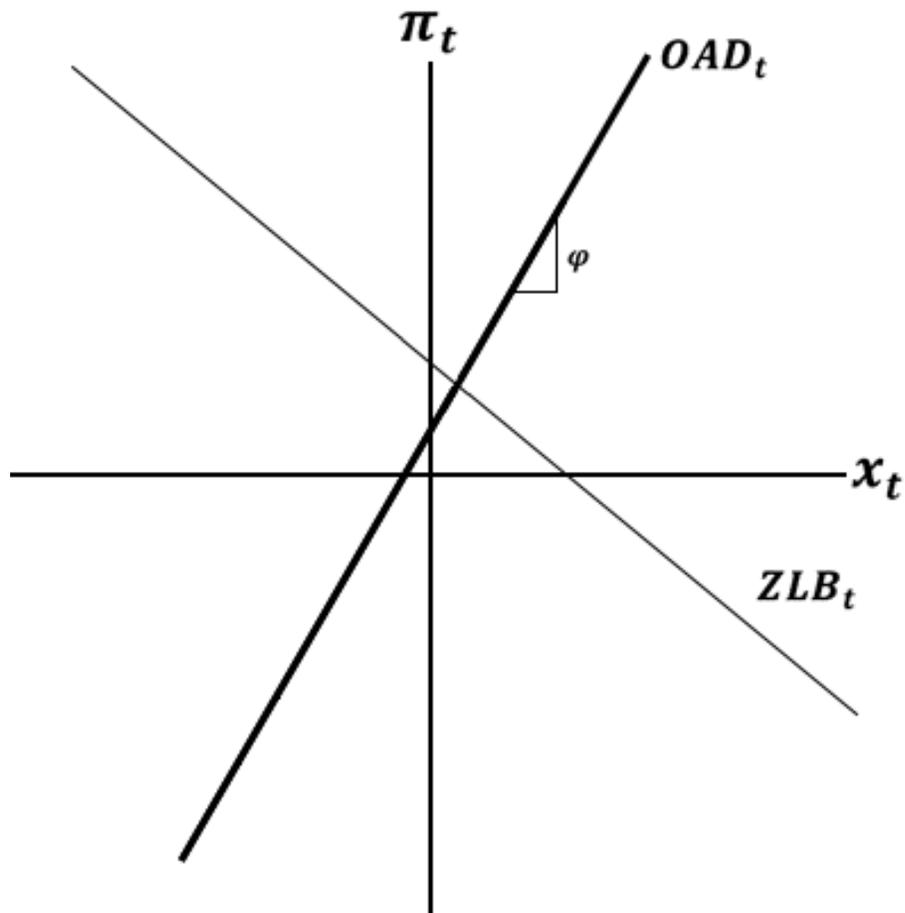
La OAD tiene pendiente positiva (véase la Figura 3.10), es decir, la inflación depende positivamente de la brecha del producto. Esto ocurre debido a la naturaleza específicamente keynesiana de este modelo, es decir, existen factores que provocan que la economía no se encuentre en el equilibrio general walrasiano en el corto plazo, pero se presentan equilibrios no walrasianos. La OAD tiene pendiente positiva por la

misma razón que la curva de Phillips la tiene en el espacio (Brecha del producto, Inflación), para una demostración formal, véase el Anexo 3.

$$\frac{d\pi_t^{OAD}}{dx_t} = \varphi > 0$$

Figura 3.10

Oferta Agregada Dinámica



4. Análisis de equilibrio y estabilidad: brecha del producto e inflación

4.1. Equilibrio de corto plazo

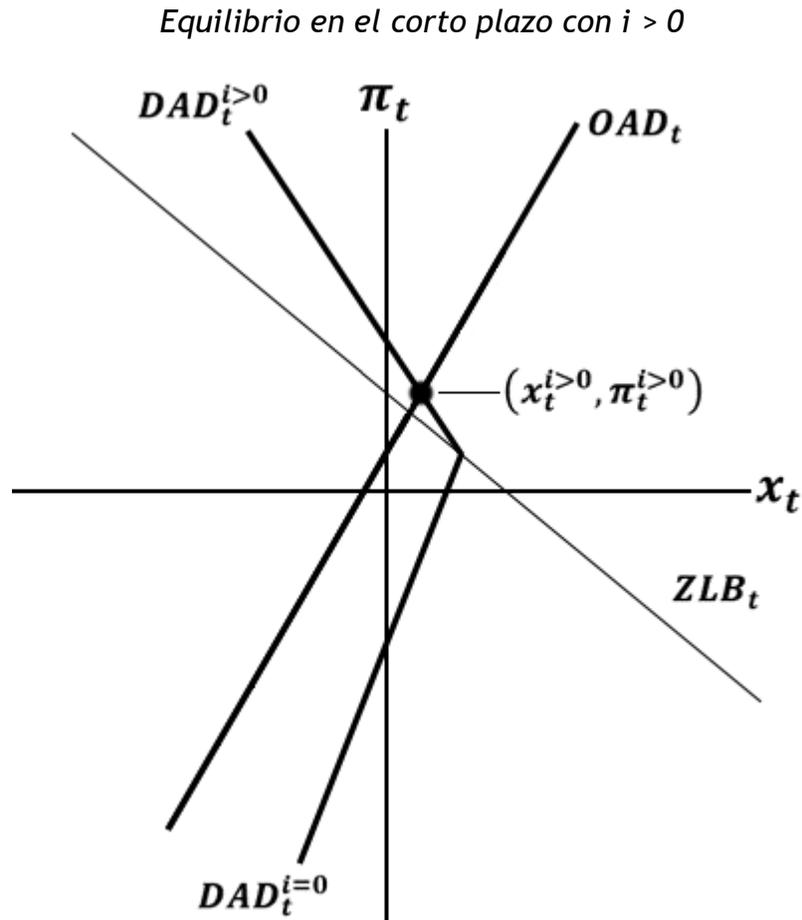
En el corto plazo, el equilibrio es resultado de la intersección de la OAD y la DAD. Sin embargo, el equilibrio cuando la tasa de interés nominal es positiva y cuando es negativa es distinto debido a que las curvas se quiebran al tocar la restricción ZLB.

4.1.1. Con $i > 0$

$$\begin{aligned} \pi_t^{EQ|i>0} &= \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right] \pi_{t-1} \\ &+ \frac{\left[\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \varphi \theta_\pi\right] \pi_t^o + \left[\left(\frac{\beta}{1-g}\right) \varphi\right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + [\varphi] \varepsilon_t + \left[1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y\right] v_t}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \end{aligned}$$

El equilibrio en el corto plazo con $i > 0$ se ilustra en la Figura 4.1: Cuando la OAD y la DAD se intersecan por encima de la restricción ZLB, la regla de política monetaria sigue siendo relevante y puede incidir en el logro de los objetivos económicos del banco central, a saber, $x_t = 0$, $\pi_t = \pi_t^o$.

Figura 4.1



4.1.2. Con $i = 0$

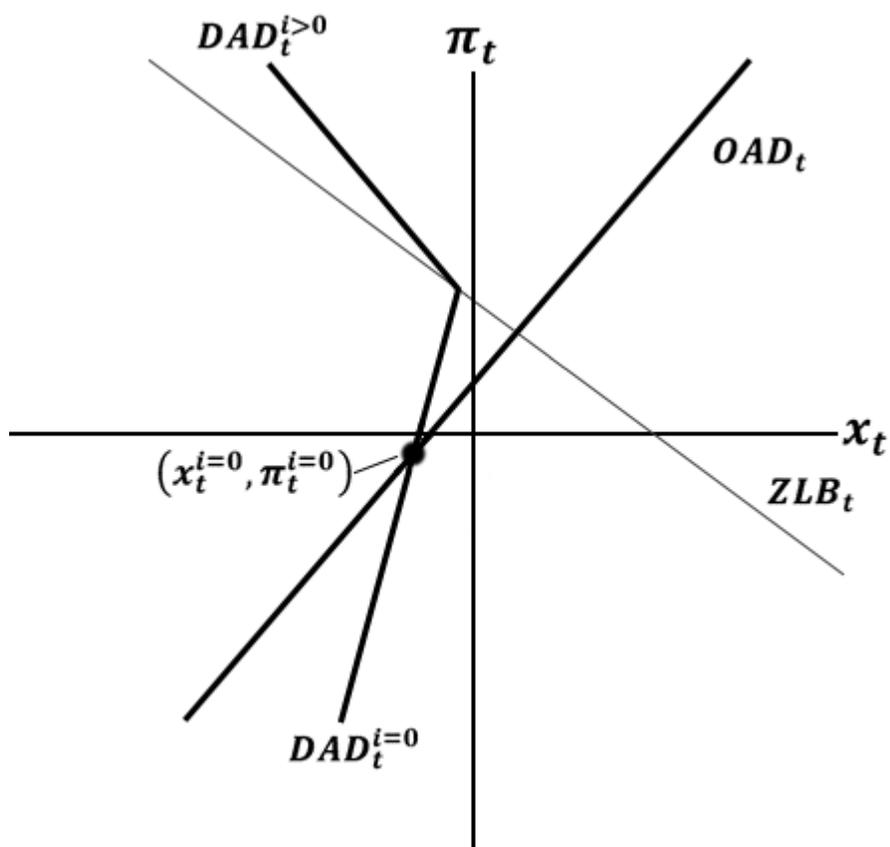
$$\pi_t^{EQ|i=0} = \left[\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] \pi_{t-1} + \frac{[\alpha\varphi]\rho + \left[\frac{\beta\varphi}{1-g} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) + [\varphi]\varepsilon_t + \nu_t}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)}$$

El equilibrio en el corto plazo con $i = 0$ se ilustra en la Figura 4.2: Cuando la OAD y la DAD se intersecan por debajo de la restricción ZLB, la regla de política monetaria deja de ser relevante y ya no puede incidir en el logro de los objetivos económicos del banco central ($x_t = 0$, $\pi_t = \pi_t^0$ y estabilidad cambiaria). En esta situación, se dice

que la economía se encuentra en una situación en que la restricción de tasa de interés no menor que cero es vinculante¹⁸.

Figura 4.2

Equilibrio en el corto plazo con $i = 0$



4.2. Estado estacionario

El estado estacionario es el punto que se alcanza cuando las variables del sistema dejan de cambiar de valor o bien cuando lo hacen a una tasa constante. Es decir, cuando $\frac{dx}{dt} = 0$ para cualquier x o bien cuando $\frac{dx}{dt} = c$. En este modelo, las condiciones

¹⁸ Zero Lower Bound is binding.

para alcanzar el estado estacionario son casi las mismas tanto dentro como fuera de la restricción ZLB. Las condiciones comunes en cualquier caso son:

- 1) Brecha del producto igual a cero.

$$x_t = x_{ss} = 0$$

- 2) Expectativas de inflación e inflación observada iguales a inflación del estado estacionario.

$$E_t \pi_{t+1} = \pi_t = \pi_{ss}$$

- 3) Tipo de cambio real igual al tipo de cambio de largo plazo.

$$q_t = q_{ss} = \bar{q}$$

- 4) Tasa de interés real igual a tasa de interés real natural.

$$r_t = r_{ss} = \rho$$

- 5) Choques aleatorios de demanda y de oferta iguales a cero.

$$\varepsilon_t = \nu_t = 0$$

- 6) Prima de riesgo estocástica igual a su valor de largo plazo.

$$\gamma_t = \gamma_{ss}$$

- 7) Cumplimiento de PPA relativa: la tasa de incremento del tipo de cambio nominal es igual a la diferencia entre la inflación nacional y la inflación extranjera.

$$\Delta s_t = \Delta s_{ss} = \pi_{ss} - \pi_{ss}^*$$

Esta condición es la principal línea argumentativa en favor de los tipos de cambio flexibles: las políticas monetarias de cada país logran aislarse unas de otras a través de las variaciones en los tipos de cambio. De esta manera, si un país tiene políticas monetarias que llevan a mayores tasas de inflación, la depreciación nominal de su moneda permite que los países con menores tasas de inflación puedan aislarse de dichas políticas.

- 8) Tasa de interés extranjera permanece constante en su valor de largo plazo. Esta condición puede omitirse hasta cierto punto debido a que se trata de una variable exógena.

$$i_t^* = i_{ss}^*$$

- 9) Tasa de inflación extranjera permanece constante en su valor de largo plazo. Esta condición también puede omitirse hasta cierto punto debido a que se trata de una variable exógena.

$$\pi_t^* = \pi_{ss}^*$$

4.2.1. Con $i > 0$

Cuando la tasa de interés nominal es positiva, se cumplen tres condiciones adicionales en el estado estacionario.

- 1) La tasa de inflación nacional es igual al objetivo de inflación del banco central:

$$\pi_{ss} = \pi_{ss}^o$$

- 2) La tasa de interés nacional es:

$$i_{ss} = \pi_{ss} - \pi_{ss}^* + i_{ss}^* + \gamma_{ss}$$

- 3) La prima de riesgo es:

$$\gamma_{ss} = \rho - \rho^*$$

4.2.2. Con $i = 0$

Cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, se cumplen 2 condiciones adicionales en el estado estacionario.

$$i_{ss} = 0$$

$$r_{ss} = -\pi_{ss} = \rho$$

De esta manera, la inflación en el estado estacionario cuando $i_{ss} = 0$ es:

$$\pi_{ss} = \pi_{ss}^* - i_{ss}^* - \gamma_{ss} = -(r_{ss}^* + \gamma_{ss}) = -(\rho^* + \gamma_{ss}) \rightarrow \pi_{ss} = -\rho$$

4.3. Condiciones para convergencia y estabilidad

4.3.1. Con $i > 0$

Para que el equilibrio sea estable cuando la tasa de interés es mayor que cero, es necesario que:

$$\left| \frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right| < 1$$

4.3.1.1. Convergencia monótona

Para que el equilibrio en el estado estacionario sea estable con convergencia monótona, es necesario que:

$$0 < \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right] < 1$$

En general, se supone que $\theta_Y > 0$, pues la regla de política monetaria implícitamente asume que el banco central busca atemperar los ciclos económicos en cierta medida, así que reacciona ante las desviaciones de la brecha del producto. Sabemos que $\alpha, \beta > 0$ y que $0 < g < 1$, entonces: $\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) > 0$, por lo tanto:

$$\frac{-1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} < \theta_Y < \theta_Y + \varphi \theta_\pi$$

Es necesario que $\theta_Y < \theta_Y + \varphi \theta_\pi$. Ahora bien, sabemos que $\varphi > 0$, por lo tanto:

$$\frac{-1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} - \frac{\theta_Y}{\varphi} < 0 < \theta_\pi$$

A esta conclusión se le conoce como “principio de Taylor” (Mankiw, 2014), y establece que el banco central debe aumentar la tasa de interés real ante un aumento

de la inflación. Sabemos que $\frac{d\pi_t^{DAD|i>0}}{dx_t} = - \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi} \right]$ y que $\frac{d\pi_t^{OAD}}{dx_t} = \varphi > 0$. Por lo

tanto, cuando se cumple el principio de Taylor y $\theta_\pi > 0$, la DAD tiene pendiente negativa. Pero si no se cumple el principio de Taylor, la DAD podría tener pendiente positiva y existe la posibilidad de un equilibrio inestable.

4.3.1.2. Convergencia oscilatoria

Para que el equilibrio en el estado estacionario sea estable con convergencia oscilatoria, es necesario que:

$$-1 < \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right] < 0$$

$$\rightarrow$$

$$\theta_\pi < (-2) \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right] < - \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$$

Es decir, dado que $\theta_Y > 0$, para que el equilibrio sea estable con convergencia oscilatoria no sólo no debe cumplirse el principio de Taylor, sino que debe buscarse activamente exacerbar la reacción de la inflación, es decir, que no basta con que $\theta_\pi < 0$, ésta debe ser considerablemente alta en valor absoluto. Este caso en general no se considera realista, pues si bien es posible que $\theta_\pi < 0$, es poco realista que sea demasiado grande en valor absoluto.

4.3.2. Con $i = 0$

Para que el equilibrio sea estable cuando la tasa de interés es igual a cero, es necesario que:

$$\left| \frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right| < 1$$

4.3.2.1. Convergencia monótona

Para que el equilibrio en el estado estacionario sea estable con convergencia monótona, es necesario que:

$$0 < \left[\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] < 1 \rightarrow \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) < 0 < 1 \rightarrow \frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} > 0 > \varphi$$

Sabemos que $\frac{d\pi_t^{DAD}|_{i=0}}{dx_t} = \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] > 0$ y que $\frac{d\pi_t^{OAD}}{dx_t} = \varphi > 0$. En consecuencia, para que

haya convergencia monótona cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, es necesario que la pendiente de las curvas DAD y OAD sean de signo contrario. En particular, es necesario que la OAD tenga pendiente negativa, cosa que contradice la propiedad inicial fundamental de la OAD, a saber, que tiene pendiente positiva. Por lo tanto, cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, no es posible que el equilibrio sea estable con convergencia monótona.

4.3.2.2. Convergencia oscilatoria

Para que el equilibrio en el estado estacionario sea estable con convergencia oscilatoria, es necesario que:

$$-1 < \left[\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] < 0 \rightarrow \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) > 2 > 1 \rightarrow \varphi > (2) \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right]$$

Sabemos que $\frac{d\pi_t^{DAD}|_{i=0}}{dx_t} = \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] > 0$ y que $\frac{d\pi_t^{OAD}}{dx_t} = \varphi > 0$. En consecuencia, para que

haya convergencia oscilatoria cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, es necesario que la pendiente de la OAD sea más del doble que la pendiente de la DAD.

4.4. Condiciones para divergencia e inestabilidad

4.4.1. Con $i > 0$

Cuando la tasa de interés es mayor que cero, el equilibrio es inestable si:

$$\left| \frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right| > 1$$

4.4.1.1. Divergencia monótona

El equilibrio es inestable con divergencia monótona cuando:

$$\left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right] > 1 > 0 \rightarrow 0 > \theta_\pi > - \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$$

4.4.1.2. Oscilaciones explosivas

El equilibrio es inestable con oscilaciones explosivas cuando:

$$\left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right] < -1 < 0$$

→

$$(-2) \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right] < \theta_\pi < - \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$$

Dado que $\theta_Y > 0$, si el banco central fija $\theta_\pi < 0$, es necesario que $\theta_\pi >$

$- \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$ para que el equilibrio sea inestable con divergencia monótona. Si lo

fija en $\theta_\pi < - \left[\frac{1}{\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$, entonces la estabilidad será diferente. Si

$(-2) \left[\frac{1}{\varphi(\alpha + \frac{\beta}{1-g})} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right] < \theta_\pi < - \left[\frac{1}{\varphi(\alpha + \frac{\beta}{1-g})} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$, el equilibrio será inestable con oscilaciones explosivas. Si $\theta_\pi < (-2) \left[\frac{1}{\varphi(\alpha + \frac{\beta}{1-g})} + \frac{\theta_Y}{\varphi} \right]$, el equilibrio será estable con convergencia oscilatoria. Sólo el caso de la divergencia monótona resulta realista, pues θ_π es ligeramente negativa, y es este caso justamente el que aborda Mankiw (2014) para resaltar la necesidad de cumplir con el principio de Taylor si se busca evitar que la inflación se descontrole.

4.4.2. Con $i = 0$

Cuando la tasa de interés es igual a cero, el equilibrio es inestable si:

$$\left| \frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right| > 1$$

4.4.2.1. Divergencia monótona

El equilibrio es inestable con divergencia monótona cuando:

$$\left[\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] > 1 > 0 \rightarrow 1 > \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) > 0 \rightarrow 0 < \varphi < \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right]$$

Sabemos que $\frac{d\pi_t^{DAD}|_{i=0}}{dx_t} = \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] > 0$ y que $\frac{d\pi_t^{OAD}}{dx_t} = \varphi > 0$. En consecuencia, cuando la pendiente de la OAD es menor que la pendiente de la DAD, se observa divergencia monótona respecto del estado estacionario.

4.4.2.2. Oscilaciones explosivas

El equilibrio es inestable con oscilaciones explosivas cuando:

$$\left[\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] < -1 < 0 \rightarrow 1 < \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) < 2$$

$$\rightarrow \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] < \varphi < (2) \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right]$$

Sabemos que $\frac{d\pi_t^{DAD|i=0}}{dx_t} = \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] > 0$ y que $\frac{d\pi_t^{OAD}}{dx_t} = \varphi > 0$. En consecuencia, cuando la pendiente de la OAD es mayor que la pendiente de la DAD, pero es menor que el doble de dicha pendiente, se observan oscilaciones explosivas respecto del estado estacionario.

Para un análisis más profundo y exhaustivo de la estabilidad del equilibrio en este modelo, véase el Anexo 4, donde se exploran más casos.

5. Simulaciones numéricas de las funciones de impulso-respuesta

Uno de los objetivos de este trabajo es examinar los resultados de las simulaciones numéricas de las funciones impulso-respuesta, en particular el caso de una economía atrapada en una trampa de la liquidez. La hipótesis de investigación se enfoca en el caso de una economía estable, por lo que se presentan únicamente los casos para las variables cuando la economía es estable.

5.1. Funciones de impulso-respuesta

Una función de impulso-respuesta representa “las reacciones de las variables (de un modelo de vector autorregresivo) ante los choques que afectan al sistema” (Lütkepohl, 2018, p. 6141)¹⁹. En otras palabras, una función de impulso-respuesta describe el comportamiento de un sistema dinámico en diferentes momentos del tiempo. Eso resulta especialmente útil para observar cómo cambian las variables a lo largo del tiempo cuando un choque (generalmente exógeno) altera una o más variables en un momento determinado.

Dichas funciones se formulan a partir de un modelo VAR:

$$\begin{pmatrix} y_{1t} \\ \vdots \\ y_{kt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}^1 & \dots & a_{1k}^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^1 & \dots & a_{kk}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-1} \\ \vdots \\ y_{kt-1} \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} a_{11}^p & \dots & a_{1k}^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^p & \dots & a_{kk}^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-p} \\ \vdots \\ y_{kt-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ \vdots \\ u_{kt} \end{pmatrix}$$

Donde y_{kt} es la k-ésima variable en el momento t , y_{kt} es la k-ésima variable en el momento $t-p$, es decir, en el rezago p . Y donde a_{kk}^p es el k-ésimo coeficiente de la k-ésima variable en el rezago p . Además, u_{kt} es el término de error estocástico no correlacionado serialmente que afecta a la k-ésima variable en el momento t , y que se supone es ruido blanco con media cero, además, la matriz de covarianzas del vector de términos de error es constante en el tiempo.

Lütkepohl (2018) explica que “el análisis de impulso respuesta se puede basar en el experimento contrafactual de trazado del efecto marginal de un choque en una

¹⁹ Lütkepohl, H. (2018). Impulse Response Function. *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan.

variable sobre el sistema estableciendo (el valor de) un componente del vector de términos de error igual a uno y todos los demás (iguales a) cero y evaluar las respuestas del vector de variables a semejante impulso con el paso del tiempo” (p. 6142). Por ejemplo:

En el período t , sean $u_{1t} = 1$, y $u_{2t}, \dots, u_{kt} = 0$, entonces se tiene:

$$\begin{pmatrix} y_{1t} \\ \vdots \\ y_{kt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}^1 & \dots & a_{1k}^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^1 & \dots & a_{kk}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-1} \\ \vdots \\ y_{kt-1} \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} a_{11}^p & \dots & a_{1k}^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^p & \dots & a_{kk}^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-p} \\ \vdots \\ y_{kt-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

Por lo tanto, como en el período $t + 1$ todos los términos de error son iguales a cero, es decir, $u_{1t+1}, \dots, u_{kt+1} = 0$, entonces se tiene:

$$\begin{pmatrix} y_{1t+1} \\ \vdots \\ y_{kt+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}^0 & \dots & a_{1k}^0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^0 & \dots & a_{kk}^0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t} \\ \vdots \\ y_{kt} \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} a_{11}^p & \dots & a_{1k}^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^p & \dots & a_{kk}^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-p} \\ \vdots \\ y_{kt-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

Es decir, aunque sólo hubo un impulso en el período t , dicho impulso alteró el valor

de y_{1t} , y dicha alteración provoca que todo el vector $\begin{pmatrix} y_{1t+1} \\ \vdots \\ y_{kt+1} \end{pmatrix}$ se vea afectado por

$u_{1t} = 1$ debido a la primera columna de la matriz $\begin{pmatrix} a_{11}^0 & \dots & a_{1k}^0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1}^0 & \dots & a_{kk}^0 \end{pmatrix}$, y lo mismo ocurre

en $t + 2$, $t + 3$ y así sucesivamente con el paso del tiempo. Las funciones de impulso-respuesta consisten en este conjunto de valores de las variables que se obtienen con el paso del tiempo tras observarse una perturbación en el sistema. Nótese que, si el proceso es estacionario, el efecto de $u_{1t} = 1$ va desapareciendo con el paso del tiempo, como ya se comentó en el análisis de equilibrio y estabilidad.

No obstante, debe recordarse que el valor de las variables en cada período t se determina por un sistema de ecuaciones simultáneas, y es el supuesto de expectativas estáticas ($E_t \pi_{t+1} = \pi_t$) el que provoca que un impulso en t se propague en el tiempo. Las funciones de impulso-respuesta permiten identificar los efectos que dicho impulso podría tener sobre las variables con el paso del tiempo, pero, a diferencia de lo que ocurre con el VAR, los valores de las variables endógenas no dependen de

los valores pasados de todas las variables endógenas sino del sistema de ecuaciones simultáneas. Únicamente la inflación en $t+1$ que se espera en t dependerá del valor de la inflación observada en $t-1$.

5.2. Valores de los parámetros y de los impulsos

A continuación, se especifican los valores de los parámetros y de los impulsos con que se llevarán a cabo las simulaciones numéricas. Para una descripción más detallada de las formas que adoptan la DAD, la OAD, los equilibrios de corto plazo y el estado estacionario, véase el Anexo 5.

5.2.1. Banco central prioriza por igual empleo e inflación

En este caso, los parámetros θ_π y θ_Y son iguales. Para que la economía sea estable cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, es necesario que $\varphi > (2) \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right]$, por lo que los valores de los parámetros deben ser consistentes con este hecho. Por este motivo, y a partir de los ejemplos propuestos por Mankiw (2014) y Lizarazu (2015), se aplican los siguientes valores:

Parámetros			
A	1	B	0.2
θ_π	0.5	θ_Y	0.5
G	0.1	φ	2

Recuérdese que:

$$\alpha > 0 \quad \beta > 0 \quad \theta_\pi > 0 \quad \theta_Y > 0 \quad g \in (0,1) \quad \varphi > 0$$

Los valores de α , θ_π y θ_Y son los propuestos por Mankiw (2014): $\alpha = 1$ implica que, ante una disminución de un punto porcentual de la tasa de interés real respecto de la tasa de interés real natural o de largo plazo, la demanda agregada (en términos de la brecha de producción) aumentará en 1%; $\theta_\pi = \theta_Y = 0.5$ implica que, ante un aumento de la diferencia entre la inflación observada y la inflación objetivo en un punto porcentual, o bien, si la brecha del producto aumenta en un punto porcentual,

la autoridad monetaria incrementará la tasa de interés nominal en medio punto porcentual.

Lizarazu (2015) ensaya varios valores para α y φ . Se ha optado por el valor de $\alpha = 1$, correspondiente con los valores propuestos por Mankiw (2014) y por Lizarazu (2015) para el caso fuera de la trampa de la liquidez. Sin embargo, en el caso de φ , optamos por el valor de $\varphi = 2$, en contraste con el propuesto por Mankiw (de $\varphi = 0.25$) o Lizarazu (de $\varphi = 1.25$); cabe mencionar que Lizarazu (2015) propone los valores $\alpha = 5$ y $\varphi = 0.5$ para analizar una economía estable en una trampa de la liquidez.

El valor $\varphi = 2$ implica que, ante una desviación de un punto porcentual en la brecha del producto, se observará un aumento de 2 puntos porcentuales en la tasa de inflación. Es decir, se trataría de una economía con una inflación muy sensible a las desviaciones de la producción respecto de su nivel de largo plazo.

El valor de $g = 0.1$ implica que, si el tipo de cambio real observado es mayor que el tipo de cambio real de largo plazo en un punto porcentual, entonces el tipo de cambio real esperado para el siguiente período será de sólo 0.1 puntos porcentuales. Esto ocurre debido a que este valor de g es el factor de rigidez, por lo que un bajo valor de g implica un rápido ajuste del tipo de cambio real hacia su valor de largo plazo.

Por otro lado, el valor $\beta = 0.2$ significa que, si el tipo de cambio real observado es mayor que el tipo de cambio real de largo plazo en un punto porcentual, la brecha del producto aumentará en 0.2 puntos porcentuales. Es decir, la economía tiene una baja sensibilidad a las desviaciones del tipo de cambio real respecto de su valor de largo plazo, pero sí resulta relevante.

Variables exógenas			
π_t^o	3	π_t^*	2
i_t^*	3	r_t^*	1
P	2	\bar{q}	0
γ_t	1	$\varepsilon_{t<0} = \varepsilon_{t>0}$	0
ν_t	0	ε_1	1 y 3

Recuérdese que:

$$E_t(\gamma_t) = \gamma \quad E_t(\varepsilon_t) = 0 \quad E_t(v_t) = 0$$

Como puede apreciarse, se examinan los casos de un choque positivo de demanda de 1% y 3%.

Variables endógenas por determinar	
π_t	$E_t\pi_{t+1}$
i_t	r_t
x_t	
q_t	E_tq_{t+1}
s_t	E_ts_{t+1}

5.2.2. Banco central prioriza el empleo por encima de la inflación

En este caso, el parámetro θ_Y es mayor que θ_π , es decir, $\theta_Y > \theta_\pi$. Todos los valores de las variables exógenas y de los parámetros son iguales, excepto los parámetros de la regla de política monetaria *à la* Taylor.

Parámetros			
θ_π	0.4	θ_Y	0.6

5.3. Simulaciones numéricas con $i = 0$ y $\theta_Y = \theta_\pi$

Considerando los valores de los parámetros y las variables exógenas anteriores, atendiendo al caso de $\theta_Y = \theta_\pi$, cuando la tasa de interés es igual a cero, y la economía es estable y converge al estado estacionario con oscilaciones amortiguadas, las variables endógenas se comportan de la siguiente manera:

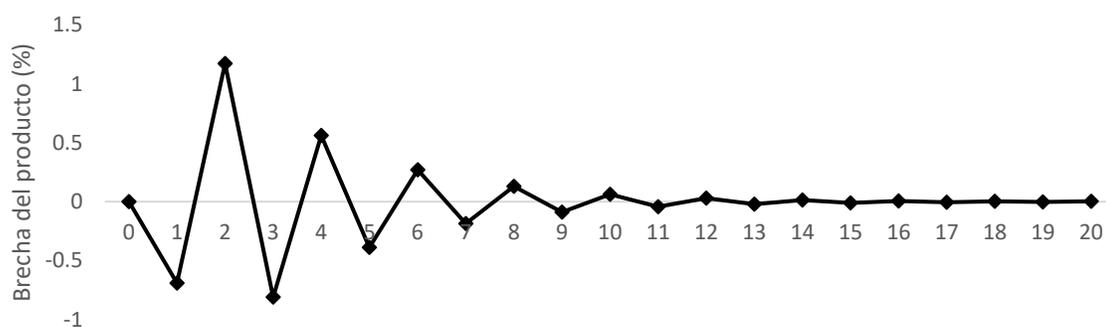
5.3.1. Brecha del producto

En la Figura 5.1 se ilustra la simulación numérica de la brecha del producto cuando se presenta un choque positivo de demanda en $t = 1$. Se parte del período $t = 0$ sin

choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 1% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 1$, la brecha del producto inicialmente disminuye, y luego aumenta cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$. Después de $t = 14$, la brecha del producto es ya cercana a su valor del estado estacionario.

Figura 5.1

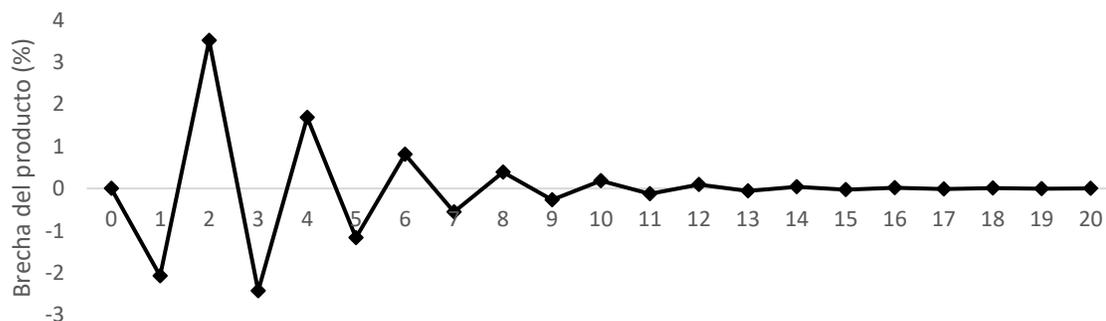
Función de impulso-respuesta de la brecha del producto ($\varepsilon_1 = 1$)



Para ilustrar un choque de mayor magnitud, en la Figura 5.2 se muestra el caso de un choque de demanda positivo de 3%. Una vez más, se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 3% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, la brecha del producto inicialmente disminuye, y luego aumenta cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$. Después de $t = 17$, la brecha del producto es ya cercana a su valor del estado estacionario.

Figura 5.2

Función de impulso-respuesta de la brecha del producto ($\varepsilon_1 = 3$)

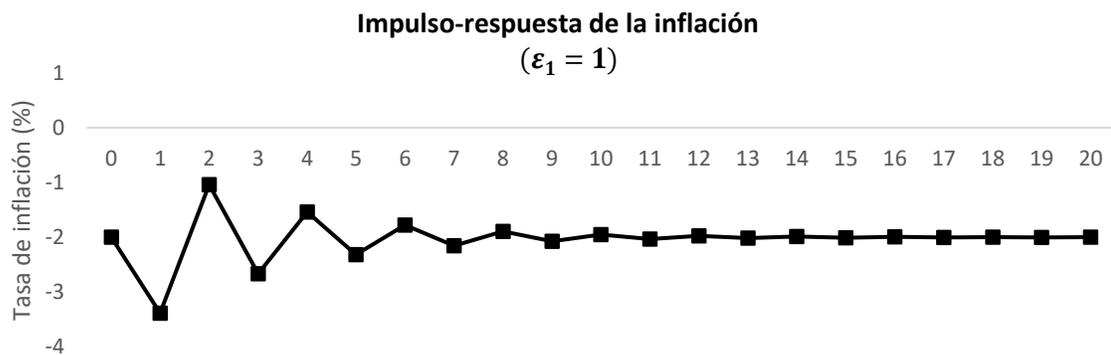


5.3.2. Inflación

En la Figura 5.3 se muestra la función de impulso-respuesta de la inflación. Este caso es análogo al de la brecha del producto. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 1% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 1$, la inflación inicialmente disminuye, y luego aumenta cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$. Después de $t = 14$, la inflación es ya cercana a su valor del estado estacionario.

Figura 5.3

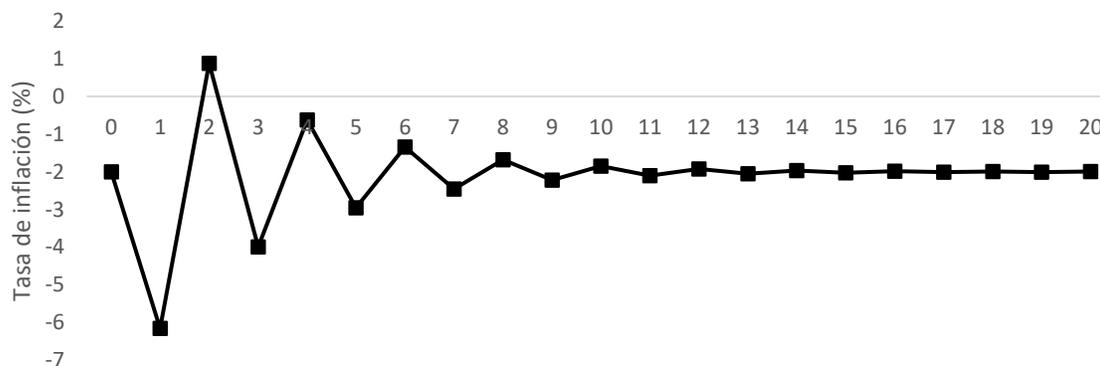
Función de impulso-respuesta de la inflación ($\varepsilon_1 = 1$)



Una vez más, se ilustra el caso de un choque de demanda de mayor magnitud. En la Figura 5.4 se muestra la función de impulso-respuesta de la inflación. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 3% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, la inflación inicialmente disminuye, y luego aumenta cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$. Después de $t = 17$, la inflación es ya cercana a su valor del estado estacionario.

Figura 5.4

Función de impulso-respuesta de la inflación ($\varepsilon_1 = 3$)

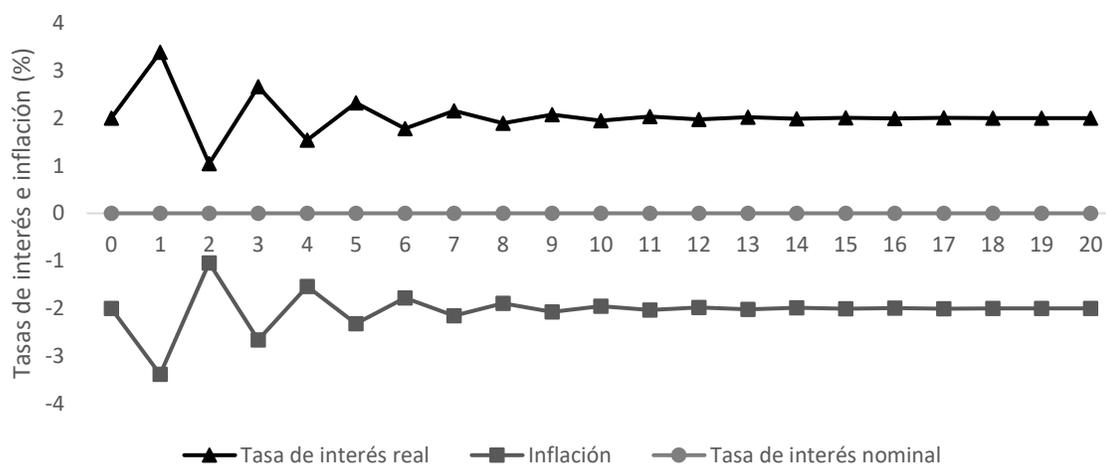


5.3.3. Tasas de interés (nominal y real)

En la Figura 5.5 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de interés. Cuando la tasa de interés nominal es cero, la tasa de interés real es un reflejo de la tasa de inflación: $r_t = -\pi_t$. Como $\pi_t < 0$, entonces $r_t = -\pi_t > 0$. Asimismo, cuanto menor sea π_t , mayor será r_t . En la simulación, se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 1% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 1$, la tasa de inflación inicialmente disminuye, lo que provoca un aumento de la tasa de interés real. Después, cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$, la tasa de inflación vuelve a aumentar y converge a su nivel de largo plazo, y la tasa de interés real vuelve a disminuir y también converge a su nivel de largo plazo. Después de $t = 14$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

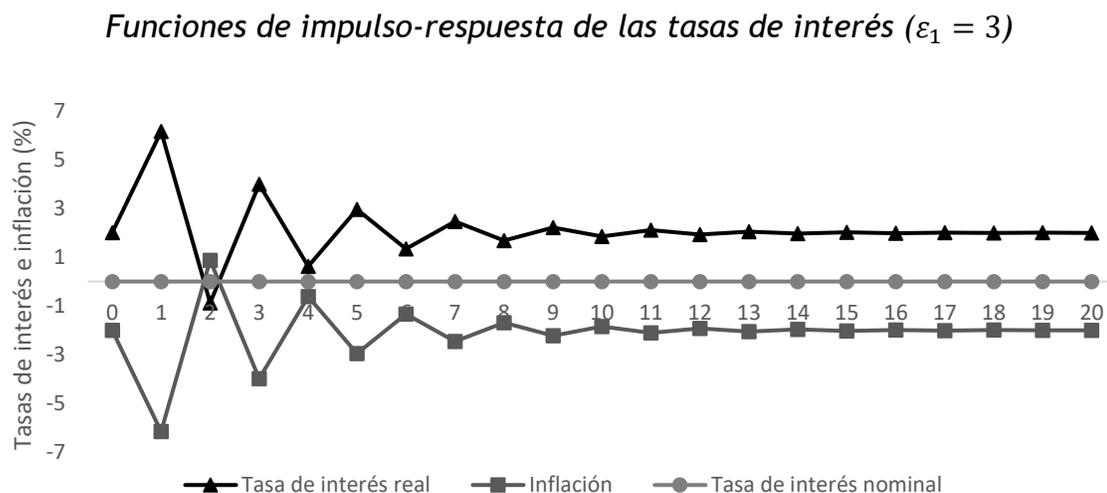
Figura 5.5

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de interés ($\varepsilon_1 = 1$)



Si siguiendo con las simulaciones de la brecha del producto y de la inflación, se ilustra el caso de un choque de demanda de mayor magnitud. En la Figura 5.6 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de interés con un choque de demanda mayor. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 3% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, la tasa de inflación inicialmente disminuye, lo que provoca un aumento de la tasa de interés real. Después, cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$, la tasa de inflación vuelve a aumentar y converge a su nivel de largo plazo, y la tasa de interés real vuelve a disminuir y también converge a su nivel de largo plazo. Después de $t = 17$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

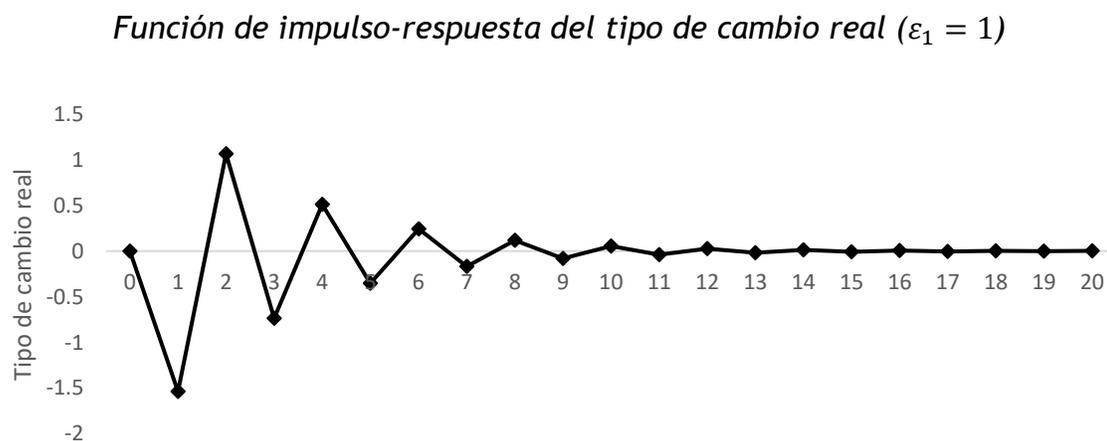
Figura 5.6



5.3.4. Tipos de cambio (nominal y real)

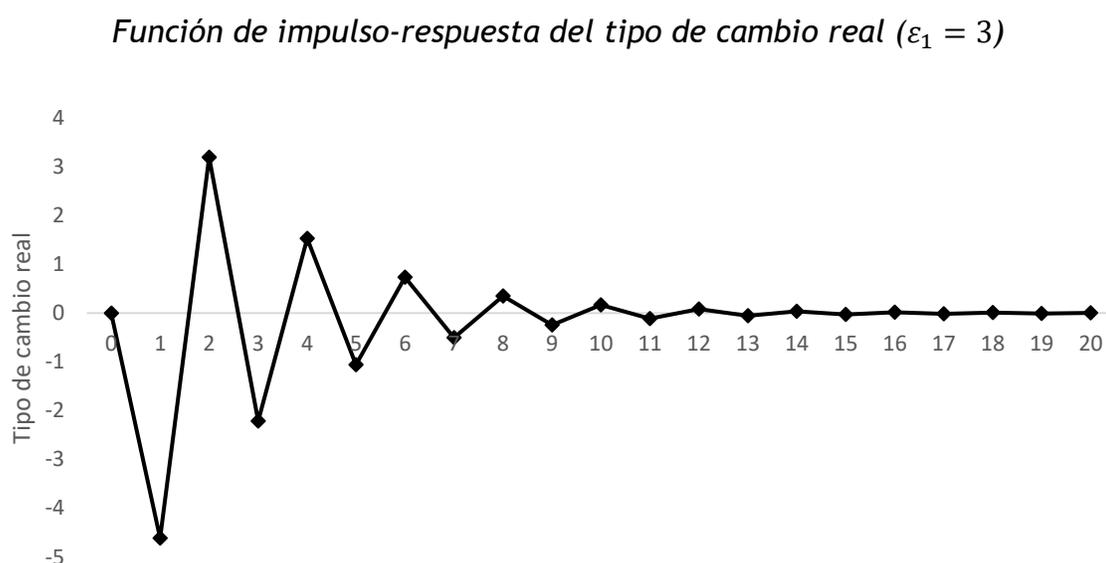
En la Figura 5.7 se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio real. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 1% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 1$, el tipo de cambio real disminuye inicialmente (se presenta una apreciación real por la disminución inicial de la inflación), y luego aumenta cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$ (la mayor inflación lleva a una depreciación real). Con el tiempo, el tipo de cambio real regresa a su valor de largo plazo y, después de $t = 14$, el tipo de cambio real es ya cercano a su valor del estado estacionario.

Figura 5.7



En la Figura 5.8 se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio real ante un choque de demanda de mayor magnitud. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 3% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, el tipo de cambio real disminuye inicialmente (se presenta una apreciación real por la disminución inicial de la inflación), y luego aumenta cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$ (la mayor inflación lleva a una depreciación real). Con el tiempo, el tipo de cambio real regresa a su valor de largo plazo y, después de $t = 17$, el tipo de cambio real es ya cercano a su valor del estado estacionario.

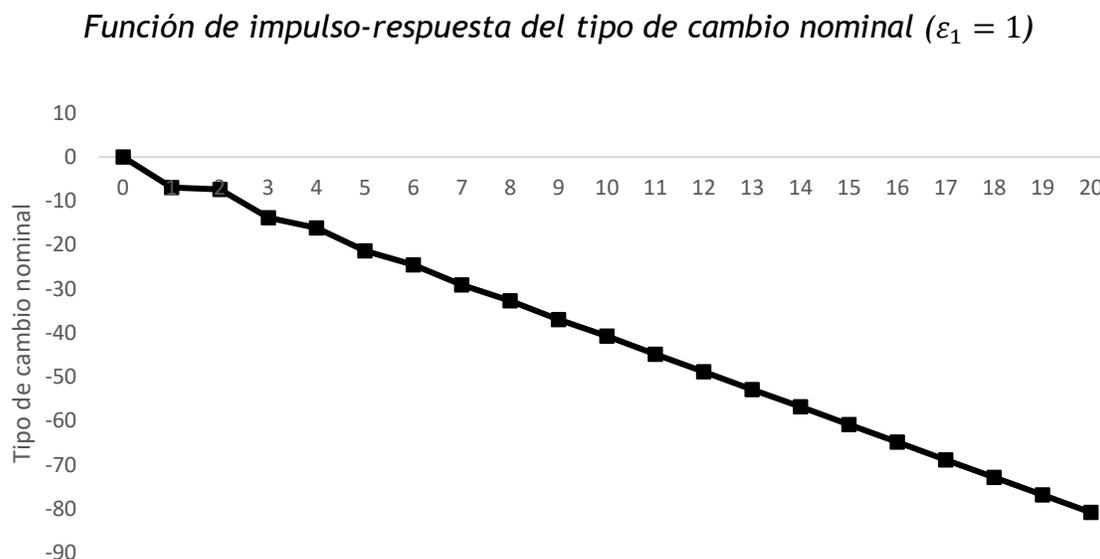
Figura 5.8



En la Figura 5.9 se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 1% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 1$, el tipo de cambio nominal disminuye inicialmente más de lo que se espera (se presenta una apreciación nominal mayor que la esperada), y luego disminuye menos de lo que se espera (se presenta una apreciación nominal menor que la esperada) cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$. Con el tiempo, el tipo de cambio nominal se deprecia (aprecia) a su tasa esperada y mantiene una depreciación (apreciación) constante y, después de $t = 14$, el tipo de cambio nominal se mantiene en su senda de depreciación a tasa

constante (en este caso, se trata de una apreciación nominal constante debido a que la inflación es negativa, es decir, deflación).

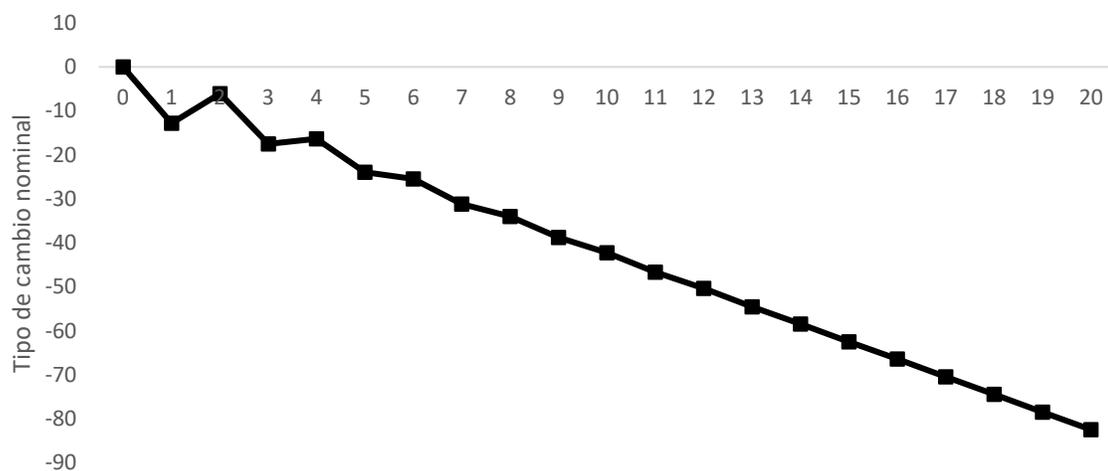
Figura 5.9



En la Figura 5.10 se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal ante un choque de demanda de mayor magnitud. Se parte del período $t = 0$ sin choques de demanda ni de oferta. Cuando se presenta un choque de demanda positivo de 3% en el período 1, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, el tipo de cambio nominal disminuye inicialmente más de lo que se espera (se presenta una apreciación nominal mayor que la esperada), y luego disminuye menos de lo que se espera (se presenta una apreciación nominal menor que la esperada) cuando $\varepsilon_2 = \varepsilon_{t>1} = 0$. Con el tiempo, el tipo de cambio nominal se deprecia (aprecia) a su tasa esperada y mantiene una depreciación (apreciación) constante y, después de $t = 17$, el tipo de cambio nominal se mantiene en su senda de depreciación a tasa constante (en este caso, se trata de una apreciación nominal constante debido a la deflación).

Figura 5.10

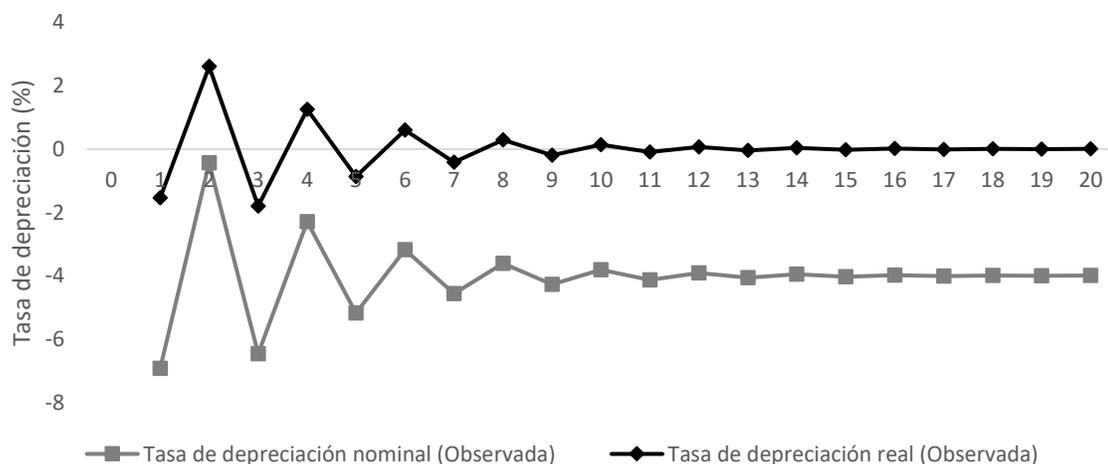
Función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal ($\varepsilon_1 = 3$)



En la Figura 5.11 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación de los tipos de cambio nominal y real. Las tasas de depreciación tanto del tipo de cambio real como del nominal regresan a sus niveles de largo plazo. Después de $t = 14$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

Figura 5.11

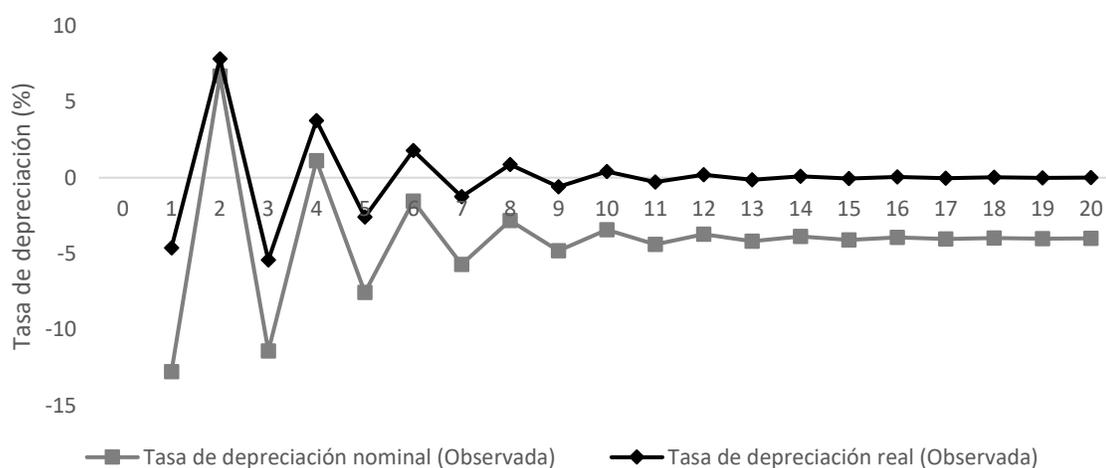
Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación observadas de los tipos de cambio nominal y real ($\varepsilon_1 = 1$)



En la Figura 5.12 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación de los tipos de cambio nominal y real ante un choque de demanda de mayor magnitud. Las tasas de depreciación tanto del tipo de cambio real como del nominal regresan a sus niveles de largo plazo. Después de $t = 17$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

Figura 5.12

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación observadas de los tipos de cambio nominal y real ($\varepsilon_1 = 3$)



5.3.5. Errores de predicción

El supuesto de expectativas estáticas de la inflación ($E_t \pi_{t+1} = \pi_t$) y de una forma especial de expectativas estáticas del tipo de cambio real ($E_t q_{t+1} = \bar{q} + g(q_t - \bar{q})$) tienen como consecuencia que los agentes cometan errores sistemáticos en el pronóstico de la inflación y de los tipos de cambio nominales y reales. Esto significa que la inflación esperada y la observada, el tipo de cambio real esperado y el observado, y el tipo de cambio nominal esperado y el observado serán sistemáticamente diferentes hasta llegar al estado estacionario. Estos errores sistemáticos son la principal fuente de críticas dirigidas a las expectativas adaptativas en general y estáticas en particular.

El error de predicción de la inflación está dado por:

$$E_t \pi_{t+1} - \pi_{t+1} = (\pi_{t-1} - \pi_t) + \varphi (x_t - x_{t+1}) + (v_t - v_{t+1})$$

Mientras la brecha del producto y la inflación no se encuentren en sus respectivos valores de largo plazo, existirá un error de predicción de la inflación, pues esta se basa en las observaciones pasadas y no en expectativas del futuro que considere la información disponible (expectativas racionales).

En las Figuras 5.13 y 5.14, se presentan las funciones de impulso-respuesta de la inflación esperada y la observada, con perturbaciones de $\varepsilon_1 = 1$ y $\varepsilon_1 = 3$. Las expectativas de inflación y la inflación observada convergen en el estado estacionario, sin embargo, resulta claro que, antes de eso, los agentes estiman incorrectamente la inflación.

Figura 5.13

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de inflación esperada y observada
($\varepsilon_1 = 1$)

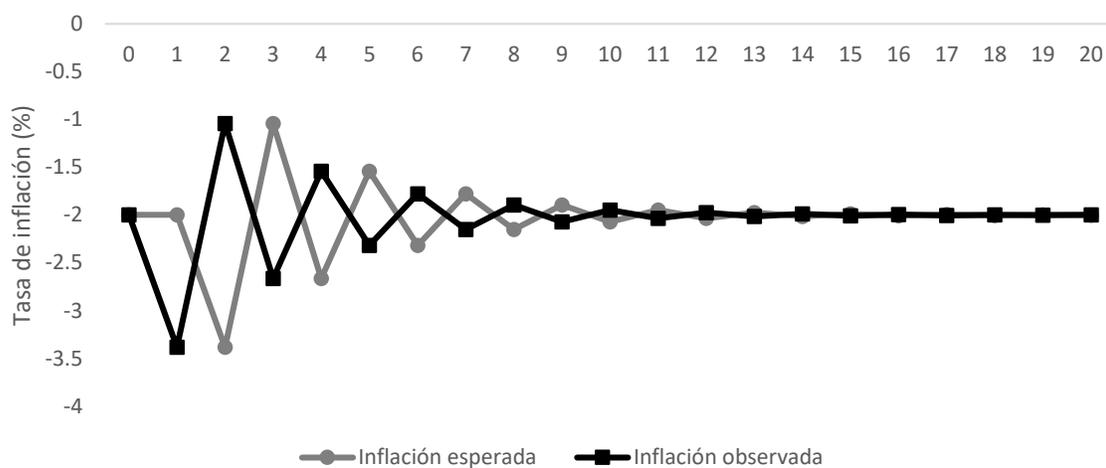
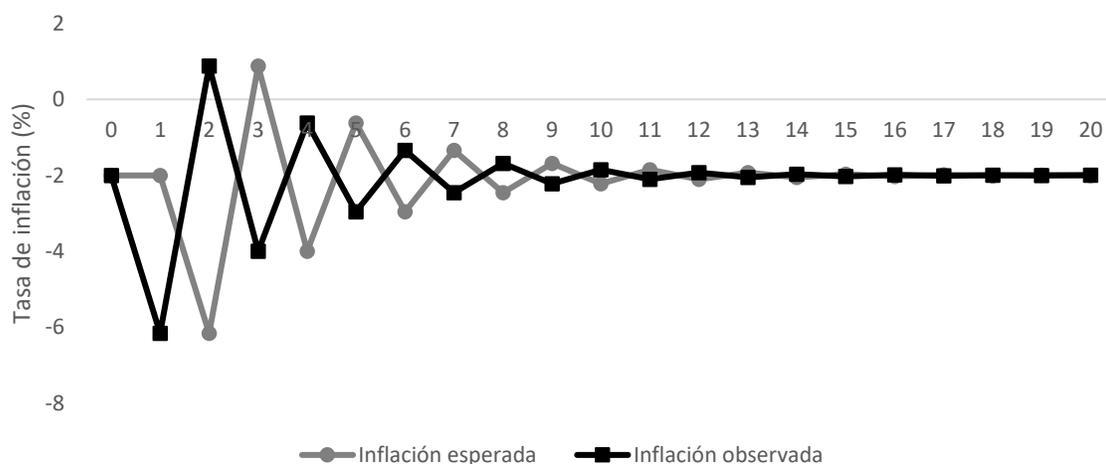


Figura 5.14

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de inflación esperada y observada
($\varepsilon_1 = 3$)



El error de predicción del tipo de cambio real está dado por:

$$E_t q_{t+1} - q_{t+1} = \left(\frac{1}{1-g} \right) [(r_{t+1} - g r_t) - (r_{t+1}^* - g r_t^*) - (\gamma_{t+1} - g \gamma_t)]$$

Sean $r_{t+1}^* = r_t^*$, y $\gamma_{t+1} = \gamma_t$, entonces:

$$E_t q_{t+1} - q_{t+1} = \left(\frac{1}{1-g} \right) [(r_{t+1} - g r_t) - (1-g) r_t^* - (1-g) \gamma_t]$$

Por lo tanto:

$$r_{t+1} = r_t \rightarrow E_t q_{t+1} - q_{t+1} = r_t - r_t^* - \gamma_t = E_t q_{t+1} - q_t$$

Cuando la tasa de interés real permanece constante, el error de predicción es igual a la tasa de depreciación real esperada. Es decir, que mientras el tipo de cambio real no se encuentre en su valor de largo plazo (que en este caso es cero), existirá un error de predicción igual a la tasa de depreciación esperada.

$$r_{t+1} > r_t \rightarrow E_t q_{t+1} - q_{t+1} < r_t - r_t^* - \gamma_t = E_t q_{t+1} - q_t$$

Cuando la tasa de interés real está aumentando entre t y $t + 1$, el error de predicción sigue existiendo, pero es menor que la tasa de depreciación esperada.

$$r_{t+1} < r_t \rightarrow E_t q_{t+1} - q_{t+1} > r_t - r_t^* - \gamma_t = E_t q_{t+1} - q_t$$

Cuando la tasa de interés real está disminuyendo entre t y $t + 1$, el error de predicción es mayor que la tasa de depreciación esperada.

Si $i_t = i_{t+1} = 0$, entonces $r_t = -\pi_t$ y $r_{t+1} = -\pi_{t+1}$, por lo tanto:

$$E_t q_{t+1} - q_{t+1} = \left(\frac{1}{1-g} \right) [(-\pi_{t+1} + g \pi_t) - (1-g) r_t^* - (1-g) \gamma_t]$$

Finalmente:

$$\pi_{t+1} = \pi_t \rightarrow E_t q_{t+1} - q_{t+1} = E_t q_{t+1} - q_t$$

$$\pi_{t+1} < \pi_t \rightarrow E_t q_{t+1} - q_{t+1} < E_t q_{t+1} - q_t$$

$$\pi_{t+1} > \pi_t \rightarrow E_t q_{t+1} - q_{t+1} > E_t q_{t+1} - q_t$$

La principal consecuencia de esta caracterización de los errores es que, como ya se indicó, no son aleatorios, sino que están bien definidos por otras variables no aleatorias. Por este motivo se dice que los errores son sistemáticos. En particular, cuando la tasa de interés nominal es nula, el error de predicción del tipo de cambio real se explica en buena medida por los errores de predicción de la inflación, los cuales son consecuencia directa del supuesto de expectativas estáticas. Estos errores implican que existe una tasa de depreciación real (y nominal) esperada y una observada, y que serán diferentes hasta que se llegue al estado estacionario.

En las Figuras 5.15, 5.16, 5.17 y 5.18, se presentan las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación reales y nominales esperadas y observadas, con perturbaciones de $\varepsilon_1 = 1$ y $\varepsilon_1 = 3$. En el caso de las tasas de depreciación reales, ambas convergen en el estado estacionario, sin embargo, resulta claro que los agentes subestiman la tasa de depreciación real en valor absoluto (esperan una depreciación menor que la efectivamente observada y esperan una apreciación menor que la efectivamente observada). En el caso de las tasas de depreciación nominales, ambas convergen en el estado estacionario, sin embargo, resulta claro que los agentes en ocasiones subestiman y en otras sobreestiman la tasa de

depreciación nominal, pues esperan que la tasa de depreciación sea constante cuando en realidad tiene variaciones en respuesta a la perturbación de demanda.

Figura 5.15

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación esperada y observada del tipo de cambio real ($\varepsilon_1 = 1$)

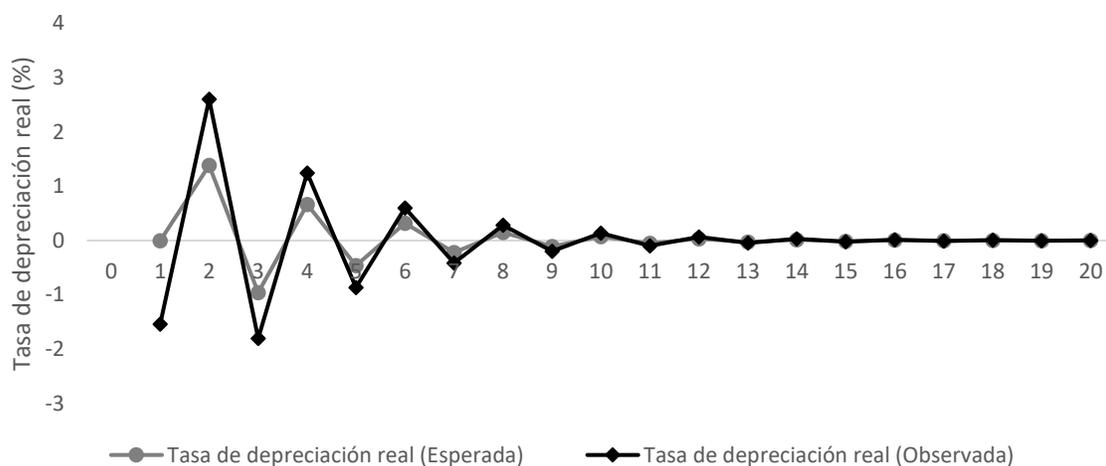


Figura 5.16

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación esperada y observada del tipo de cambio real ($\varepsilon_1 = 3$)

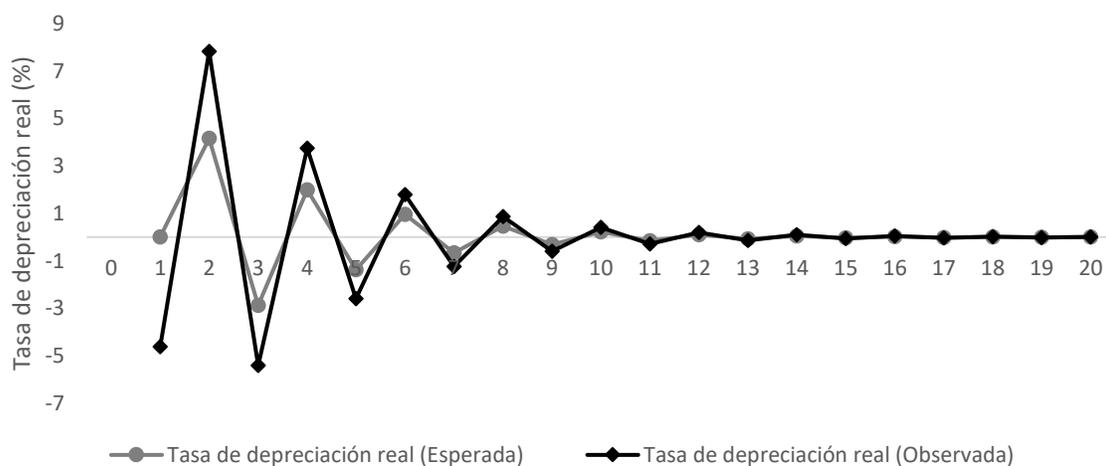


Figura 5.17

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación esperada y observada del tipo de cambio nominal ($\varepsilon_1 = 1$)

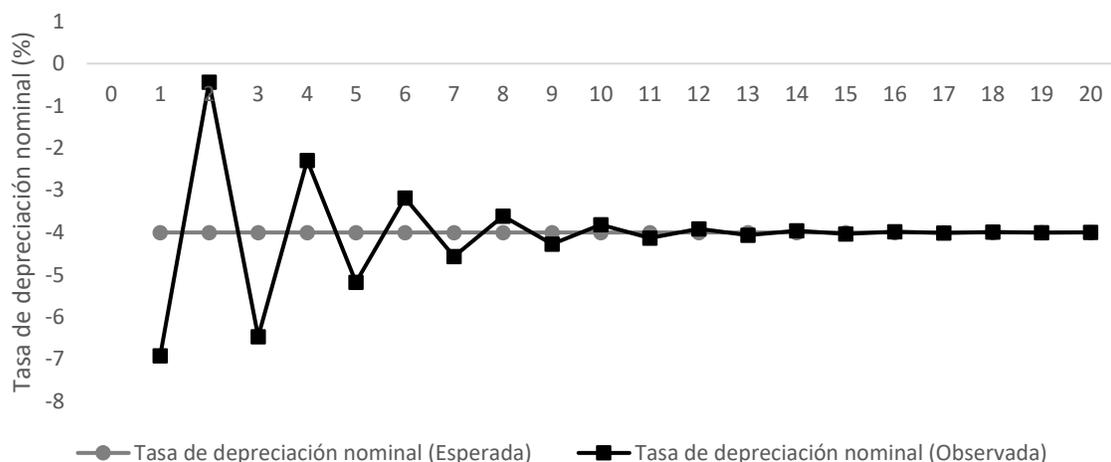
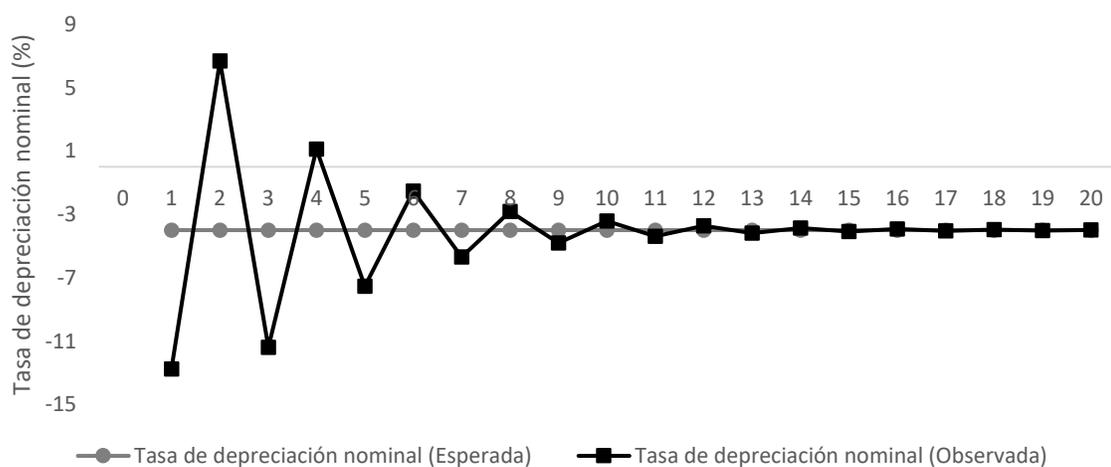


Figura 5.18

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación esperada y observada del tipo de cambio nominal ($\varepsilon_1 = 3$)



5.3.6. Restricción ZLB y la regla de política monetaria

Las perturbaciones provocan movimientos en las variables que se pueden observar en las funciones de impulso-respuesta. Sin embargo, las funciones no identifican si los valores de la brecha del producto y de la inflación son consistentes con el

cumplimiento o incumplimiento de la restricción ZLB. En pocas palabras, si la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria es negativa, la economía se encuentra debajo de la restricción ZLB; pero si la tasa de interés recomendada es positiva, la economía se encuentra por encima de la restricción ZLB.

Si la economía se encuentra inicialmente fuera de la restricción ZLB, la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria será positiva y el análisis se corresponderá con el ya conocido modelo OAD-DAD en el que la DAD tiene pendiente negativa y la inflación converge al objetivo de inflación del banco central. Si se presenta una perturbación negativa de demanda, o una perturbación positiva de oferta, o si hay algún cambio estructural en la economía (cambios en los parámetros o en otras variables exógenas), es posible que la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria disminuya hasta volverse negativa. Entonces, la economía queda atrapada debajo de la restricción ZLB y la DAD tiene ahora pendiente positiva y la inflación se vuelve negativa.

El caso opuesto también puede presentarse: la economía inicialmente podría encontrarse por debajo de la restricción ZLB y alguna perturbación positiva de demanda, o negativa de oferta, o bien algún cambio estructural en la economía podría llevar la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria de ser negativa a volverse positiva. En ese caso, la economía logra escapar de una trampa de la liquidez.

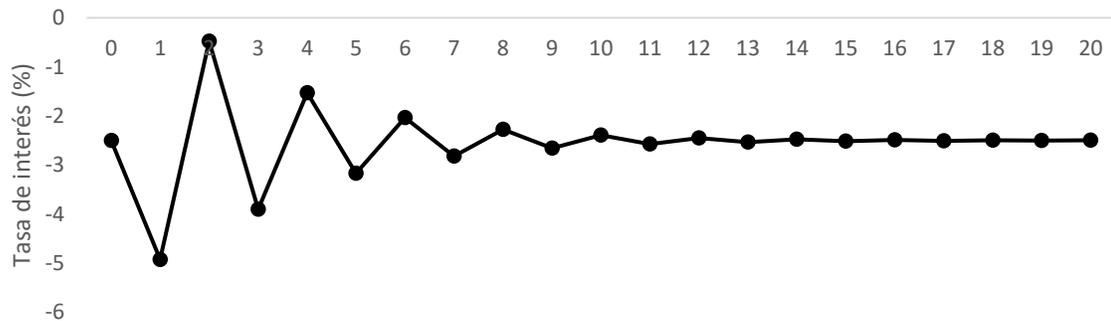
Las funciones de impulso-respuesta deben reflejar este camino, es decir, deben reflejar que la economía pasa de funcionar normalmente a quedar atrapada en una trampa de la liquidez; y deben también reflejar que la economía logra escapar de una trampa de la liquidez y empieza a funcionar con normalidad. Primero, es necesario verificar si la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria en los dos casos examinados pasa de ser negativa a ser positiva.

En la Figura 5.19 se muestra la función de impulso-respuesta de la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria cuando hay un choque positivo de demanda de 1%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 1$. Como puede verse, la regla

recomienda tasas de interés nominales negativas en todos los períodos, por lo que el choque positivo de demanda no es suficiente para sacar la economía de la trampa de la liquidez.

Figura 5.19

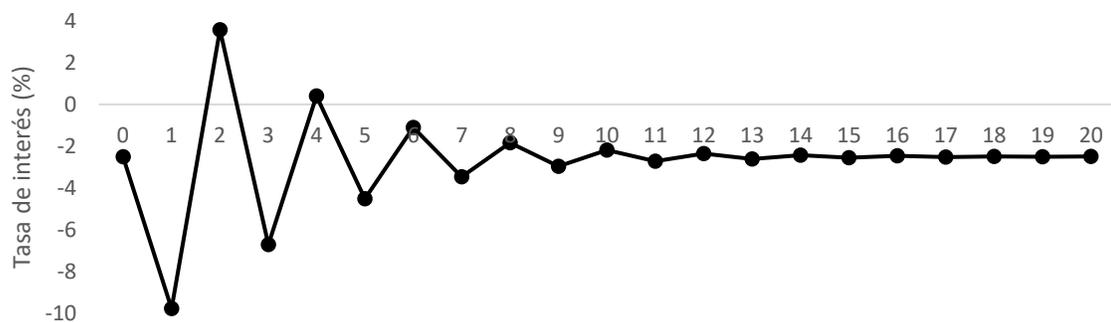
Función de impulso-respuesta de la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria ($\varepsilon_1 = 1$)



En la Figura 5.20 se muestra la función de impulso-respuesta de la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$. La regla recomienda tasas de interés nominales negativas en casi todos los períodos; sin embargo, recomienda tasas positivas en los períodos $t = 2$ y $t = 4$. Por lo que es posible que el choque positivo de demanda saque la economía de la trampa de la liquidez.

Figura 5.20

Función de impulso-respuesta de la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria ($\varepsilon_1 = 3$)



Las funciones de impulso-respuesta de las Figuras 5.19 y 5.20 sugieren que, cuando hay un choque positivo de demanda, pero este no es muy grande, la economía permanece atrapada en la trampa de la liquidez. Sin embargo, si el choque es suficientemente grande, la economía puede salir de la trampa de la liquidez y dirigirse a su estado estacionario con tasas de interés e inflación positivas.

En consecuencia, las funciones de impulso-respuesta para el caso de $\varepsilon_1 = 3$ deben reconsiderarse para incorporar el hecho de que, en $t = 2$, la economía logra salir de la trampa de la liquidez, por lo que a partir de $t = 3$, la regla de política se aplica y el segmento relevante de la DAD vuelve a ser el segmento con pendiente negativa y la economía se dirige a su estado estacionario por encima de la restricción ZLB.

5.4. Salida de la trampa de la liquidez por un choque positivo de demanda

Cuando los parámetros tienen ciertos valores, un choque positivo de demanda de suficiente magnitud es capaz de sacar la economía de la trampa de la liquidez, y no necesariamente en el mismo período en que dicho choque se presenta. La dinámica es la siguiente: un choque de demanda de suficiente magnitud desplaza la DAD hacia la derecha y, como consecuencia de los valores de los parámetros que garantizan la estabilidad de la economía, el equilibrio inicial de corto plazo implica una menor brecha del producto y una menor inflación; por lo tanto, la OAD se desplaza hacia abajo.

Sin embargo, los valores de los parámetros que garantizan la estabilidad de la economía también implican que este desplazamiento hacia abajo conduce a un nuevo equilibrio de corto plazo que se encuentra por encima de la restricción ZLB. Posteriormente, la economía se desplaza hacia el segmento de la DAD con pendiente negativa y, a partir de entonces, el equilibrio se va desplazando sobre la DAD con pendiente negativa hasta el equilibrio de estado estacionario donde la tasa de interés nominal es positiva.

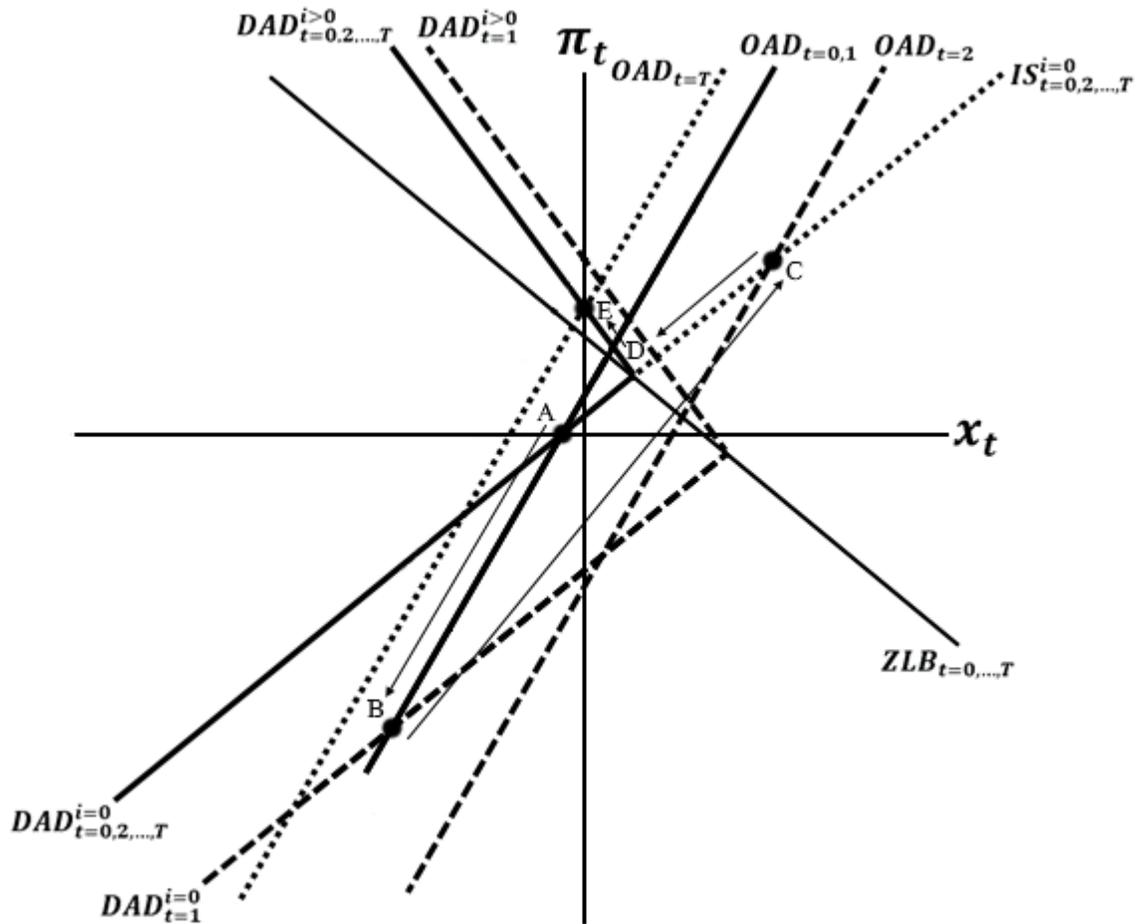
En la Figura 5.21 se ilustra la salida de la economía de la trampa de la liquidez debida a un choque de demanda positivo. En $t = 0$ la economía se describe por las curvas de color sólido, es decir la DAD se compone de los segmentos $DAD_{t=0,2,\dots,T}^{i>0}$, $DAD_{t=0,2,\dots,T}^{i=0}$,

la OAD es $OAD_{t=0}$, y la restricción ZLB está en $ZLB_{t=0,\dots,T}$. Asimismo, el equilibrio de corto plazo está en el punto A. En $t = 1$, un choque positivo de demanda desplaza la DAD hacia la derecha, por lo que ahora ésta se compone de los segmentos $DAD_{t=1}^{i>0}$ y $DAD_{t=1}^{i=0}$ que se trazan con líneas compuestas por guiones. La OAD no se desplaza, por lo que el equilibrio de corto plazo se desplaza del punto A al punto B, lo que se señala con una flecha. La inflación más baja del punto B provoca que la OAD se desplace hacia abajo en $t = 2$, por lo que ahora ésta es $OAD_{t=2}$.

En $t = 2$, el choque de demanda ya ha desaparecido, por lo que la DAD vuelve a componerse de los segmentos $DAD_{t=0,2,\dots,T}^{i>0}$ y $DAD_{t=0,2,\dots,T}^{i=0}$, por lo que el equilibrio de corto plazo se desplaza del punto B al punto C. El punto C es un equilibrio por encima de la restricción ZLB, la cual no varía en todo el proceso, por lo que, conforme la OAD se va desplazando hacia la izquierda debido a la mayor inflación incorporada a las expectativas, el equilibrio de corto plazo se desplaza hacia el segmento de la DAD con pendiente positiva ($DAD_{t=0,2,\dots,T}^{i>0}$), lo que se representa por la letra D (no se define un punto específico, pues se omiten las nuevas $OAD_{t=3,\dots,T-1}$ para evitar el trazado de más curvas), y la OAD se sigue desplazando hasta llegar al equilibrio del estado estacionario en el punto E, donde la OAD es $OAD_{t=T}$ y la DAD es $DAD_{t=0,2,\dots,T}^{i>0}$.

Figura 5.21

Salida de la economía de la trampa de la liquidez debido a un choque de demanda positivo

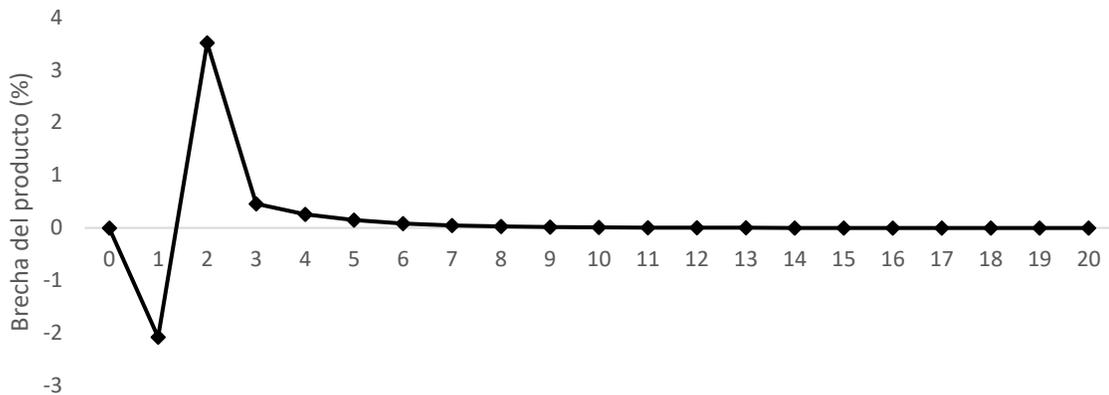


5.4.1. Brecha del producto

En la Figura 5.22 se muestra la función de impulso-respuesta de la brecha del producto cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Después de $t = 9$, la brecha del producto es ya cercana a su valor del estado estacionario.

Figura 5.22

Función de impulso-respuesta de la brecha del producto cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)

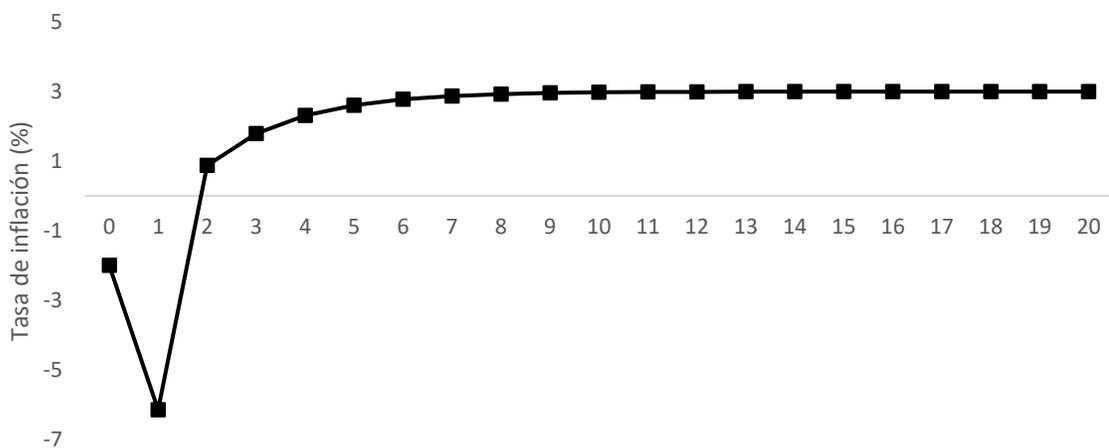


5.4.2. Inflación

En la Figura 5.23 se muestra la función de impulso-respuesta de la tasa de inflación cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Después de $t = 9$, la inflación es ya cercana a su valor del estado estacionario.

Figura 5.23

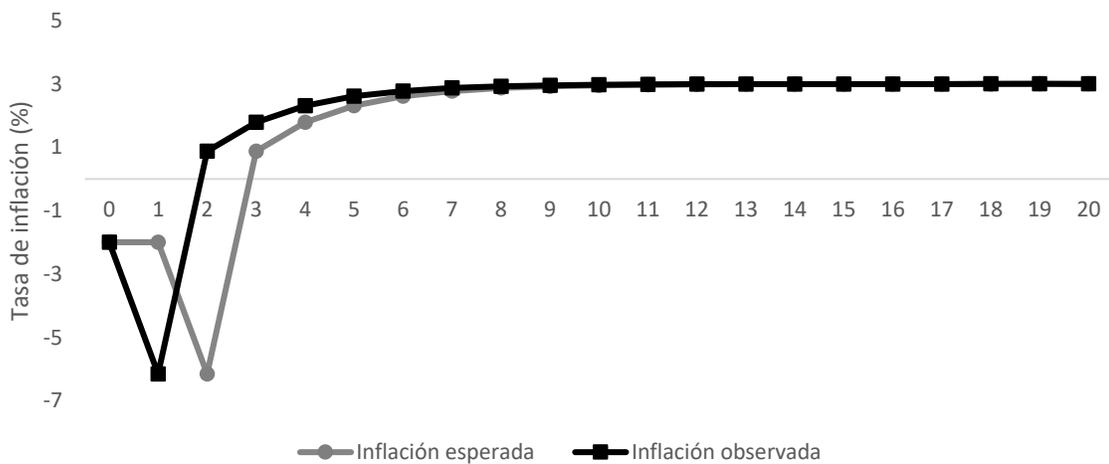
Función de impulso-respuesta de la inflación cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)



En la Figura 5.24 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de inflación esperada y observada cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Después de $t = 9$, la inflación es ya cercana a su valor del estado estacionario y tanto las expectativas de inflación como la inflación observada convergen.

Figura 5.24

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de inflación esperada y observada cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)



5.4.3. Tasas de interés (nominal y real)

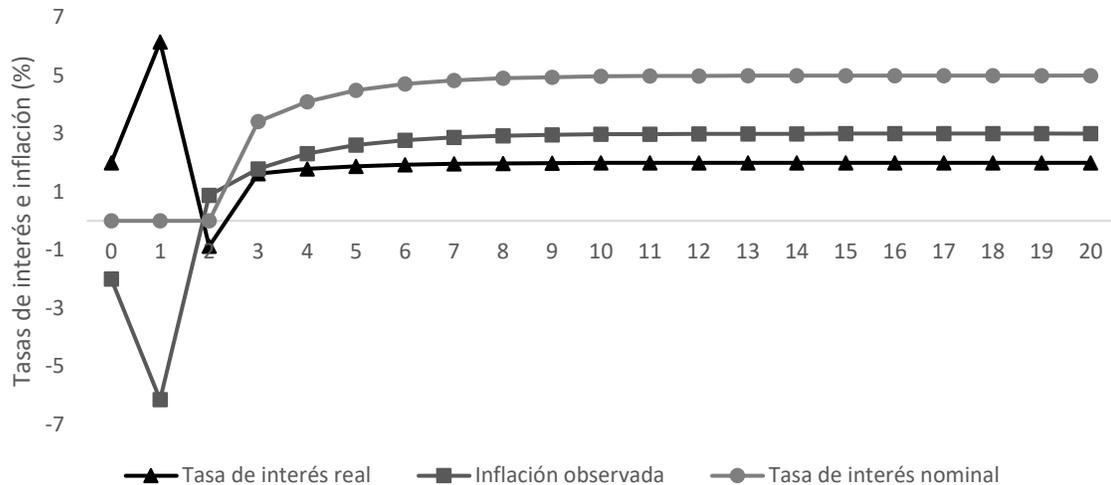
Cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez, esto ocurre debido a que el banco central mantiene la tasa de interés nominal igual a cero cuando la inflación se vuelve positiva y el equilibrio de corto plazo sale de la restricción ZLB. Posteriormente, cuando la OAD se desplaza hacia arriba debido a la inflación positiva, el banco central puede volver a aplicar la regla de política monetaria y la economía se traslada a una nueva senda de equilibrio sobre el segmento de pendiente negativa de la DAD.

En la Figura 5.25 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de interés cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y

dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Después de $t = 9$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

Figura 5.25

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de interés cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)



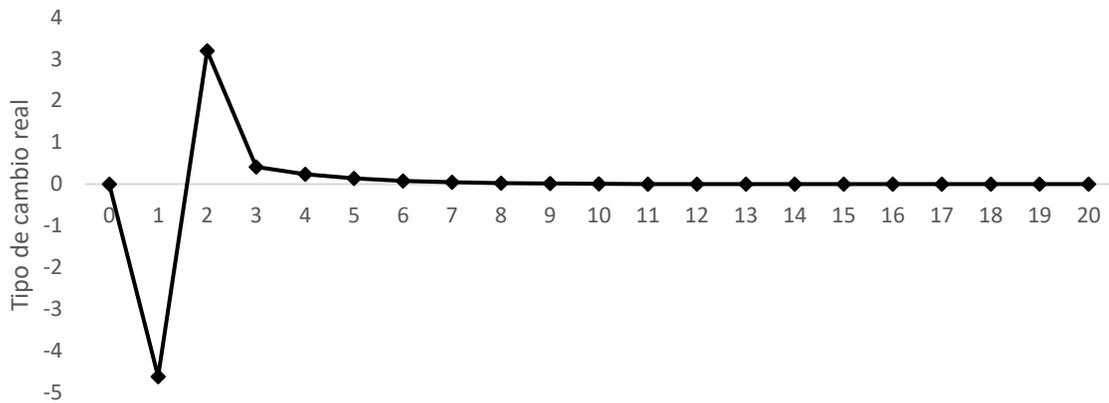
5.4.4. Tipos de cambio (nominal y real)

Como ocurre con las variables anteriores, una vez que la economía sale de la trampa de la liquidez, los valores de los tipos de cambio retornan a sus respectivos valores (caso del tipo de cambio real) o sendas (caso del tipo de cambio nominal) de largo plazo más rápidamente que cuando la economía permanece atrapada en la trampa. Nótese, además, que el tipo de cambio nominal sufre una apreciación continua cuando la economía está en la trampa, pero, cuando esta logra salir, el tipo de cambio nominal sufre ahora una depreciación continua.

En la Figura 5.26 se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio real cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Después de $t = 9$, el tipo de cambio real es ya cercano a su valor del estado estacionario.

Figura 5.26

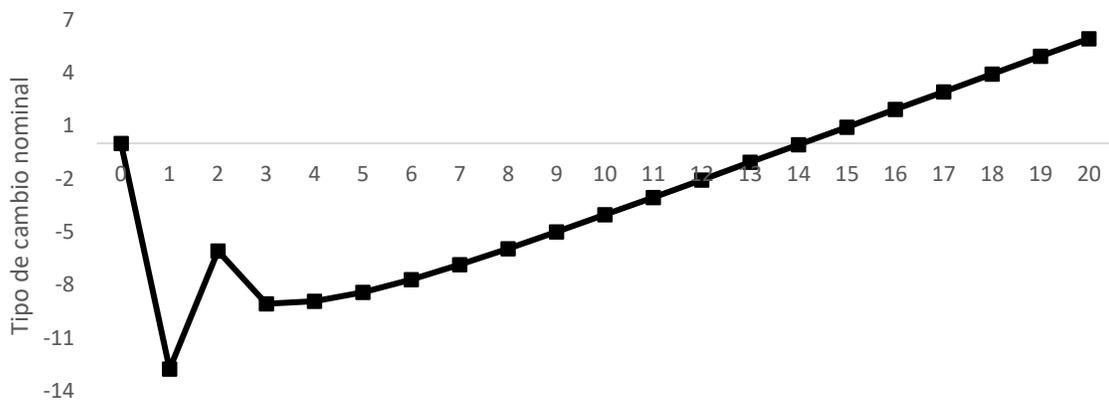
Función de impulso-respuesta del tipo de cambio real cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)



En la Figura 5.27 se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Después de $t = 9$, el tipo de cambio nominal se mantiene en su senda de depreciación a tasa constante.

Figura 5.27

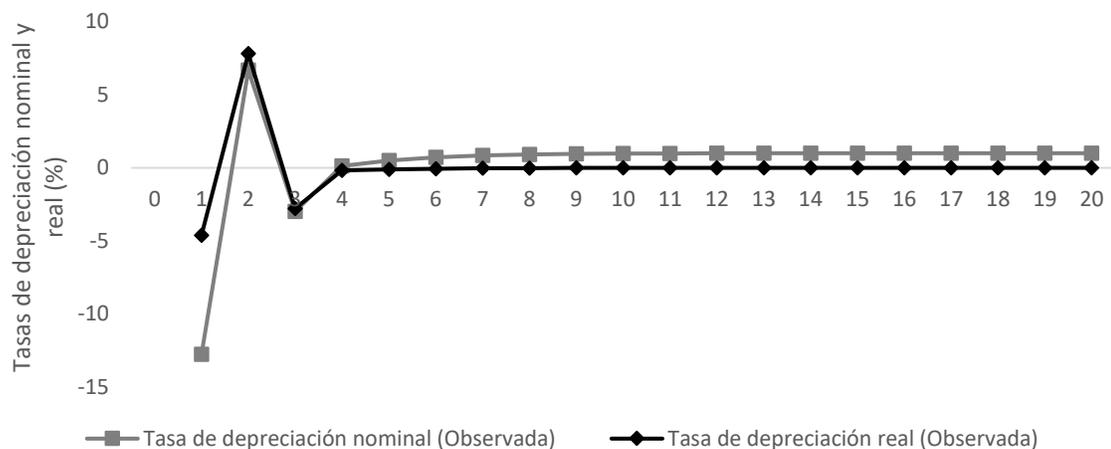
Función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)



En la Figura 5.28 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación de los tipos de cambio nominal y real cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Las tasas de depreciación tanto del tipo de cambio real como del nominal regresan a sus niveles de largo plazo. Después de $t = 9$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

Figura 5.28

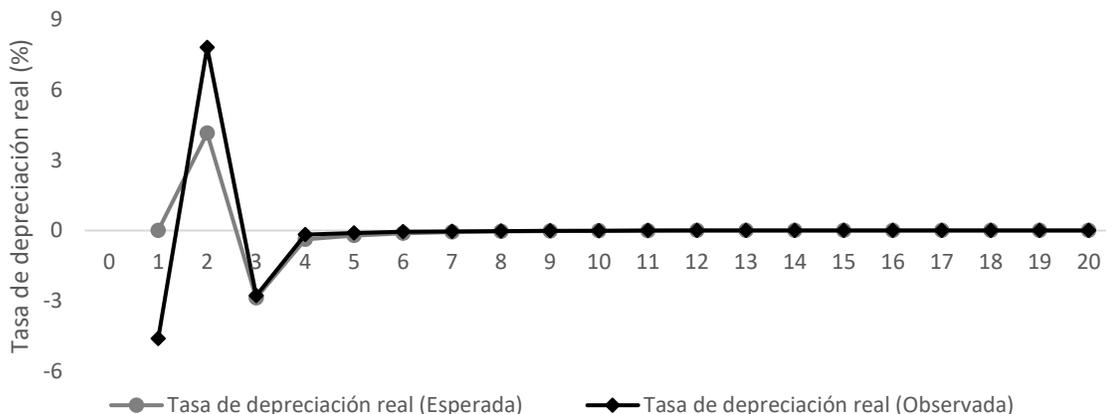
Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación observadas de los tipos de cambio nominal y real cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\varepsilon_1 = 3$)



En la Figura 5.29 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación real esperada y observada del tipo de cambio cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\varepsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Ambas tasas convergen en el estado estacionario, pero antes de eso, los agentes cometen errores de estimación.

Figura 5.29

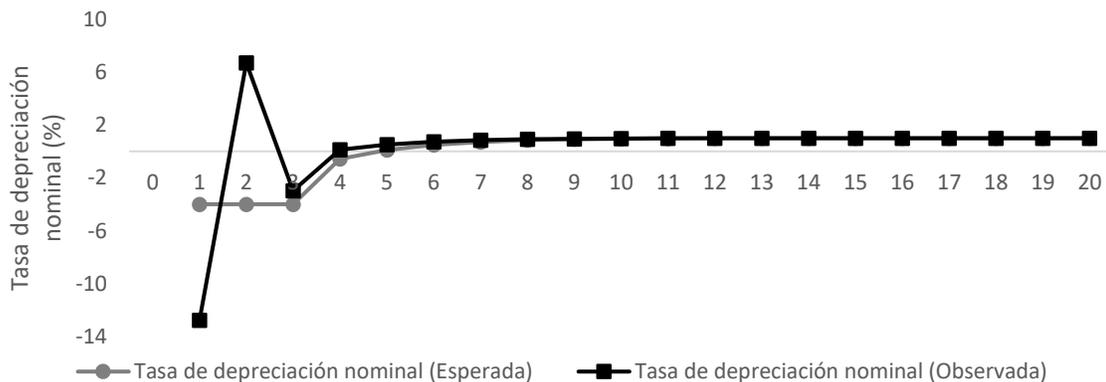
Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación esperada y observada del tipo de cambio real cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\epsilon_1 = 3$)



En la Figura 5.30 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación nominal esperada y observada del tipo de cambio cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, es decir, cuando $\epsilon_1 = 3$, y dicho choque logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Ambas tasas convergen en el estado estacionario, pero antes de eso, los agentes cometen errores de estimación.

Figura 5.30

Funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación esperada y observada del tipo de cambio nominal cuando un choque positivo de demanda logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\epsilon_1 = 3$)



5.5. Diferencias entre $\theta_Y = \theta_\pi$ y $\theta_Y > \theta_\pi$

Cuando el banco central prioriza el empleo (o crecimiento) por encima de la inflación la regla de política monetaria mantiene su forma funcional, pero se altera el valor de sus parámetros. En este caso, la preferencia del banco central por priorizar el empleo o el crecimiento por encima de la inflación se representa por valores de θ_Y y θ_π tales que $\theta_Y > \theta_\pi$. Esto significa que, cuando el nivel de producción se desvía de su valor en el estado estacionario, el banco central reacciona modificando la tasa de interés en mayor cuantía que cuando $\theta_Y = \theta_\pi$. Asimismo, cuando la inflación se desvía del objetivo del banco central, este último modifica la tasa de interés en menor medida que cuando $\theta_Y > \theta_\pi$.

Estos valores de θ_Y y θ_π implican que el segmento de la Demanda Agregada Dinámica en el que la tasa de interés es positiva tiene una mayor pendiente (es más inclinada), pues el banco central está menos dispuesto a tolerar desviaciones de la brecha del producto y es más tolerante con las desviaciones respecto de los objetivos de inflación. Esto puede demostrarse formalmente:

Sabemos que:

$$\frac{d\pi_t^{DAD|i>0}}{dx_t} = - \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi} \right] < 0$$

Por demostrarse que, si $\frac{\theta_Y^0}{\theta_\pi^0} = 1$ y $\frac{\theta_Y^1}{\theta_\pi^1} > 1$, entonces:

$$\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y^0}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi^0} < \frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y^1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi^1} \rightarrow \frac{\theta_Y^0}{\theta_\pi^0} < \frac{\theta_Y^1}{\theta_\pi^1} \rightarrow 1 < \frac{\theta_Y^1}{\theta_\pi^1}$$

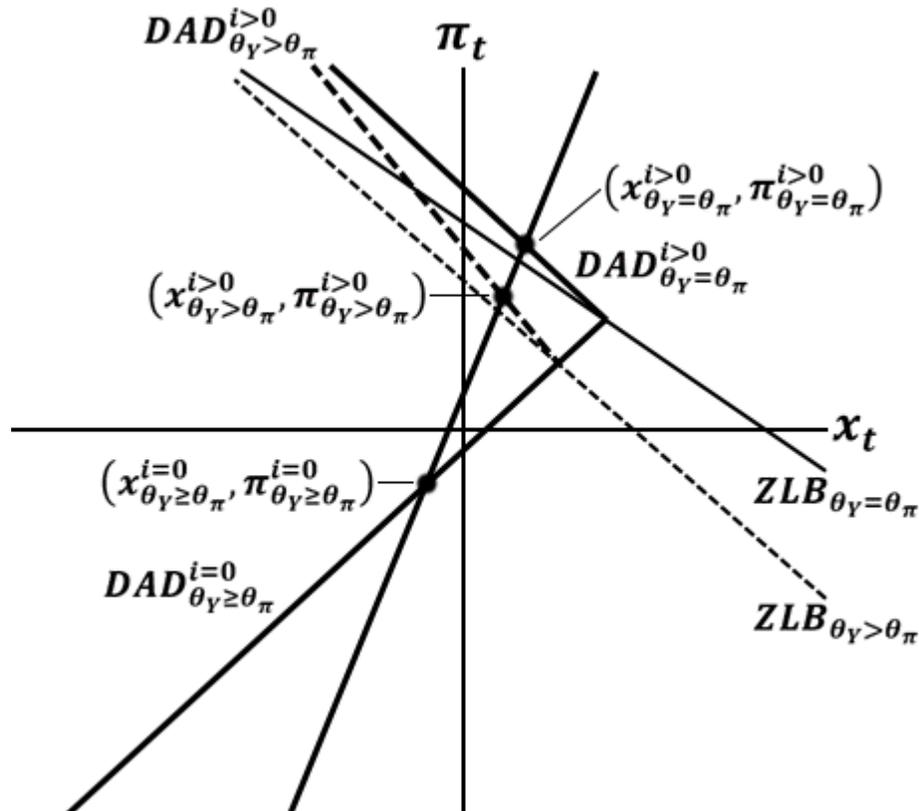
Queda entonces demostrado que cuando el banco central prioriza el empleo o el crecimiento por encima de la inflación, el segmento de la Demanda Agregada Dinámica en el que la tasa de interés nominal es positiva tiene mayor pendiente que cuando se da la misma importancia relativa a ambos objetivos.

La cuestión relevante es cómo cambiar el equilibrio de corto plazo y la trayectoria hacia el estado estacionario cuando el banco central tiene estas preferencias. En primer lugar, es importante destacar que este cambio de preferencias sólo tiene implicaciones para la DAD en el segmento en que la tasa de interés nominal es positiva. Pero cuando la tasa de interés es igual a cero, la DAD no se ve alterada.

En la Figura 5.31 se ilustra el equilibrio de corto plazo cuando el banco central prioriza el crecimiento y el empleo por encima de la inflación ($\theta_Y > \theta_\pi$). Cuando $\theta_Y = \theta_\pi$, la economía se encuentra en el equilibrio $(x_{\theta_Y=\theta_\pi}^{i>0}, \pi_{\theta_Y=\theta_\pi}^{i>0})$; pero cuando $\theta_Y > \theta_\pi$, la economía se encuentra en el equilibrio $(x_{\theta_Y>\theta_\pi}^{i>0}, \pi_{\theta_Y>\theta_\pi}^{i>0})$. Si la economía se encuentra en la trampa de la liquidez, por debajo de la restricción ZLB, el cambio de $\theta_Y = \theta_\pi$ a $\theta_Y > \theta_\pi$ sólo tendrá importancia si el equilibrio está en el segmento de la $DAD^{i=0}$ que queda ahora por encima de la restricción ZLB, es decir, el segmento de la $IS_{i=0}$ que queda entre $ZLB_{\theta_Y=\theta_\pi}$ y $ZLB_{\theta_Y>\theta_\pi}$. Nótese que, en este caso, se supone que θ_Y aumenta, mientras que θ_π disminuye.

Figura 5.31

Equilibrio de corto plazo cuando el banco central prioriza el crecimiento y el empleo por encima de la inflación ($\theta_Y > \theta_\pi$)



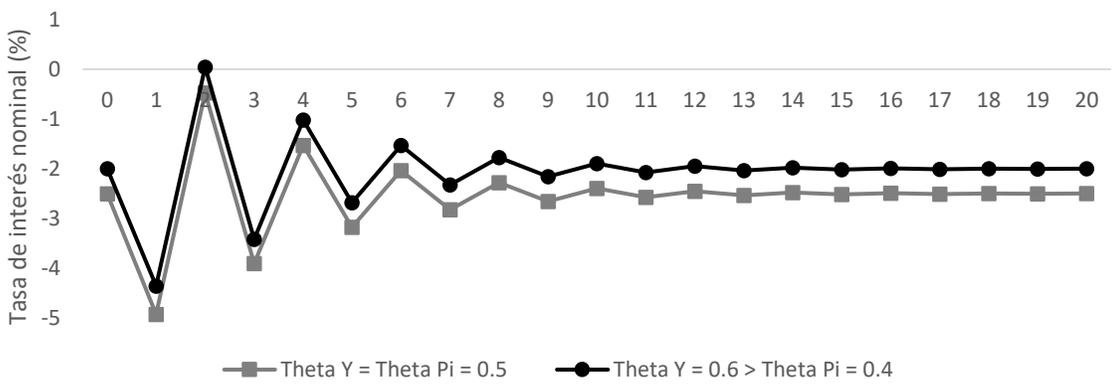
El hecho de que una porción de la $DAD^{i=0}$ así como una porción de la OAD queden por encima de la restricción ZLB cuando el banco central prioriza el crecimiento o el empleo por encima de la inflación significa que la economía requiere un equilibrio con menor inflación y con menor brecha del producto, es decir, es menos probable caer en la trampa de la liquidez. Sin embargo, esta proposición depende de si ambos parámetros varían, de cuánto es la variación, en qué sentido varía cada uno y de la posición del equilibrio inicial de corto plazo antes del cambio. En el caso que se analiza, lo más importante es que, cuando $\theta_Y > \theta_\pi$, el choque de demanda necesario para sacar la economía de la trampa de la liquidez es menor que cuando $\theta_Y = \theta_\pi$. O bien, el desplazamiento de la DAD y, en consecuencia, el cambio en las expectativas de inflación y el desplazamiento de la OAD necesarios para alcanzar un equilibrio por encima de la restricción ZLB es menor.

Desde este punto de vista, queda claro entonces que un cambio en la DAD o un cambio en las expectativas, independientemente de que éste sea provocado por un choque de demanda o por algún otro motivo, son todavía más relevantes cuando el banco central prioriza el crecimiento o el empleo por encima de la inflación. Esto puede apreciarse mejor al examinar la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria cuando $\theta_Y = \theta_\pi$ y cuando $\theta_Y > \theta_\pi$ para los casos de $\varepsilon_1 = 1$ y $\varepsilon_1 = 3$ en las siguientes figuras.

En la Figura 5.32 se muestran las funciones de impulso respuesta de la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria ante un choque de demanda positivo de 1%, es decir, $\varepsilon_1 = 1$, cuando el banco central tiene diferentes prioridades (inflación y crecimiento). Cuando la regla recomienda una tasa de interés nominal negativa, la economía está en la trampa de la liquidez. Si $\theta_Y = \theta_\pi$, un choque positivo de demanda de 1% no logra sacar la economía de la trampa de la liquidez, pero si $\theta_Y > \theta_\pi$, entonces la economía sale de la trampa de la liquidez en $t = 2$, pues la regla de política monetaria ya sugiere una tasa de interés nominal positiva. Es decir, que es más probable que un pequeño choque positivo de demanda saque la economía de la trampa de la liquidez si el banco central prioriza el crecimiento y el empleo por encima de la inflación que si persigue ambos objetivos por igual.

Figura 5.32

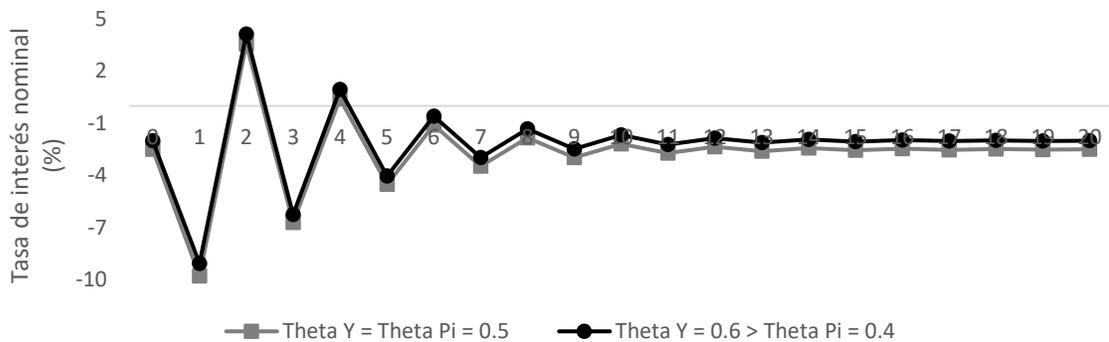
Tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria ante un choque de demanda positivo ($\varepsilon_1 = 1$)



En la Figura 5.33, se muestran las funciones de impulso-respuesta de la tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria ante un choque de demanda positivo de 3%, es decir, $\varepsilon_1 = 3$. Cuando la regla recomienda una tasa de interés nominal negativa, la economía está en la trampa de la liquidez. Cuando hay un choque positivo de demanda de 3%, la economía sale de la trampa de la liquidez en $t = 2$ sin importar si $\theta_Y = \theta_\pi$ o si $\theta_Y > \theta_\pi$, pues la regla de política monetaria sugiere una tasa de interés nominal positiva en ambos casos. Es decir, si el choque es suficientemente grande, no importa si el banco central prioriza un objetivo u otro.

Figura 5.33

Tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria ante un choque de demanda positivo ($\varepsilon_1 = 3$)



Este hecho puede enunciarse formalmente de la siguiente manera:

Si el equilibrio de corto plazo, cuando la tasa de interés nominal es igual a cero, cumple con:

$$\left(x_t^{i=0}, \pi_t^{i=0} \right) \in \left\{ (x_t, \pi_t) \text{ tal que } \left(\pi_t \leq -\frac{\theta_Y^A}{1+\theta_\pi^A} x_t + \frac{\theta_\pi^A \pi_t^{0A} - \rho^A}{1+\theta_\pi^A} \right) \text{ y } \left(\pi_t \geq -\frac{\theta_Y^B}{1+\theta_\pi^B} x_t + \frac{\theta_\pi^B \pi_t^{0B} - \rho^B}{1+\theta_\pi^B} \right), \text{ para cualesquiera } \theta_Y^A, \theta_\pi^A, \theta_Y^B \text{ y } \theta_\pi^B \text{ tales que } \frac{\theta_Y^A}{\theta_\pi^A} = 1 \text{ y } \frac{\theta_Y^B}{\theta_\pi^B} > 1 \right\}$$

entonces, el equilibrio

$$(x_t^{i=0}, \pi_t^{i=0}) \in \left\{ (x_t, \pi_t): \pi_t^{DAD|i=0} = \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] x_t - \left[\frac{\alpha}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] \rho - \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g} \right)}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) - \left[\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{1-g}} \right] \varepsilon_t \right\}$$

cuando $\frac{\theta_Y^A}{\theta_\pi^A} = 1$; pero cuando $\frac{\theta_Y^B}{\theta_\pi^B} > 1$, el equilibrio inicialmente sigue perteneciendo a la $DAD^{i=0}$, pero inmediatamente después se desplaza hacia la $DAD^{i>0}$, es decir:

$$(x_{t+2}^{i>0}, \pi_{t+2}^{i>0}) \in \left\{ (x_t, \pi_t): \pi_{t+2}^{DAD|i>0} = - \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y^B}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi^B} \right] x_t + \pi_t^o + \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g} \right)}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi^B} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \left[\frac{1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_\pi^B} \right] \varepsilon_t \right\}$$

Otra forma de examinar esto es observando que los equilibrios de corto plazo posibles cuando la economía está debajo de la restricción ZLB a partir de un equilibrio de estado estacionario con deflación son menores cuando el banco central prioriza el objetivo de empleo sobre el objetivo de inflación. Esto puede enunciarse formalmente de la siguiente manera:

$$\left\{ \left| \pi_t \geq - \frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi} x_t + \frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi} \right|, \pi_t \leq 0, \theta_Y > \theta_\pi \right\} \\ > \left\{ \left| \pi_t \geq - \frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi} x_t + \frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi} \right|, \pi_t \leq 0, \theta_Y \leq \theta_\pi \right\}$$

→

$$\left\{ \left| - \frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi} x_t + \frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi} \leq 0 \right|, \theta_Y > \theta_\pi \right\} \\ > \left\{ \left| - \frac{\theta_Y}{1 + \theta_\pi} x_t + \frac{\theta_\pi \pi_t^o - \rho}{1 + \theta_\pi} \leq 0 \right|, \theta_Y \leq \theta_\pi \right\}$$

→

$$\{ | -\theta_Y x_t + \theta_\pi \pi_t^o - \rho \leq 0 |, \theta_Y > \theta_\pi \} > \{ | -\theta_Y x_t + \theta_\pi \pi_t^o - \rho \leq 0 |, \theta_Y \leq \theta_\pi \}$$

→

$$\{\theta_Y x_t - \theta_\pi \pi_t^o + \rho \geq 0, \theta_Y > \theta_\pi\} > \{\theta_Y x_t - \theta_\pi \pi_t^o + \rho \geq 0, \theta_Y \leq \theta_\pi\}$$

Para simplificar esta demostración se introduce un supuesto importante, pero que generalmente no modifica sustancialmente las conclusiones dada la realidad empírica del comportamiento de los bancos centrales. Si los puntos porcentuales en que la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria se desvía de la suma de la inflación observada y la tasa de interés real natural (la tasa de preferencia temporal), es decir, si la diferencia entre la tasa de interés real observada y la tasa de interés real natural es una combinación convexa de la desviación de la tasa de inflación respecto de la inflación objetivo y de la brecha del producto²⁰, entonces: $\theta_Y + \theta_\pi = 1$. Este supuesto no necesariamente se debe cumplir, pero si dicha realidad se observa al menos de manera aproximada, cosa que ocurre si los valores de θ_Y y θ_π se mueven generalmente en sentido contrario a partir de valores cercanos a los de Taylor, puede considerarse un supuesto aceptable y razonable.

De esta manera se definen los casos $\theta_Y > \theta_\pi \equiv 1 - \theta_\pi^A > \theta_\pi^A$, y $\theta_Y \leq \theta_\pi \equiv 1 - \theta_\pi^B \leq \theta_\pi^B$, por lo que, si $\theta_Y^A > \theta_Y^B$, entonces $\theta_\pi^A < \theta_\pi^B$ y el problema se simplifica a:

$$\{(1 - \theta_\pi^A)x_t - \theta_\pi^A \pi_t^o + \rho \geq 0\} > \{(1 - \theta_\pi^B)x_t - \theta_\pi^B \pi_t^o + \rho \geq 0\}$$

→

$$(1 - \theta_\pi^A)x_t - \theta_\pi^A \pi_t^o + \rho > (1 - \theta_\pi^B)x_t - \theta_\pi^B \pi_t^o + \rho \rightarrow x_t - \theta_\pi^A x_t - \theta_\pi^A \pi_t^o > x_t - \theta_\pi^B x_t - \theta_\pi^B \pi_t^o$$

→

$$-\theta_\pi^A x_t - \theta_\pi^A \pi_t^o > -\theta_\pi^B x_t - \theta_\pi^B \pi_t^o \rightarrow -\theta_\pi^A (x_t + \pi_t^o) > -\theta_\pi^B (x_t + \pi_t^o)$$

Como se está partiendo del estado estacionario y se están considerando los equilibrios de corto plazo cuando se desplazan a los lados positivos de la brecha del producto ya sea en el mismo período en que ocurren los choques o en choques posteriores, se puede asumir que $x_t \geq 0$. Y como sabemos que $\pi_t^o > 0$, entonces:

²⁰ Sabemos que $i_t - \pi_t - \rho = \theta_\pi (\pi_t - \pi_t^o) + \theta_Y x_t$. Entonces, para que $i_t - \pi_t - \rho$ se encuentre entre los valores de $\pi_t - \pi_t^o$ y x_t , es necesario que $\theta_Y + \theta_\pi = 1$.

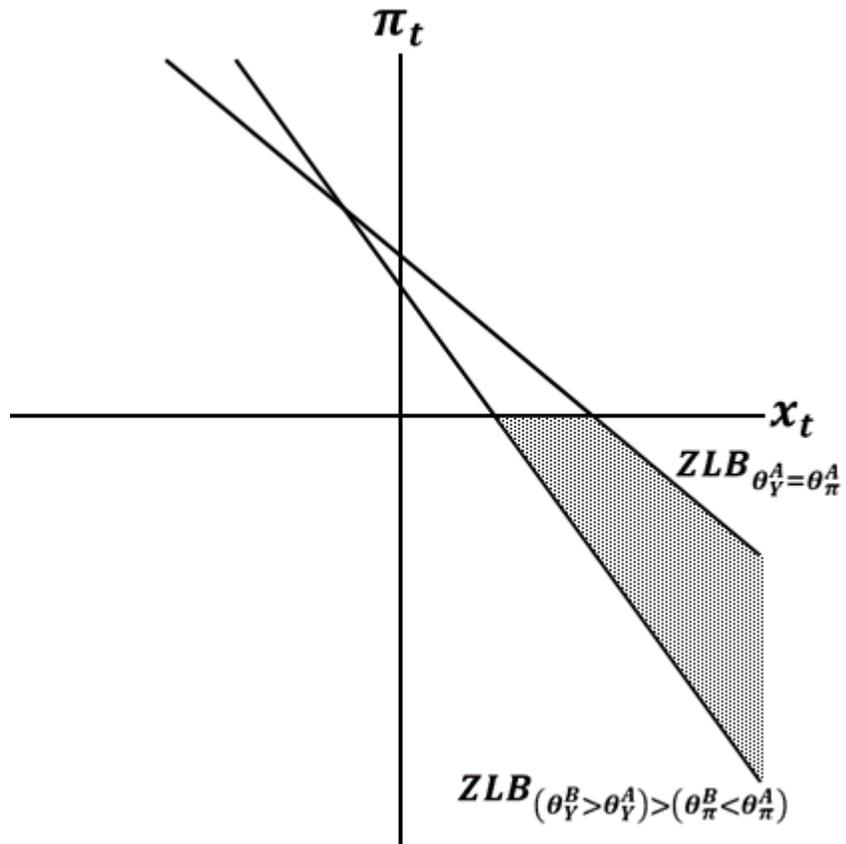
$$-\theta_{\pi}^A > -\theta_{\pi}^B \rightarrow \theta_{\pi}^A < \theta_{\pi}^B$$

Con lo que queda demostrada la proposición de que, bajo ciertas condiciones, cuando el banco central prioriza el objetivo de empleo por encima del de inflación, existen más equilibrios de corto plazo fuera de la trampa de la liquidez a partir de un equilibrio deflacionario de largo plazo (en el estado estacionario), por lo que existen mayores probabilidades de que un choque positivo de demanda saque la economía de la trampa de la liquidez.

En la Figura 5.34, se muestra de manera gráfica la demostración anterior. Cuando $\theta_Y^A = \theta_{\pi}^A$, la restricción ZLB es $ZLB_{\theta_Y^A = \theta_{\pi}^A}$. Si el banco central decide priorizar el crecimiento y el empleo por encima de la inflación, es decir, $\theta_Y^B > \theta_{\pi}^B$, y dicho cambio implicara que cuando θ_Y aumente respecto de su valor inicial, θ_{π} disminuya (en la misma cantidad), entonces la restricción ZLB se desplazaría hacia $ZLB_{(\theta_Y^B > \theta_Y^A) > (\theta_{\pi}^B < \theta_{\pi}^A)}$. El área sombreada constituye el conjunto de puntos $(x_t > 0, \pi_t < 0)$ que antes se encontraban debajo de la restricción ZLB y ahora se encuentran encima de ella. Es decir, el área sombreada son puntos en los que antes podía ubicarse un equilibrio de corto plazo en los que la economía seguiría atrapada en la trampa de la liquidez, pero ahora son posibles equilibrios de corto plazo en los que la economía lograría salir de ella. Por este motivo, es relativamente más sencillo sacar la economía de la trampa de la liquidez cuando el banco central prioriza el crecimiento y el empleo por encima de la inflación: un choque de demanda que logre desplazar la economía a un equilibrio de corto plazo dentro del área sombreada no lograría sacar la economía de la trampa de la liquidez si la restricción ZLB es $ZLB_{\theta_Y^A = \theta_{\pi}^A}$ pero, si es $ZLB_{(\theta_Y^B > \theta_Y^A) > (\theta_{\pi}^B < \theta_{\pi}^A)}$, entonces sí lo haría.

Figura 5.34

Restricción ZLB cuando el banco central prioriza el crecimiento y el empleo por encima de la inflación ($\theta_Y > \theta_\pi$)



6. Opciones de política del Banco Central

Bernanke, Reinhart y Sack (2004)²¹ pasan revista a la evidencia empírica sobre las políticas que han implementado algunos bancos centrales para hacer frente a la trampa de la liquidez. Estas políticas han buscado ya sea modificar directamente las expectativas de los agentes, modificar las expectativas a través de cambios en el tamaño de la hoja de balance del banco central, o bien modificar la composición de dicha hoja de balance.

El objetivo último de estas medidas ha sido siempre el cambiar las expectativas de los agentes y así lograr que el equilibrio se desplace hacia arriba, por encima de la restricción ZLB. Esto significa que las medidas del banco central han estado dirigidas a modificar el mecanismo de formación de expectativas. En Krugman (1998), Svensson (2001) y Eggertsson (2008) se trata este punto con particular detalle.

6.1. Modificación de las expectativas sobre la política monetaria futura

Bernanke et al. (2004) comentan los hallazgos de economistas respecto de la forma que tiene el banco central para incidir en el comportamiento de la demanda efectiva una vez que la tasa de interés de corto plazo es demasiado baja. En primer lugar, se atiende a la forma de la demanda comentada al principio de este trabajo, a saber:

$$x_t = E_t x_{T+1} - \sigma \sum_{s=t}^T E_t (i_s - \pi_{s+1} - \varepsilon_s)$$

Esta formulación vuelve explícito un hecho ya vislumbrado por Keynes y Hicks, y sostenido por la teoría económica y financiera²²: que la demanda no depende sólo de la tasa de interés de corto plazo presente sino de las tasas de interés de corto plazo que se esperan en el futuro. Por ello, el banco central debe buscar modificar la estructura temporal de las tasas de interés.

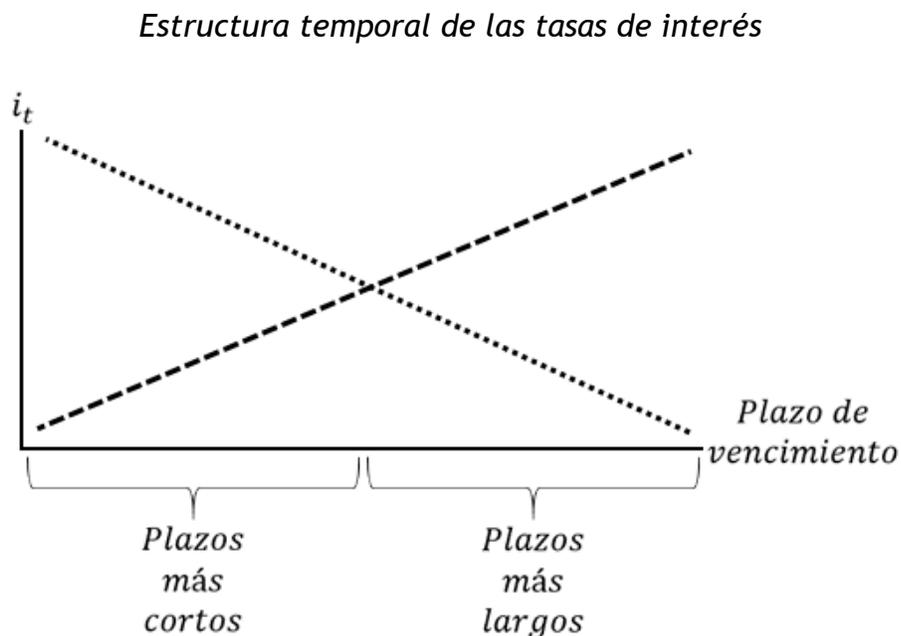
²¹ Bernanke, B.; Reinhart, V. y Sack, B. (2004). Monetary Policy Alternatives at the Zero Bound: An Empirical Assessment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2:2004, 1-100.

²² Bernanke et al. (2004). Op. Cit.

La estructura temporal de las tasas de interés muestra las tasas de interés de diferentes plazos de vencimiento, y estas diferentes tasas son aproximadamente iguales a la media (más geométrica que aritmética) de las tasas de interés de corto plazo que se espera observar a lo largo del período en cuestión. En la Figura 6.1 puede verse un ejemplo. La clave de la estructura temporal de las tasas de interés está en la pendiente de la curva: si es positiva, los agentes esperan que las tasas de corto plazo futuras suban; si es negativa, los agentes esperan que las tasas de corto plazo futuras bajen; y si es relativamente plana, los agentes esperan que las tasas de corto plazo futuras permanezcan constantes.

En la Figura 6.1, se puede apreciar la estructura temporal de las tasas de interés. La línea de guiones muestra una estructura con pendiente ascendente, es decir, las tasas de interés de más largo plazo son mayores que las de más corto plazo. Eso significa que los agentes esperan que las tasas de interés de corto plazo suban en el futuro respecto de la tasa actual. Por otro lado, la línea de puntos muestra una estructura con pendiente descendente, es decir, las tasas de interés de más largo plazo son menores que las de más corto plazo. Eso significa que los agentes esperan que las tasas de interés de corto plazo bajen en el futuro respecto de la tasa actual.

Figura 6.1



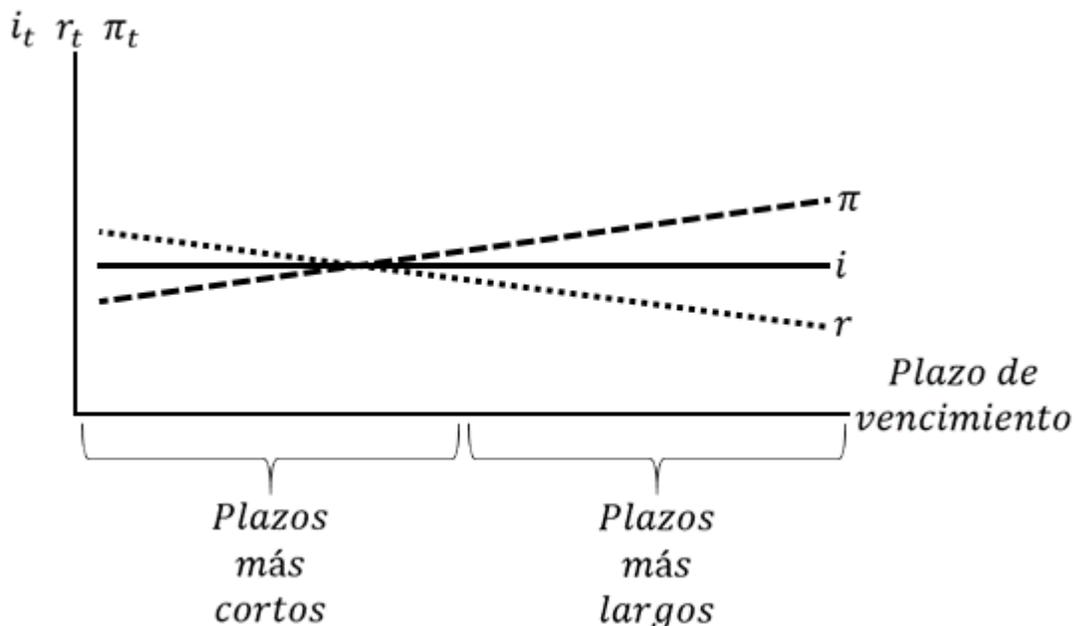
Si los agentes esperan que las tasas de interés de corto plazo futuras bajen, es más probable que la demanda efectiva aumente; si esperan que suban, la demanda efectiva disminuirá; y si esperan que permanezcan constantes, la demanda efectiva no se alterará significativamente. El argumento al respecto dice que, si la economía está en una situación tal que la tasa de interés de corto plazo es cero o cercana a cero y el banco central sigue una regla de política monetaria como la de Taylor, entonces la estructura temporal de las tasas de interés tendrá pendiente positiva y la economía no saldrá de la trampa de la liquidez, sino que podría incluso profundizarse debido a la contracción de la demanda.

La solución entonces es encontrar una manera de que los agentes crean que el banco central mantendrá bajas las tasas de interés futuras o que incluso disminuirán más. Este argumento no sólo aplicaría entonces para la estructura temporal de las tasas de interés nominales sino también para la estructura temporal de las tasas de interés reales. Es decir, si la economía está en una trampa de la liquidez, es necesario que el banco central incida no sólo sobre las expectativas de tasas de interés nominales futuras sino también sobre las expectativas de tasas futuras de inflación. De esta manera, si el banco central logra que la estructura temporal de las tasas de interés reales tenga pendiente negativa, puede impulsar la demanda efectiva para salir de la trampa de la liquidez.

En la Figura 6.2 se muestra la estructura temporal de las tasas de interés reales en una trampa de la liquidez con expectativas de inflación creciente. Si la tasa de interés nominal es cero y no puede reducirse más, es necesario que el banco central genere expectativas de que dicha tasa no subirá en el futuro y que la tasa de inflación en el futuro será mayor. De esta manera, la estructura temporal de las tasas de interés reales tendrá pendiente negativa y la demanda efectiva recibirá un impulso positivo.

Figura 6.2

Estructura temporal de las tasas de interés reales en una trampa de la liquidez con expectativas de inflación creciente



En el modelo presentado en esta investigación se trabaja con el caso de una economía estable y sólo se tienen en cuenta las tasas de interés nominal y real, y la tasa de inflación, de un período, y la dinámica de las expectativas de inflación sólo se relacionan con la inflación de un período a otro. Sin embargo, las consecuencias elementales son similares: una estructura temporal de las tasas de interés reales de pendiente positiva puede interpretarse como una bajada de la tasa de interés real de corto plazo que impulse la DAD, o bien como un choque de demanda positivo que también la impulse. Si las expectativas se revisan de un período a otro, esta forma de interpretación puede llevar a conclusiones similares, sobre todo si se interpreta como varios choques positivos o negativos de demanda, aunque éstos ya no serían aleatorios ni de ruido blanco, aunque sí serían impredecibles.

En esta investigación se ha simplificado el análisis. Sin embargo, la conclusión más importante es que, si el banco central busca salir de la trampa de la liquidez, debe alterar las expectativas para generar una estructura temporal de las tasas de interés reales con pendiente negativa. Las simulaciones numéricas de las funciones de

impulso-respuesta tienen en cuenta un choque de demanda positivo, pero el hecho es que generalmente estos choques se relacionan o interpretan más con la política fiscal que con las acciones del banco central, aunque ello no excluye la posibilidad de interpretar dichos choques como parte de las consecuencias de las acciones del banco central.

Por otro lado, al alterar la formación de expectativas de inflación, no sólo se estaría incidiendo sobre el comportamiento de la DAD sino también sobre el de la OAD. Por ello, al alterar las expectativas de inflación modificando el mecanismo de su formación o bien generando ciertos valores en el corto plazo que permitan adentrarse en un círculo virtuoso (que es lo que se simuló con el choque positivo de demanda de 3%) que saque a la economía de la trampa de la liquidez, el banco central puede echar mano de la política monetaria a pesar de no poder disminuir más la tasa de interés de corto plazo. La pregunta es ¿cómo alterar las expectativas de inflación?

6.1.1. Anuncios de política monetaria

Bernanke et al. (2004) comentan que la política de comunicación del banco central es muy importante, pues si el banco central anuncia su política monetaria futura y comparte los objetivos de inflación futuros puede influir en las expectativas tanto de las tasas de interés nominales de corto plazo como de las de inflación futuras. Sin embargo, el problema real es de credibilidad: ¿de qué sirve anunciar una política monetaria si los agentes no creen que el banco central cumplirá con ella? En ese sentido, es necesario que el banco central dé señales de que está comprometido con la política anunciada. Un ejemplo de ello lo ofrece Svensson (2001), quien propone un mecanismo para generar expectativas de inflación mediante una política monetaria con un compromiso bastante explícito: fijar el tipo de cambio nominal.

6.1.2. Tipos de cambio

Svensson (2001) explica esta política de la siguiente manera: se deprecia la moneda nacional de manera tal que se logre una sustancial depreciación real, y luego se fija el tipo de cambio nominal. Si esta política es creíble, los agentes modificarán sus expectativas de inflación debido a que el tipo de cambio real comenzará a apreciarse

a su nivel de largo plazo a través del nivel de precios dado el impulso de demanda facilitado por la depreciación real.

Desde luego, esta estrategia es comentada por Bernanke et al. (2004) y se señalan algunas debilidades, como el hecho de que los socios comerciales del país que la aplique podrían responder negativamente. Sin embargo, lo relevante aquí es el mecanismo mediante el cual se pretende lograr esto. Svensson (2001) expone un modelo complejo cuyo alcance excede el de esta investigación. No obstante, es posible presentar el argumento central de forma simplificada:

- 1) Primero, la depreciación real comenzaría a revertirse poco a poco, ya que:

$$E_t q_{t+1} = \bar{q} + g (q_t - \bar{q})$$

Si $q_t > \bar{q} > 0$, entonces $(q_t - \bar{q}) > 0$, lo que a su vez implica que $E_t q_{t+1} > \bar{q}$, y de esta manera $E_t q_{t+1} - \bar{q} = g (q_t - \bar{q})$.

Como $0 < g < 1$, entonces $E_t q_{t+1} - \bar{q} < q_t - \bar{q}$, lo que implica que $E_t q_{t+1} < q_t$, es decir, que $\Delta q_{t+1} < 0$. Los agentes esperarán que el tipo de cambio real disminuya con el tiempo. Es decir, habrá una apreciación real.

- 2) Segundo, la depreciación real no será a través del tipo de cambio nominal, sino a través de la inflación. Recuérdese:

$$\Delta q_{t+1} = \Delta s_{t+1} - E_t \pi_{t+1} + E_t \pi_{t+1}^*$$

Si es creíble que $s_t = s_{t+1}$, entonces $\Delta s_{t+1} = 0$, por lo tanto:

$$\Delta q_{t+1} = -E_t \pi_{t+1} + E_t \pi_{t+1}^* < 0$$

- 3) Tercero, la tasa de inflación extranjera esperada se trata aquí como una variable exógena, pero se puede suponer que sigue un mecanismo de expectativas adaptativas, es decir, la inflación extranjera esperada en t es igual a la inflación extranjera observada en t , entonces:

$$E_t \pi_{t+1} = \pi_t^* - \Delta q_{t+1} > 0$$

- 4) Cuarto, al expresar la tasa de depreciación real esperada en términos del tipo de cambio actual, se tiene que:

$$\Delta q_{t+1} = E_t q_{t+1} - q_t = \bar{q} + g(q_t - \bar{q}) - q_t = -(1 - g)(q_t - \bar{q})$$

- 5) Finalmente:

$$E_t \pi_{t+1} = \pi_t^* + (1 - g)(q_t - \bar{q})$$

Esto significa que, fijando el tipo de cambio nominal de forma creíble tras una sustancial depreciación real, es posible que los agentes cambien sus expectativas de inflación y dejen de ser estáticas para depender de la dinámica del tipo de cambio real y la inflación extranjera penetre en las expectativas. Svensson (2001) no sugiere que este mecanismo permanezca indefinido, sino que el tipo de cambio nominal debe fijarse sólo hasta que el nivel de precios alcance cierto nivel, y después pasar a perseguir un objetivo de inflación y volver a flexibilizar el tipo de cambio nominal que permita que la inflación nacional y la extranjera sean diferentes.

6.2. Incremento del tamaño de la hoja de balance del banco central:

Flexibilización o Expansión Cuantitativa (*Quantitative Easing*)

La flexibilización o expansión cuantitativa, mejor conocida como *Quantitative Easing* o simplemente *QE* (un término ya muy común incluso en literatura de habla no inglesa) es una de las principales medidas que se han adoptado para enfrentar una trampa de la liquidez. La QE consiste en “proveer reservas bancarias a niveles mucho mayores a los requeridos para mantener la tasa (de interés nominal de corto plazo) igual a cero” (Bernanke et al., 2004, p. 4). Su objetivo principal es aplanar la estructura temporal de las tasas de interés nominales, es decir, busca reducir las tasas de interés de los títulos de largo plazo y así generar expectativas de menores tasas de corto plazo en el futuro. Bernanke et al. (2004) explican que:

En un mundo en el que las fricciones financieras son lo suficientemente pequeñas de manera que se pueda estar asegurado contra riesgos de consumo idiosincráticos, y en el que los efectos de la política monetaria sobre la restricción presupuestaria del gobierno están descartados, la flexibilización cuantitativa no tendrá ningún efecto, excepto tal vez en la medida en que la creación de dinero adicional pueda emplearse como señal de las intenciones del banco central con respecto a los valores futuros de las tasas de interés de corto plazo.

(Bernanke et al., 2004, pp. 15-16)

De esta forma, el banco central busca modificar el mecanismo de formación de expectativas: los agentes dejan de prestar atención a la regla de Taylor o las expectativas estáticas cambian por otro mecanismo, o incluso es posible que los agentes asuman la inflación objetivo del banco central como la inflación futura esperada si el banco central goza de credibilidad.

En el modelo presentado aquí, las expectativas de tasas de interés de corto plazo futuras no juegan un papel relevante, pues se tratan expectativas estáticas de inflación y la tasa de interés nominal relevante es principalmente la del período actual y, a lo mucho, la del período anterior. Asimismo, los agentes no prestan atención a la regla de política monetaria. Sin embargo, la flexibilización cuantitativa también podría funcionar alterando las expectativas de inflación futura, pues los agentes podrían internalizar el hecho de que la oferta monetaria está aumentando en el largo plazo. En cierto modo, el *QE* es una forma de crear un compromiso del banco central con la inflación futura.

Algunos economistas han defendido ampliamente el uso del *QE*, e incluso abogan por cambiar el instrumento de la política monetaria para cambiar las expectativas de los agentes respecto del rumbo de ésta (Lizarazu, 2015). Una sencilla forma de ilustrar el argumento es a través de una forma de la ecuación cuantitativa de Cambridge con la función de liquidez keynesiana.

Sea el equilibrio en t :

$$\frac{M_t}{P_t} = Y_t L_t(i_t)$$

Sea el equilibrio en $t + 1$ que es esperado en t :

$$\frac{E_t M_{t+1}}{E_t P_{t+1}} = E_t Y_{t+1} E_t L_{t+1}(E_t i_{t+1})$$

Entonces:

$$\frac{E_t M_{t+1}}{M_t} = \frac{E_t P_{t+1}}{P_t} \frac{E_t Y_{t+1}}{Y_t} \frac{E_t L_{t+1}(E_t i_{t+1})}{L_t(i_t)}$$

Suponiendo que la función de preferencia por la liquidez no cambia en el tiempo, entonces $L_t = L_{t+1}$. Asimismo, si la economía está en la trampa de la liquidez, la tasa de interés permanece relativamente constante e igual a cero, por lo que $i_t = E_t i_{t+1} = 0$. De esta manera:

$$\frac{E_t M_{t+1}}{M_t} = \frac{E_t P_{t+1}}{P_t} \frac{E_t Y_{t+1}}{Y_t} \rightarrow \frac{E_t M_{t+1}}{M_t} = (1 + E_t \pi_{t+1}) \frac{E_t Y_{t+1}}{Y_t}$$

Suponiendo que los agentes esperan que Y regrese a su valor de largo plazo, es decir, que $Y_{t+1} = Y_{ss} = \bar{Y}$. Además, aplicando logaritmos, se tiene:

$$E_t m_{t+1} - m_t = E_t \pi_{t+1} + \bar{y} - y_t \rightarrow E_t \pi_{t+1} = (E_t m_{t+1} - m_t) + (y_t - \bar{y})$$

Cuando la economía es estable y se encuentra en su equilibrio de largo plazo, $y_t - \bar{y} = 0$, por lo que:

$$E_t \pi_{t+1} = E_t m_{t+1} - m_t$$

Es decir, la inflación futura esperada es igual a la tasa de crecimiento esperada de la oferta monetaria. Por ello, cambiar el instrumento de la política monetaria para modificar las expectativas de los agentes puede servir para sacar la economía de la trampa de la liquidez. En este sentido, la flexibilización cuantitativa es una forma de crear un compromiso del banco central con la expansión monetaria permanente.

Aunque lo más importante es que los agentes esperen inflación a partir de esta expansión monetaria, por lo que el aumento de la cantidad de dinero debe ser razonablemente predecible (Argandoña et al., 1996, p. 228) o percibirse como permanente (Krugman y Obstfeld, 2006, pp. 386, 462) y así se formen expectativas inflacionarias. Es decir, lo relevante no es la mera expansión monetaria, sino la modificación del mecanismo de formación de expectativas y la credibilidad del banco central.

6.3. Modificación de la composición de la hoja de balance del banco central

Bernanke et al. (2004) comentan otra opción de política que consiste en alterar la composición de la hoja de balance del banco central con la finalidad de alterar la oferta relativa de títulos del gobierno y otros activos y, de esta manera, alterar los rendimientos de éstos. Es decir, se busca alterar la estructura temporal de las tasas de interés adquiriendo activos de larga maduración y así incidir en las expectativas sobre las tasas de interés futuras.

Cuando las compras de títulos gubernamentales y de empresas (dependiendo de las restricciones legales) van acompañadas de incrementos en la hoja de balance del banco central, entonces la modificación de la composición de la hoja de balance implica también una expansión cuantitativa. Por lo tanto, el banco central altera las ofertas relativas de títulos e inyecta dinero en la economía de forma prolongada, y este hecho podría generar expectativas de menores tasas de interés nominales (o el mantenimiento de bajas tasas de interés nominales en dichos niveles) o mayor inflación en el largo plazo y así modificar el mecanismo de formación de expectativas y empujar el equilibrio por encima de la restricción ZLB. En otras palabras, efectos similares a los del *Quantitative Easing*.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que “en un mercado financiero sin fricciones (...) los cambios en la oferta (relativa de los títulos adquiridos por el banco central) no tendrán esencialmente ningún efecto (...). Sin embargo, en un mundo con costos de transacción y en el que los mercados financieros son incompletos en muchos aspectos relevantes, las acciones (del banco central) podrían incidir en las primas de

vencimiento, riesgo y liquidez y, de esta manera, en los rendimientos en general” (Bernanke et al., 2004, pp. 20-21).

6.4. Credibilidad del banco central: simulaciones numéricas de las funciones de impulso-respuesta

La mejor forma de modelar el problema de las expectativas que incorporan la credibilidad en el banco central es simplemente asumir que las expectativas tienen la siguiente forma:

$$E_t \pi_{t+1} = \delta \pi_{t+1}^o + (1 - \delta) \pi_t$$

Donde $0 \leq \delta \leq 1$ es el grado de credibilidad del banco central. Cuanto menor sea δ , las expectativas se aproximarán al caso estático; cuanto mayor sea δ , las expectativas coincidirán con el objetivo de inflación. Así modeladas las expectativas, la DAD y la OAD adoptan la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \pi_t^{DAD|i>0} = & - \left[\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_\pi + \delta)} \right] x_t + \left[\frac{\theta_\pi}{\theta_\pi + \delta} \right] \pi_t^o + \left[\frac{\delta}{\theta_\pi + \delta} \right] \pi_{t+1}^o \\ & + \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g} \right)}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_\pi + \delta)} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \left[\frac{1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_\pi + \delta)} \right] \varepsilon_t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_t^{DAD|i=0} = & \left[\frac{1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \right] x_t - \left[\frac{\delta}{1-\delta} \right] \pi_{t+1}^o - \left[\frac{\alpha}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \right] \rho \\ & - \left[\frac{\left(\frac{\beta}{1-g} \right)}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) - \left[\frac{1}{\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \right] \varepsilon_t \end{aligned}$$

$$\pi_t^{OAD} = \delta \pi_t^o + (1 - \delta) \pi_{t-1} + \varphi x_t + v_t$$

Asimismo, los equilibrios de corto plazo son:

$$\begin{aligned} \pi_t^{EQ|i>0} = & \left[\frac{(1-\delta) \left[1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y \right]}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi[\theta_\pi + \delta])} \right] \pi_{t-1} \\ & + \frac{\varphi \left[\left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_\pi + \delta \theta_Y) + \delta \right] \pi_t^o + \varphi \left[\delta \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \right] \pi_{t+1}^o}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi[\theta_\pi + \delta])} \\ & + \frac{\varphi \left[\left(\frac{\beta}{1-g} \right) \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + [\varphi] \varepsilon_t + \left[1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y \right] v_t}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi[\theta_\pi + \delta])} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_t^{EQ|i=0} = & \left[\frac{1-\delta}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \right] \pi_{t-1} + \frac{[\delta] \pi_t^o + \left[\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \delta \right] \pi_{t+1}^o}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \\ & + \frac{[\alpha \varphi] \rho + \left[\frac{\beta \varphi}{1-g} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) + [\varphi] \varepsilon_t + v_t}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (1-\delta)} \end{aligned}$$

Una vez más, se aplican ciertos valores a las variables:

Parámetros			
α	1	β	0.2
θ_π	0.4	θ_Y	0.6
g	0.1	φ	2
$\delta_{t=1}$	0.1		

Nótese que la credibilidad en el anuncio de objetivo del banco central se reduce con el tiempo ya sea que éste se vaya alcanzando o no. Por otro lado, recuérdese que:

$$\alpha > 0 \quad \beta > 0 \quad \theta_\pi > 0 \quad \theta_Y > 0 \quad g \in (0,1) \quad \varphi > 0 \quad \delta \in [0,1]$$

Variables exógenas			
π_t^o	3	π_t^*	2
i_t^*	3	r_t^*	1
ρ	2	\bar{q}	0
γ_t	1	ε_t	0
v_t	0		

Recuérdese que:

$$E_t(\gamma_t) = \gamma \quad E_t(\varepsilon_t) = 0 \quad E_t(v_t) = 0$$

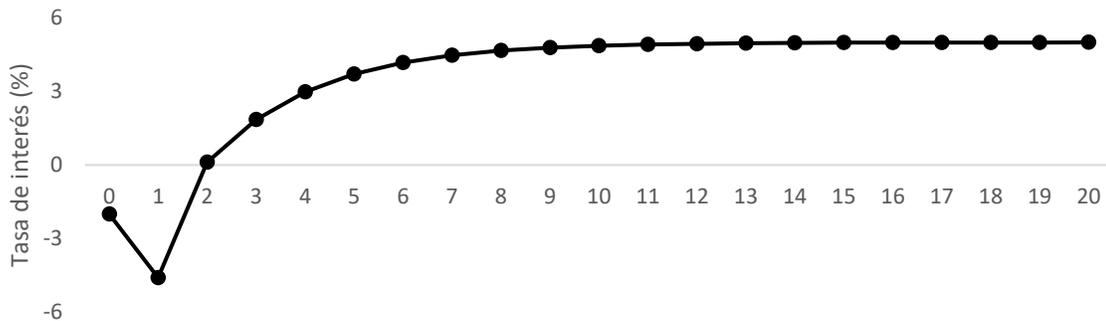
Variables endógenas por determinar	
π_t	$E_t \pi_{t+1}$
i_t	r_t
x_t	
q_t	$E_t q_{t+1}$
s_t	$E_t s_{t+1}$

Las simulaciones numéricas muestran que cuando el banco central inicialmente logra convencer a los agentes o bien cuando los agentes modifican ligeramente el mecanismo de formación de expectativas por un tiempo, es posible salir de la trampa de la liquidez. La Figura 6.3 muestra que la tasa de interés recomendada por la regla de política monetaria deja de ser negativa y pasa a ser positiva. Cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez, en $t = 2$ la tasa de interés

recomendada es positiva, por lo que la economía puede salir de la trampa de la liquidez a partir de $t = 3$.

Figura 6.3

Tasa de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)



Las figuras siguientes muestran el comportamiento de la economía para salir de la trampa de la liquidez cuando $\delta_{t=1} = 0.1$:

Figura 6.4

Función de impulso-respuesta de la brecha del producto cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)

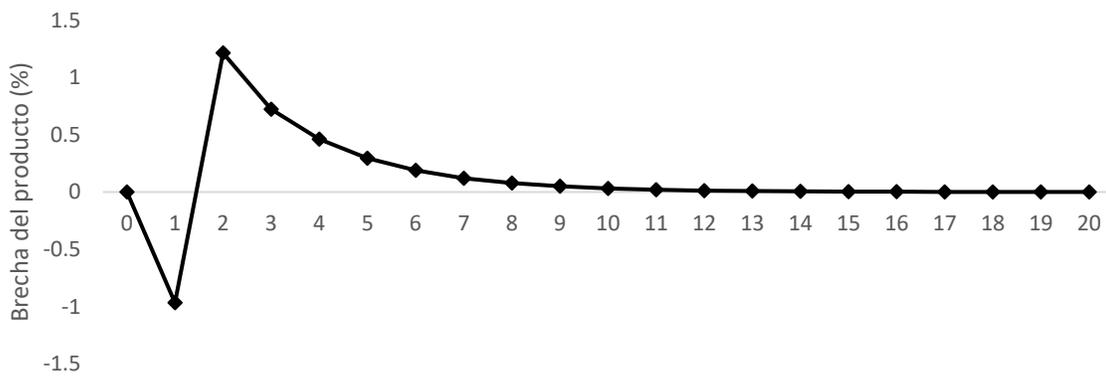
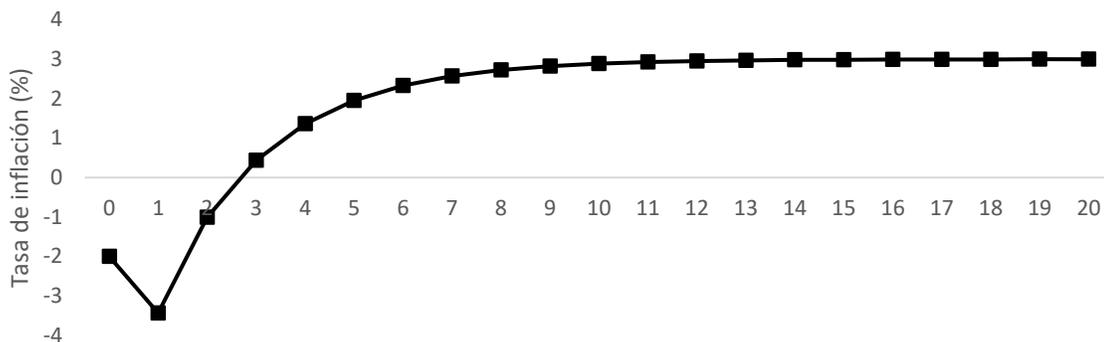


Figura 6.5

Función de impulso-respuesta de la tasa de inflación cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)



En la Figura 6.6, se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de interés (nominal y real) cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Aquí se observa que la economía logra salir de la trampa de la liquidez en $t = 3$. Es necesario señalar que, aunque en $t = 2$ la regla de política monetaria ya recomienda una tasa de interés positiva, esto ocurre precisamente porque la inflación y la brecha del producto en ese período implican dicha tasa positiva; sin embargo, esa inflación y brecha del producto son consecuencia de que la tasa de interés en ese período sea igual a cero, por lo que la aplicación de la regla de política monetaria con una tasa de interés positiva sólo tiene sentido a partir de $t = 3$.

Figura 6.6

Función de impulso-respuesta de las tasas de interés (nominal y real) cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)

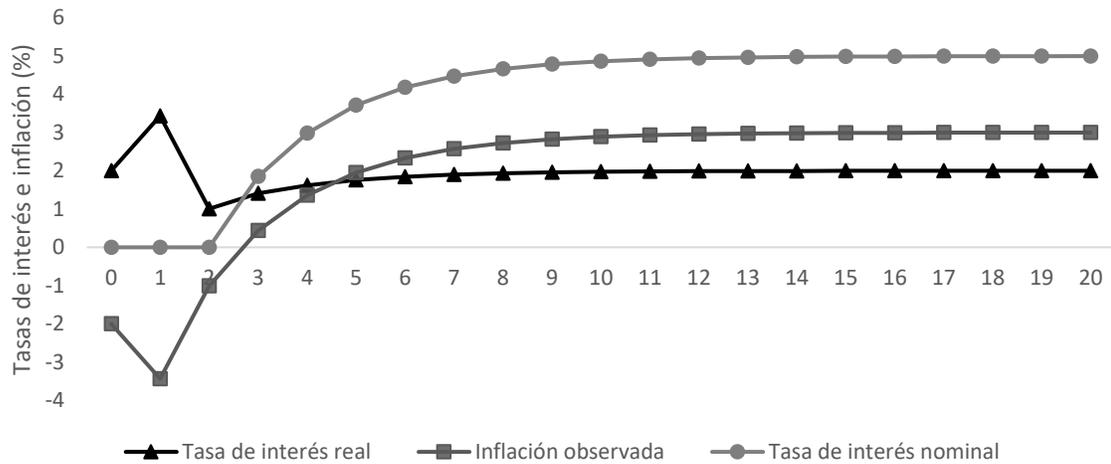
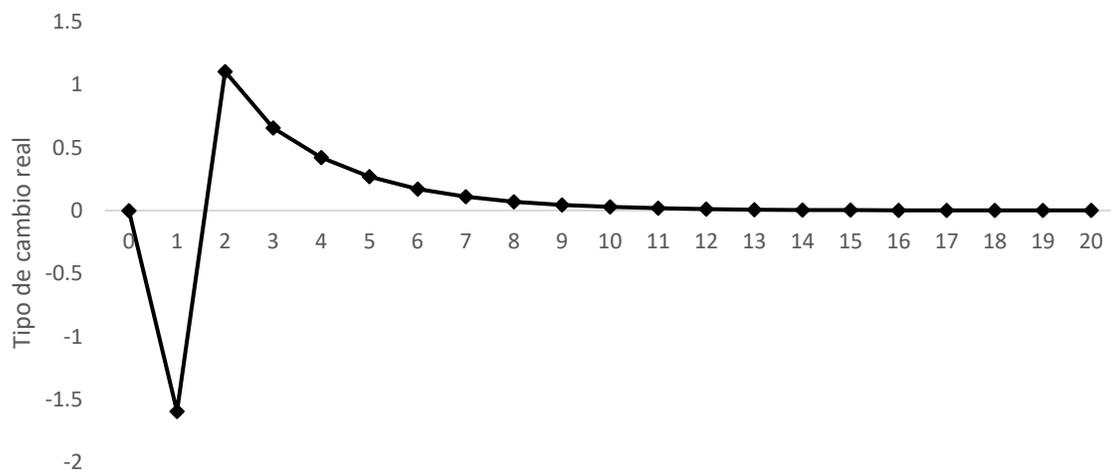


Figura 6.7

Función de impulso-respuesta del tipo de cambio real cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)

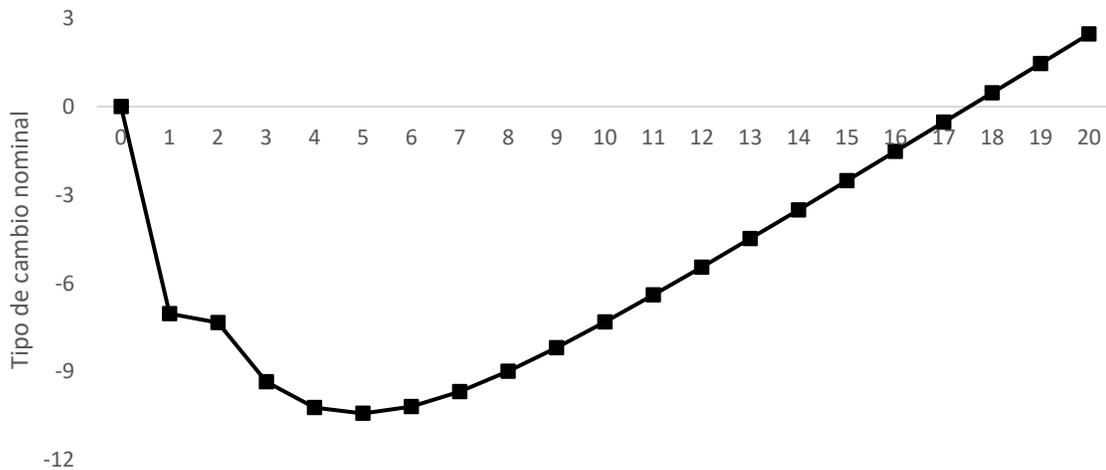


En la Figura 6.8, se muestra la función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas

en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Desde de $t = 11$, el tipo de cambio nominal se aproxima a su senda de depreciación a tasa constante de 1%.

Figura 6.8

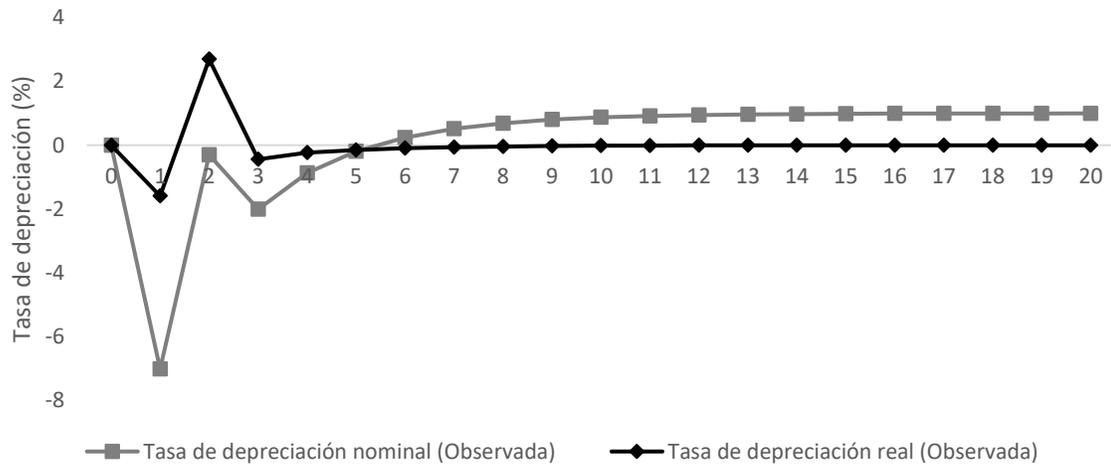
Función de impulso-respuesta del tipo de cambio nominal cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)



En la Figura 6.9 se muestran las funciones de impulso-respuesta de las tasas de depreciación de los tipos de cambio nominal y real cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez. Como puede verse, las tasas de depreciación tanto del tipo de cambio real como del nominal regresan a sus niveles de largo plazo. Desde de $t = 11$, ambas variables son ya cercanas a sus respectivos valores del estado estacionario.

Figura 6.9

Función de impulso-respuesta de las tasas de depreciación (nominal y real) cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ y dicha modificación logra sacar la economía de la trampa de la liquidez ($\delta_{t=1} = 0.1$)



Estas funciones de impulso-respuesta muestran un comportamiento análogo al observado cuando hay un choque positivo de demanda suficientemente grande que logra sacar la economía de la trampa de la liquidez.

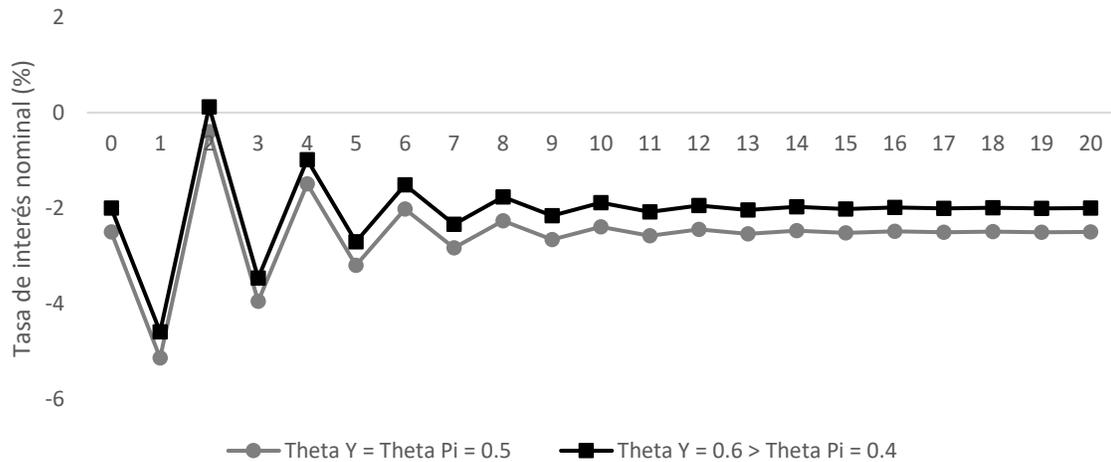
6.4.1. Diferencias entre $\theta_Y = \theta_\pi$ y $\theta_Y > \theta_\pi$

Las funciones de impulso-respuesta observadas y su similar comportamiento respecto del caso de un choque positivo de demanda, permiten inferir que, cuando el banco central prioriza el objetivo de empleo por encima del objetivo de inflación, es más fácil sacar la economía de la trampa de la liquidez. En la Figura 6.10 pueden apreciarse las tasas de interés recomendadas por la regla de política monetaria cuando las expectativas se modifican en $t = 1$ y vuelven a ser estáticas en $t = 2$, con el banco central priorizando por igual ambos objetivos, y con el banco central priorizando el objetivo de empleo por encima del objetivo de inflación. Cuando la regla recomienda una tasa de interés nominal negativa, la economía está en la trampa de la liquidez. Si $\theta_Y = \theta_\pi$, el cambio temporal del mecanismo de formación de expectativas no es suficiente para sacar la economía de la trampa de la liquidez, pero si $\theta_Y > \theta_\pi$, entonces la economía sale de la trampa de la liquidez en $t = 2$, pues

la regla de política monetaria ya sugiere una tasa de interés nominal positiva (aunque podemos decir con seguridad que la economía sale de la trampa de la liquidez hasta $t = 3$ debido a que en $t = 2$ la tasa de interés nominal debe seguir siendo 0). Es decir, que es más probable que un pequeño cambio en las expectativas de los agentes saque la economía de la trampa de la liquidez si el banco central prioriza el crecimiento y el empleo por encima de la inflación que si persigue ambos objetivos por igual.

Figura 6.10

Tasas de interés nominal recomendada por la regla de política monetaria cuando los agentes modifican su mecanismo de formación de expectativas en $t = 1$ ($\delta_{t=1} = 0.1$) con diferentes prioridades del banco central



Puede observarse entonces que, cuando el banco central prioriza el objetivo de empleo por encima del de inflación, el hecho de que logre modificar, aunque sea ligera y temporalmente, las expectativas de inflación, es más relevante que cuando prioriza ambos objetivos por igual. De esta manera, las conclusiones aplicables a un choque de demanda positivo son similares a las que se extraen de una ligera y temporal modificación de las expectativas de inflación de los agentes.

La economía tiene este comportamiento aparentemente extraño debido a tres motivos fundamentales: en primer lugar, porque la economía se encuentra en una trampa de la liquidez en los primeros períodos; en segundo lugar, porque la economía es estable en la trampa de la liquidez; y en tercer lugar, porque el cambio en el

mecanismo de formación de expectativas es moderado y es temporal, es decir, los agentes sólo incorporan la inflación objetivo del banco central en una pequeña proporción y sólo por un período.

Sin embargo, debe señalarse que, cuanto mayor credibilidad logre el banco central y cuanto más tiempo dure ésta, más volátil será la reacción del sistema económico, y más viable será que opte por aplicar la regla de política monetaria al mismo tiempo que se genera el cambio en las expectativas. Después de todo, nótese que:

$$\lim_{\delta \rightarrow 1} \pi_t^{EQ|i=0} = \pi_t^o + \left[\varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \right] \pi_{t+1}^o + [\alpha\varphi]\rho + \left[\frac{\beta\varphi}{1-g} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) + [\varphi]\varepsilon_t + \nu_t$$

Es decir, cuanto más cercano esté el valor de δ a 1, más elevada será la inflación y la economía estará por encima de la restricción ZLB. Aunque, mientras δ no sea suficientemente elevada, el efecto se retardará un período, pues:

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \pi_t^{EQ|i=0} = \left[\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right] \pi_{t-1} + \frac{[\alpha\varphi]\rho + \left[\frac{\beta\varphi}{1-g} \right] (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) + [\varphi]\varepsilon_t + \nu_t}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)}$$

Es decir, el equilibrio de corto plazo de la economía en la trampa de la liquidez que ya fue examinado en los apartados anteriores.

Lo anterior es de vital importancia para comprender un comportamiento que bien podría calificarse de extraño, incluso Eggertsson y Krugman (2010) hablan de la economía puesta de cabeza²³. El caso generalmente estudiado (Eggertsson, 2010; Eggertsson y Krugman, 2010) es el de una economía que, en el modelo presentado aquí, podría caracterizarse como inestable con divergencia monótona (ver Anexo 4). Es decir, el caso más estudiado es el de una economía inestable en el que existe la paradoja del esfuerzo en el que los choques positivos de demanda tienen un efecto positivo sobre la brecha del producto y la inflación, mientras que el caso aquí

²³ La referencia es a la película *Topsy-Turvy* de 1999. La idea es que, cuando la economía se encuentra en una trampa de la liquidez, en el caso de Eggertsson y Krugman (2010) debido a un choque negativo de demanda por un desapalancamiento del sector privado, todo funciona al revés y surgen diversas paradojas, entre las cuales están: la paradoja de la frugalidad (*paradox of thrift*), la paradoja del esfuerzo (*paradox of toil*) y la paradoja de la flexibilidad (*paradox of flexibility*).

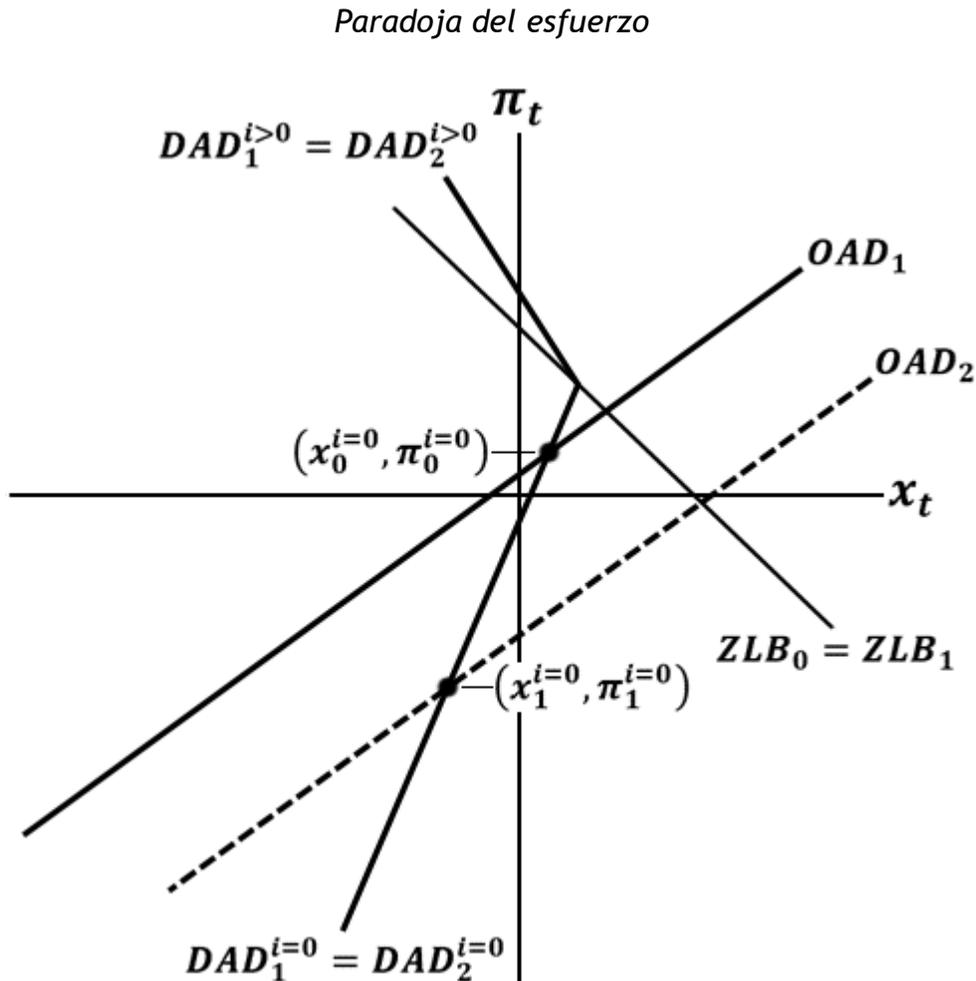
presentado presenta el fenómeno contrario: los choques positivos de demanda tienen un efecto negativo sobre la brecha del producto y la inflación.

Sin embargo, el hecho de que no exista la paradoja del esfuerzo significa que los efectos inicialmente negativos de los desplazamientos positivos de la DAD (como ocurre con los choques positivos de demanda) o los efectos inicialmente negativos de los desplazamientos negativos de la OAD (como ocurre con las expectativas inflacionarias positivas), terminan teniendo efectos positivos para salir de la trampa de la liquidez.

6.4.2. Paradoja del esfuerzo y paradoja de la demanda

La paradoja del esfuerzo consiste en que “bajo determinados supuestos, y en una situación particular, si todos intentan trabajar más, esto en realidad reducirá el empleo agregado de equilibrio” (Eggertsson, 2010, p. 1). Dicha paradoja se observa cuando la economía es inestable con divergencia monótona, lo que ocurre cuando la pendiente de la OAD es menor que la de la DAD. Esto se ilustra mejor en la Figura 6.11. Cuando la economía está de cabeza en el mundo de la trampa de la liquidez, puede observarse este fenómeno si la economía es inestable con divergencia monótona: un desplazamiento de la oferta (en función de la inflación) en un sentido tiene un efecto en el mismo sentido sobre los valores de equilibrio de corto plazo de la brecha del producto y de la inflación. El equilibrio inicial es $(x_0^{i=0}, \pi_0^{i=0})$ y, tras un desplazamiento de la OAD hacia la derecha (un choque negativo sobre la inflación), el equilibrio es $(x_1^{i=0}, \pi_1^{i=0})$, donde $x_0^{i=0} > x_1^{i=0}$ y $\pi_0^{i=0} > \pi_1^{i=0}$. Se conoce como paradoja del esfuerzo porque, si la oferta aumenta, el equilibrio es más depresivo que antes.

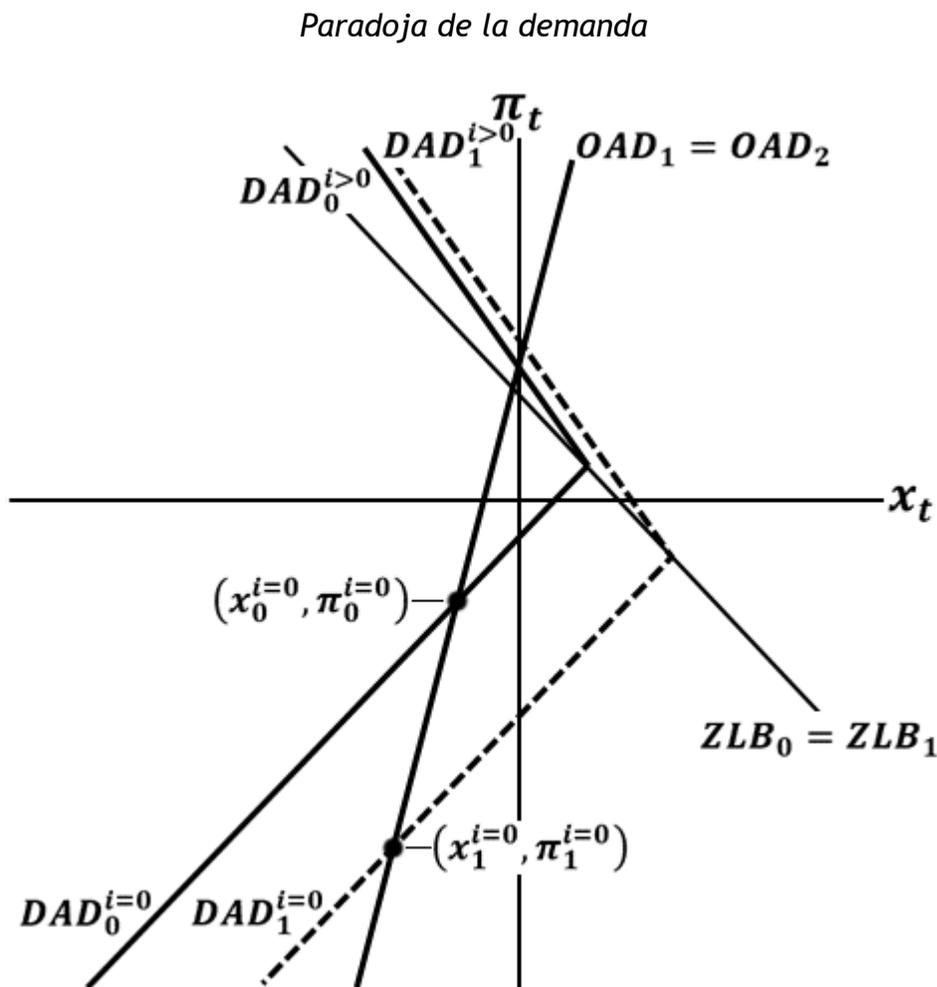
Figura 6.11



El fenómeno examinado en este trabajo contiene la que podríamos llamar “paradoja de la demanda”, y consiste en que un aumento de la demanda implica un equilibrio con menor empleo e inflación. Esta paradoja se observa cuando la economía es estable con convergencia cíclica, o bien, cuando inestable con divergencia explosiva, lo que ocurre cuando la pendiente de la OAD es mayor que la DAD. Ya se ha ilustrado en este trabajo cómo funciona la economía en estas circunstancias, pero se ilustra con más claridad en la Figura 6.12. Cuando la economía está de cabeza en el mundo de la trampa de la liquidez, puede observarse este fenómeno cuando la economía es estable con convergencia oscilatoria o inestable con oscilaciones explosivas: un desplazamiento de la demanda en un sentido tiene un efecto en sentido opuesto sobre los valores de equilibrio de corto plazo de la brecha del producto y de la

inflación. El equilibrio inicial es $(x_0^{i=0}, \pi_0^{i=0})$ y, tras un desplazamiento de la DAD hacia la derecha, el equilibrio es $(x_1^{i=0}, \pi_1^{i=0})$, donde $x_0^{i=0} > x_1^{i=0}$ y $\pi_0^{i=0} > \pi_1^{i=0}$.

Figura 6.12



Teniendo en cuenta estos fenómenos se explica en gran medida el comportamiento de la economía tanto cuando hay un choque positivo de demanda como cuando hay un cambio de las expectativas por una mayor inflación en el futuro debido a la credibilidad del banco central en el corto plazo. Sin embargo, surge una interrogante de la mayor importancia: si la paradoja de la demanda implica que un desplazamiento positivo de la demanda contrae primero la producción y reduce la inflación de equilibrio de corto plazo y, por lo tanto, que un desplazamiento negativo de ésta expande primero la producción y presiona al alza la inflación, ¿por qué las autoridades

no aplican políticas contractivas (fiscales o monetarias) para salir de la trampa de la liquidez?

Un examen exhaustivo de la paradoja de la demanda, así como la respuesta a la interrogante planteada excede los objetivos y el alcance de esta investigación, pero puede comentarse lo siguiente: en primer lugar, la evidencia empírica sobre el comportamiento de las economías en la trampa de la liquidez es relativamente escasa, por lo que se requiere más información antes de concluir un debate que sigue abierto, a saber, cuáles son las políticas económicas (fiscales y monetarias) más adecuadas en un escenario de esta naturaleza. Especial mención merece la experiencia de la Gran Depresión, que no sólo afectó a Estados Unidos, sino a todo el mundo industrializado, en la cual se observó una continua disminución de la producción. Por ello, aventurarse a aplicar políticas contractivas o deflacionarias podría ser demasiado arriesgado y contrario a lo que la poca experiencia empírica indica.

En segundo lugar, es posible que las economías que se encuentran en trampas de la liquidez sean más bien inestables con divergencia monótona, por lo que no existiría la paradoja de la demanda. En tercer lugar, es posible que las economías en trampas de la liquidez sí logren un equilibrio deflacionario de largo plazo, es decir, que sean estables. Sin embargo, también es posible que los parámetros dejen de ser constantes y varios aspectos del comportamiento de la economía se alteren y no pueda explotarse la paradoja de la demanda con políticas contractivas. Al final, no debe olvidarse que esta cuestión requiere mayor profundización y ahondar en los trabajos empíricos a pesar de la relativamente escasa evidencia disponible.

7. Conclusiones y recomendaciones

La trampa de la liquidez es un fenómeno caracterizado por la incapacidad del banco central de reducir la tasa de interés de corto plazo. En su concepción inicial, se conoció como trampa de la liquidez porque el banco central no lograba que la tasa de interés disminuyera a pesar de los aumentos de la oferta monetaria, pues “el público (...) absorbe siempre la totalidad de la oferta monetaria” debido a que considera que la tasa de interés ya no puede disminuir más (Andjel, 1992, 106).

En su concepción moderna, la trampa de la liquidez se entiende como una situación en la que si el banco central trata de disminuir la tasa de interés para reaccionar a un choque negativo cuando ésta se encuentra cercana o es igual a cero, no logra hacerlo (Eggertsson, 2008, p. 2). Es decir, el banco central pierde su capacidad de influir en la actividad económica a través de la tasa de interés nominal de corto plazo, ya que esta llega a su límite inferior, es decir, la tasa de interés nominal se vuelve cercana o igual a cero (aunque el límite inferior puede alcanzarse incluso con tasas negativas).

En una situación de trampa de liquidez la autoridad monetaria tampoco es capaz de alterar las expectativas de los agentes económicos respecto de la trayectoria que seguirá la inflación futura, por lo que las tasas de interés reales terminan siendo relativamente altas y la economía permanece atrapada en una deflación de precios. Esta situación resulta desestabilizadora o restringe la capacidad de la autoridad monetaria de atemperar las fluctuaciones del nivel de producción y, en consecuencia, del empleo.

La pregunta que más interesa es ¿la política monetaria deja de ser relevante cuando la economía está en una trampa de la liquidez? Más específicamente, si la economía analizada se comporta como una economía pequeña y abierta, y los agentes económicos toman decisiones a partir de ciertos mecanismos de formación de expectativas, ¿cómo se conduce la política monetaria en presencia de una trampa de la liquidez? ¿Es eficaz? ¿Tiene alguna relevancia?

En esta investigación se ha examinado una economía pequeña, abierta y estable que está atrapada en una trampa de la liquidez. Es decir, una economía cuya evolución no influye en variables como la cuenta corriente de sus socios comerciales ni en los mercados financieros internacionales; una economía con importaciones y exportaciones, y con mercados financieros abiertos a los flujos extranjeros, por lo que la cuenta corriente y el tipo de cambio responden a lo que ocurre en los mercados financieros nacionales e internacionales, así que la trampa de la liquidez tiene consecuencias para estas variables; pero es una economía tal que incluso entrando en una trampa de la liquidez logra estabilizarse y converger a un equilibrio deflacionario de largo plazo (no se llega a una depresión que se retroalimenta indefinidamente como en los modelos IS-LM y OA-DA), aunque este equilibrio implica que el banco central no puede usar la política monetaria para estabilizar ningún choque exógeno.

Asimismo, se ha mostrado cómo determinados eventos pueden afectar su comportamiento. En particular, se ha destacado que un choque positivo de demanda suficientemente grande o un cambio temporal del mecanismo de formación de expectativas que implique una inflación futura esperada mayor que la observada pueden sacar la economía de la trampa de la liquidez. El análisis se ha hecho a partir de un modelo macroeconómico propio de la Nueva Economía Keynesiana y los eventos se han examinado a la luz de las funciones de impulso-respuesta derivadas de los equilibrios de corto plazo.

Cuando la economía está fuera de la trampa de la liquidez, el banco central sigue una regla de política monetaria *à la Taylor*, pero cuando está dentro de la trampa de la liquidez la tasa de interés nominal es igual o cercana a cero sin posibilidad de reducirla más a pesar de que la regla de política monetaria recomiende tasas negativas.

El hallazgo principal de este trabajo es que, a pesar de que el banco central no puede modificar más la tasa de interés de corto plazo, puede implementar una política monetaria que se concentre en alterar las expectativas de los agentes respecto del

comportamiento de ciertas variables en el futuro y así modificar el mecanismo de formación de expectativas y generar una mayor inflación futura esperada.

De esta manera, el banco central puede lograr un equilibrio de corto plazo que se encuentre fuera de la restricción ZLB o Límite Inferior Cero. Al lograrlo, el banco central puede volver a incidir en la demanda a través de la tasa de interés nominal de corto plazo y la economía puede alcanzar un equilibrio de largo plazo en el que el banco central se encuentre en condiciones de atemperar las fluctuaciones de la producción y el empleo, cosa que no puede hacer cuando existe una trampa de la liquidez.

Recapitulando de Bernanke et al. (2004), algunas propuestas de política monetaria incluyen:

- Anuncios de política monetaria: el banco central puede influir en la formación de expectativas de las tasas de interés e inflación futuras si anuncia la política monetaria que seguirá, así como sus objetivos de inflación, y si da señales de que está comprometido con la política anunciada.
- Depreciación y fijación temporal del tipo de cambio nominal: la finalidad de esta estrategia propuesta por Svensson (2001) es generar credibilidad al depreciar la moneda nacional, lograr una depreciación real, y luego fijar el tipo de cambio nominal. De esta manera se busca generar expectativas de inflación pues se iniciará una apreciación real a través del nivel de precios.
- Flexibilización cuantitativa o *Quantitative Easing*: con esta estrategia se busca reducir las tasas de interés de los títulos de largo plazo y aplanar la curva de rendimientos o estructura temporal de las tasas de interés para generar expectativas de menores tasas de interés de corto plazo futuras (Bernanke et al., 2004).
 - Cambiar el instrumento de política monetaria de la tasa de interés nominal a algún agregado monetario (Lizarazu, 2015): en general, se trata de cambiar de empezar a usar la oferta monetaria como nuevo instrumento de política monetaria para así alterar las expectativas, pues si los agentes consideran que una expansión monetaria es

permanente (Krugman y Obstfeld, 2006) o si esta última es razonablemente predecible (Argandoña et al., 1996), se podrían generar expectativas de inflación.

- Cambiar la composición de la hoja de balance del banco central: para ello, el banco central deberá adquirir activos de mayor tiempo de maduración para alterar sus rendimientos y así modificar la estructura temporal de las tasas de interés y así cambiar las expectativas sobre las tasas de interés futuras.

Estas medidas de política monetaria no requieren reducir la tasa de interés para salir de la trampa de la liquidez, y lo que pretenden es generar expectativas de una mayor inflación futura (o bien de una tasa de interés nominal de corto plazo menor o igual a la actual). La reducción de la inflación futura esperada permite reducir la tasa de interés real futura esperada y así estimular la demanda efectiva, lo que equivale a reducir la tasa de interés nominal y ubicarla en terreno negativo. Es decir, si no se logra reducir la tasa de interés real futura esperada vía tasa de interés nominal futura esperada de corto plazo porque ya es demasiado baja, entonces se puede reducir vía inflación futura esperada al generar expectativas de mayor inflación.

Debido a que salir de la trampa de la liquidez requiere que el equilibrio de largo plazo se ubique fuera de la restricción ZLB o Límite Inferior Cero, es necesario que la economía primero se ubique en un equilibrio de corto plazo que también esté fuera de dicha restricción. Por lo tanto, no sólo es importante fijarse en el comportamiento de la demanda efectiva (que genera la IS y por lo tanto la Demanda Agregada) y la Oferta Agregada, sino en la propia restricción ZLB, que depende de las preferencias del banco central. La conclusión a que se llega es que, bajo ciertos supuestos y condiciones, cuanto más priorice el banco central el empleo por encima de la inflación, existirán más equilibrios de corto plazo fuera de la trampa de la liquidez a partir de un equilibrio deflacionario de largo plazo, cosa característica de una economía estable que se encuentra atrapada en una trampa de la liquidez, por lo que es relativamente más sencillo sacar la economía de la trampa de la liquidez en cuestión.

Por lo anterior, en esta investigación se concluye que, si el sistema económico es estable, la política monetaria sólo será eficaz si ésta logra alterar las expectativas de las tasas de inflación futuras esperadas. Para ello, probablemente se requiere más que una flexibilización cuantitativa, y esto es más cierto aún si las autoridades monetarias privilegian el objetivo de empleo (brecha del producto) por encima del objetivo de inflación. Es decir, se confirma la hipótesis de investigación formulada.

Desde luego, persisten múltiples dificultades: en este trabajo se trató el caso de una economía estable, pero los casos de economías inestables son igualmente relevantes. Por otro lado, es necesario investigar más sobre las causas de las trampas de la liquidez. Algunos economistas señalan los choques negativos de demanda, otros hacen énfasis en el cambio estructural de la economía como consecuencia ya sea de dichos choques negativos de demanda o bien por otras causas. Incluso hay economistas que niegan que exista la trampa de la liquidez como tal. Asimismo, los señalamientos de economistas heterodoxos (marxistas y austríacos, por ejemplo) dan lugar a discusiones más complejas todavía. Aquí se optó por no adentrarse en las causas sino en el equilibrio de la economía y la política monetaria que hiciera posible la salida de la trampa de la liquidez.

Finalmente, es también necesario ahondar en las consecuencias de las trampas de la liquidez, pues el hecho de que la economía tenga tasas de interés nominales cercanas o iguales a cero en los activos más seguros ciertamente tiene consecuencias importantes en los mercados financieros y, posiblemente, en la propia estructura productiva de la economía. En esta investigación no se profundizó en las consecuencias de la trampa de la liquidez en términos de inversión en capital físico (ni humano) ni de inversión financiera, cosa que no es menos relevante.

Es por todo lo ya comentado que la trampa de la liquidez no sólo es un fenómeno que debe seguirse investigando por mera curiosidad intelectual, sino que tiene vigencia y puede seguir azotando a múltiples economías en el futuro cercano. La trampa de la liquidez todavía es importante para las economías actuales y es fuente de controversia porque no hay consenso respecto de las causas, consecuencias,

naturaleza y políticas monetarias y fiscales aplicables en presencia de un fenómeno que se encuentra en medio de la génesis de la macroeconomía moderna.

8. Referencias bibliográficas

Andjel, E. (1992). *Keynes: teoría de la demanda y el desequilibrio*. Facultad de Economía, UNAM, y Editorial Diana.

Argandoña, A.; Gámez, C. y Mochón, F. (1996). *Macroeconomía Avanzada I. Modelos dinámicos y teoría de la política económica*. McGraw-Hill.

Banco de Japón. (2022). *BOJ Time-Series Data Search. BOJ's main statistical data. Key figures at a glance. Interest Rates*. Recuperado el 29 de marzo de 2022 de [https://www.stat-search.boj.or.jp/ssi/cgi-bin/famecgi2?cgi=\\$graphwnd_en](https://www.stat-search.boj.or.jp/ssi/cgi-bin/famecgi2?cgi=$graphwnd_en)

Banco de la Reserva Federal de Minneapolis. (2022). *Consumer Price Index, 1800-*. Recuperado el 07 de abril de 2022 de <https://www.minneapolisfed.org/about-us/monetary-policy/inflation-calculator/consumer-price-index-1800->

Banco de la Reserva Federal de Saint Louis (Federal Reserve Economic Data). (27 de enero de 2022). *Real Gross Domestic Product. Percent Change from Preceding Period, Not Seasonally Adjusted*. Recuperado el 07 de abril de 2022 de <https://fred.stlouisfed.org/series/A191RL1A225NBEA>

Bernanke, B.; Reinhart, V. y Sack, B. (2004). Monetary Policy Alternatives at the Zero Bound: An Empirical Assessment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2:2004, 1-100.

Blanchard, O. (2006). *Macroeconomía*. Pearson Educación.

Bofinger, P.; Mayer, E. y Wollmershäuser, T. (2006). Teaching New Keynesian Open Economy Macroeconomics at the Intermediate Level. University of Würzburg, Department of Economics, *W.E.P. - Würzburg Economic Papers*, 66.

Eggertsson, G. (2003). The Deflation Bias and Committing to being Irresponsible. *Econometric Laboratory University of California Berkeley*. First draft November 2000 (Revised November 2003). Recuperado el 04 de abril de 2023 de https://eml.berkeley.edu/~webfac/gourinchas/e281_f03/eggertsson.pdf

Eggertsson, G. (2008). Liquidity Trap. *The New Palgrave Dictionary of Economics, Segunda edición*. Editorial Palgrave Macmillan.

Eggertsson, G. (2010). The Paradox of Toil. *Federal Reserve Bank of New York Reports. Staff Report no. 433*, February 2010 (Revised March 2010).

Eggertsson, G.; Krugman, P. (2010). Debt, Deleveraging, and the Liquidity Trap: A Fisher-Minsky-Koo approach. Federal Reserve Bank of New York. Recuperado de: https://www.princeton.edu/~pkrugman/debt_deleveraging_ge_pk.pdf

Eurostat. (2022). *HICP - monthly data (annual rate of change)*. Recuperado el 30 de marzo de 2022 de https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/PRC_HICP_MANR__custom_2403546/default/table?lang=en

e-Stat - Japanese Government Statistics. (2017). *Consumer Price Index. Time Series. Index of All Items, less imputed rent (August 1946 - the Recent Month)*. Recuperado el 29 de marzo de 2022 de https://www.e-stat.go.jp/en/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200573&tstat=000001044944&cycle=0&tclass1=000001044980&tclass2=000001044981&tclass3=000001044982&tclass4=000001044985&cycle_facet=tclass1&tclass5val=0

Gobierno de Japón. (2017). *Abenomics. Japan. Sharing tomorrow*. Recuperado el 29 de marzo de 2022 de https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/170508_abenomics.pdf

Hicks, J. (1937). Mr. Keynes and the 'Classics'; A Suggested Interpretation. The Econometric Society. *Econometrica*, 5 (2), 147-159.

Keynes, J. (2022). *Teoría General de la Ocupación el Interés y el Dinero*. Fondo de Cultura Económica (año de publicación del libro original: 1936).

Krugman, P. (1998). It's Baaack: Japan's Slump and the Return of the Liquidity Trap. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2:1998: 137-187.

Krugman, P. y Obstfeld, M. (2006). *Economía Internacional. Teoría y política*. Pearson Educación-Addison Wesley.

Lizarazu, E. (2015). Un modelo matemático de la política monetaria y la tasa de interés nominal nula en una economía nuevo keynesiana de expectativas estáticas. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, X (1), 9-38.

Lütkepohl, H. (2018). Impulse Response Function. *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan.

Mankiw, G. (2014). *Macroeconomía*. Antoni Bosch.

OCDE. (2022). *Quarterly GDP (indicador)*. Recuperado el 30 de marzo de 2022 de <https://data.oecd.org/gdp/quarterly-gdp.htm#indicator-chart>

OCDE. (2022). *Short-term interest rates (indicador)*. Recuperado el 30 de marzo de 2022 de <https://data.oecd.org/interest/short-term-interest-rates.htm>

Oficina del Gabinete. (2022). *SNA (National Accounts of Japan). Quarterly Estimates of GDP - Release Archive - 2021. Oct.-Dec. 2021 (The 2nd preliminary). Deflators. Seasonally Adjusted Series. Real, Seasonally Adjusted Series*. Recuperado el 29 de marzo de 2022 de https://www.esri.cao.go.jp/en/sna/data/sokuhou/files/2021/qe214_2/gdemenua.html

Oficina del Gabinete. (2022). *SNA (National Accounts of Japan). Quarterly Estimates of GDP - Release Archive - 2021. Oct.-Dec. 2021 (The 2nd preliminary). Levels. Real, Seasonally Adjusted Series*. Recuperado el 29 de marzo de 2022 de https://www.esri.cao.go.jp/en/sna/data/sokuhou/files/2021/qe214_2/gdemenua.html

Romer, D. (2006). *Macroeconomía Avanzada*. McGraw-Hill/Interamericana.

Samuelson, P. (1948). *Economics: An Introductory Analysis*. McGraw-Hill Book Company, Inc.
<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.50126/page/n273/mode/2up>

Svensson, L. (1998). Open-Economy Inflation Targeting. NBER Working Paper (Working Paper 6545). *NBER Working Paper Series*. Recuperado el 16 de febrero de

2022 de <https://ssrn.com/abstract=226279> y de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=226279

Svensson, L. (2001). The Zero Bound in an Open Economy: A Foolproof Way of Escaping from a Liquidity Trap. *Monetary and Economic Studies (Special Edition)*, February 2001, 277-322.

Universidad de Nueva York (NYU). (Enero de 2022). *Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills: 1928-2021*. Recuperado el 07 de abril de 2022 de https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

Williamson, S. D. (2012). *Macroeconomía*. Pearson Educación.

9. Anexos

Anexo 1. Bibliografía

Eggertsson, G.; Woodford, M. (2003). The Zero Bound on Interest Rates and Optimal Monetary Policy. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1:2003: 139-211.

Froyen, R. (1997). *Macroeconomía: Teorías y Políticas*. Prentice Hall.

Jeanne, O. y Svensson, L. (2004). Credible Commitment to Optimal Escape from a Liquidity Trap: The Role of the Balance Sheet of an Independent Central Bank. Working paper. Princeton University (Julio).

Larios, J.; Álvarez, V. y Quineche, R. (2017). *Fundamentos de econometría*. Ediciones de la U.

Sydsaeter, K. y Hammond, P. (1996). *Matemáticas para el análisis económico*. Prentice Hall.

Varian, Hal R. (2010). *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual*. Antoni Bosch.

Anexo 2. Derivación de la curva IS Nuevo-Keynesiana

Existen diversas propuestas para derivar la relación IS a partir de fundamentos microeconómicos. La forma más sencilla es la derivación de la relación IS de una economía cerrada a partir de una función de utilidad de Aversión Relativa al Riesgo Constante²⁴. El problema de optimización del consumidor representativo es:

$$\max_{\{c_t, \dots, c_T\}} \left\{ \sum_{t=1}^{T \rightarrow \infty} \frac{C_t^{1-\frac{1}{\alpha}}}{(1+\rho)^{t-1} \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)} \right\}$$

s.a.

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{C_t}{\prod_{s=1}^{t-1} (1+r_s)} \leq \sum_{t=1}^{\infty} \frac{Y_t}{\prod_{s=1}^{t-1} (1+r_s)}$$

Condiciones de Primer Orden:

$$C_t: \left[\frac{\prod_{s=1}^{t-1} (1+r_s)}{(1+\rho)^{t-1}} \right] \left(\frac{1}{C_t^{\frac{1}{\alpha}}} \right) = \lambda$$

$$C_{t+1}: \left[\frac{\prod_{s=1}^t (1+r_s)}{(1+\rho)^t} \right] \left(\frac{1}{C_{t+1}^{\frac{1}{\alpha}}} \right) = \lambda$$

Condición de Eficiencia Intertemporal (ecuación de Euler):

$$\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{\frac{1}{\alpha}} = \frac{1+r_t}{1+\rho}$$

Aplicando logaritmos de ambos lados, se tiene que:

$$\left(\frac{1}{\alpha} \right) (\ln C_{t+1} - \ln C_t) = \ln(1+r_t) - \ln(1+\rho)$$

²⁴ Romer (2006) propone la función de utilidad de Aversión Relativa al Riesgo Constante. Su exposición difiere de la aquí mostrada debido a que, en este trabajo, se procuró llegar a expresiones que fueran de más sencillo manejo algebraico. Sin embargo, las propiedades matemáticas y la interpretación económica de los resultados permanecen inalterados.

Cambiando la notación de $\ln C_t \equiv c_t$, y teniendo en cuenta que $\ln(1 + r_t) \simeq r_t$ cuando $r_t \rightarrow 0$,

$$\left(\frac{1}{\alpha}\right)(c_{t+1} - c_t) = r_t - \rho \rightarrow \left(\frac{1}{\alpha}\right)(c_t - c_{t+1}) = -(r_t - \rho) \rightarrow c_t - c_{t+1} = -\alpha(r_t - \rho)$$

Sea $C_t = Y_t$, entonces $c_t = y_t$, por lo tanto:

$$y_t - y_{t+1} = -\alpha(r_t - \rho)$$

Esta es la relación IS neokeynesiana expuesta por Romer (2006, pp. 316-317). Ahora bien, esta relación está en términos de la variación del nivel de producción, antes que en términos de la brecha del producto. Sin embargo, teniendo en cuenta que los niveles de producción son iguales entre sí y al nivel de largo plazo cuando la tasa de interés real es igual a la tasa de preferencia temporal, entonces puede interpretarse y_{t+1} como \bar{y} . De esta manera, se tiene que:

$$y_t - \bar{y} = -\alpha(r_t - \rho) \rightarrow x_t = -\alpha(r_t - \rho)$$

Añadiendo un término de perturbación aleatorio, ε_t , se obtiene la relación IS Nuevo-Keynesiana para una economía cerrada:

$$x_t = -\alpha(r_t - \rho) + \varepsilon_t$$

La IS Nuevo-Keynesiana para una economía abierta se deriva de forma similar. Aunque primero debe examinarse que, en el largo plazo, la Cuenta Corriente debe ser igual a cero, pues no es posible tener flujos positivos o negativos indefinidamente, ya que ello terminará reflejándose en el nivel de precios²⁵ o en los tipos de cambio.

$$CC(Q_t) = CC(Q_{t+1}) = CC(\bar{q}) = 0$$

De esta manera, cuando la Cuenta Corriente está equilibrada en su nivel de largo plazo, la IS Nuevo-Keynesiana para una economía abierta es igual a la de una

²⁵ Se trata del conocido mecanismo de “precio-flujo de especie” de David Hume (Krugman y Obstfeld, 2006, pp 533-534). Si un país es exportador neto por mucho tiempo (suponiendo que los ingresos primario y secundario son nulos), entonces acumula divisas que incrementan la oferta monetaria y ello provoca un aumento del nivel de precios, lo que provoca una apreciación real y con ello un encarecimiento relativo de los bienes nacionales. De esta manera se reducen las exportaciones netas. Este mecanismo opera en una dirección o en otra mientras la Cuenta Corriente no sea nula.

economía cerrada. Sin embargo, si la Cuenta Corriente se desvía de su nivel de largo plazo, la relación IS cambia. Sea que todo lo demás permanece constante:

$$CC(Q_t) = CC(Q_{t+1}) = CC(\bar{Q}) = 0 \rightarrow Q_t = Q_{t+1} = \bar{Q}$$

Por lo tanto:

$$\text{Si } Q_t > \bar{Q}, \text{ entonces } CC(Q_t) > CC(\bar{Q})$$

Sean $Y_t = C_t + CC(Q_t)$ y $\bar{Y} = \bar{C} + CC(\bar{Q})$. Si $C_t = \bar{C}$ y $CC(Q_t) > CC(\bar{Q})$, entonces: $\bar{C} + CC(Q_t) > \bar{C} + CC(\bar{Q})$, lo que a su vez implica que $Y_t > \bar{Y}$, o bien, que $X_t > 0$. De esta manera, el componente $\beta (q_t - \bar{q})$ agregado en $x_t = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - \bar{q}) + \varepsilon_t$ busca reflejar este efecto. El parámetro β busca capturar las relaciones de preferencias que determinan el grado con que la diferencia $q_t - \bar{q}$ incide en x_t .

Una derivación microeconómica más formal de la IS Nuevo-Keynesiana de economía abierta puede aproximarse usando una función de utilidad de Elasticidad de Sustitución Constante (CES)²⁶:

$$\max_{\{C_t^N, \dots, C_T^N, C_t^X, \dots, C_T^X\}} \left\{ \sum_{t=1}^{T \rightarrow \infty} \frac{A \left(\eta C_t^{N^{1-\frac{1}{\beta}}} + \mu C_t^{X^{1-\frac{1}{\beta}}} \right)^{\frac{\kappa}{1-\frac{1}{\beta}}}}{(1+\rho)^{t-1}} \right\}$$

s.a.

$$\sum_{t=0}^{\infty} \frac{P_t^N C_t^N}{\prod_{s=1}^{t-1} (1+i_s)} + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{P_t^X S_t C_t^X}{\prod_{s=1}^{t-1} (1+i_s)} \leq \sum_{t=0}^{\infty} \frac{P_t^N Y_t}{\prod_{s=1}^{t-1} (1+i_s)}$$

²⁶ Svensson (1998) propone la función de utilidad de Elasticidad de Sustitución Constante (CES) para el consumo agregado intertemporal, y una función CES para la relación entre el consumo de bienes nacionales y el de bienes extranjeros. En este trabajo, se optó por aplicar la función CES únicamente para establecer la relación de sustitución entre el consumo de bienes nacionales y extranjeros, mientras que la relación intertemporal descansa únicamente en un factor de descuento temporal que se deriva de una tasa de descuento (Romer, 2006, p. 184) o preferencia temporal.

Condiciones de Primer Orden:

$$C_t^N: \left[\frac{\prod_{s=1}^{t-1} (1+i_s)}{P_t^N (1+\rho)^{t-1}} \right] \left(A\kappa\eta \left(\eta C_t^{N1-\frac{1}{\beta}} + \mu C_t^{X1-\frac{1}{\beta}} \right)^{\left(\kappa / 1 - \frac{1}{\beta} \right)^{-1}} C_t^{N-\frac{1}{\beta}} \right) = \lambda$$

$$C_{t+1}^N: \left[\frac{\prod_{s=1}^t (1+i_s)}{P_{t+1}^N (1+\rho)^t} \right] \left(A\kappa\eta \left(\eta C_{t+1}^{N1-\frac{1}{\beta}} + \mu C_{t+1}^{X1-\frac{1}{\beta}} \right)^{\left(\kappa / 1 - \frac{1}{\beta} \right)^{-1}} C_{t+1}^{N-\frac{1}{\beta}} \right) = \lambda$$

$$C_t^X: \left[\frac{\prod_{s=1}^{t-1} (1+i_s)}{P_t^X S_t (1+\rho)^{t-1}} \right] \left(A\kappa\mu \left(\eta C_t^{N1-\frac{1}{\beta}} + \mu C_t^{X1-\frac{1}{\beta}} \right)^{\left(\kappa / 1 - \frac{1}{\beta} \right)^{-1}} C_t^{X-\frac{1}{\beta}} \right) = \lambda$$

$$C_{t+1}^X: \left[\frac{\prod_{s=1}^t (1+i_s)}{P_{t+1}^X S_{t+1} (1+\rho)^t} \right] \left(A\kappa\mu \left(\eta C_{t+1}^{N1-\frac{1}{\beta}} + \mu C_{t+1}^{X1-\frac{1}{\beta}} \right)^{\left(\kappa / 1 - \frac{1}{\beta} \right)^{-1}} C_{t+1}^{X-\frac{1}{\beta}} \right) = \lambda$$

Condiciones de Eficiencia Intertemporal:

$$C^N: \frac{1+\rho}{1+r_t} = \left(\frac{C_t^N}{C_{t+1}^N} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad C^X: \left(\frac{1+\rho}{1+r_t} \right) \left(\frac{Q_{t+1}}{Q_t} \right) = \left(\frac{C_t^X}{C_{t+1}^X} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

Condiciones de Eficiencia Intratemporal:

$$C_t: Q_t = \left(\frac{\mu}{\eta} \right) \left(\frac{C_t^N}{C_t^X} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad C_{t+1}: Q_{t+1} = \left(\frac{\mu}{\eta} \right) \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_{t+1}^X} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

Al combinar ambas condiciones de eficiencia intratemporal (o intertemporal) y aplicando logaritmos, se obtiene:

$$\beta (q_t - q_{t+1}) = (c_t^N - c_{t+1}^N) - (c_t^X - c_{t+1}^X)$$

Sean los valores en $t+1$ iguales al valor de largo plazo en el estado estacionario, la ecuación anterior se expresa como:

$$\beta (q_t - q_{ss}) = (c_t^N - c_{ss}^N) - (c_t^X - c_{ss}^X)$$

Esta ecuación indica que una desviación de un punto porcentual del tipo de cambio real respecto de su valor de largo plazo provoca que la diferencia entre las desviaciones porcentuales del consumo interior de bienes interiores y del consumo interior de bienes extranjeros respecto de sus respectivos valores de largo plazo sea igual a β puntos porcentuales. Sin embargo, hay dos aspectos relevantes de esta ecuación: en primer lugar, muestra que una desviación del tipo de cambio real respecto de su valor de largo plazo provoca bien un aumento del consumo presente de bienes interiores por parte de los consumidores nacionales, lo que impulsa la demanda efectiva, o bien una disminución del consumo presente de bienes extranjeros por parte de los consumidores nacionales, lo que a su vez mejora la balanza comercial y la cuenta corriente y, de esta manera, también impulsa la demanda efectiva. En segundo lugar, no es la tasa de interés sino la relación intertemporal de los tipos de cambio la que juega un papel relevante en la sustitución intertemporal del consumo.

Por otro lado, si la economía extranjera tiene un comportamiento análogo, un aumento del tipo de cambio real en términos nacionales respecto de su valor de largo plazo implica una disminución del tipo de cambio real en términos extranjeros. Por lo tanto, mientras aumento del tipo de cambio real en términos nacionales provoca una reducción de la demanda nacional de bienes extranjeros, dicho aumento provoca un aumento de la demanda extranjera de bienes nacionales, por lo que la balanza comercial y la cuenta corriente mejoran, y se impulsa la demanda efectiva.

Para incorporar la relación intertemporal del consumo agregado se puede introducir la expresión anterior en la ecuación IS de economía cerrada derivada con una función de Aversión Relativa al Riesgo Constante. De esta manera, se obtiene:

$$x_t + (c_t^N - c_{ss}^N) - (c_t^X - c_{ss}^X) = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - q_{ss}) + \varepsilon_t$$

Sabemos que $x_t = y_t - y_{ss}$. Además, sabemos que $c_{ss}^N = y_{ss}$ (el consumo de bienes interiores en el estado estacionario es igual a la producción de bienes interiores en el estado estacionario), y sabemos que $c_{ss}^X = c_{ss}^{X*}$ (el consumo nacional de bienes extranjeros en el estado estacionario es igual al consumo extranjero de bienes

nacionales en el estado estacionario, pues la balanza comercial es igual a cero en el estado estacionario). Por ello, se tiene que:

$$y_t - y_{ss} + (c_t^N - y_{ss}) - (c_t^X - c_{ss}^{X*}) = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - q_{ss}) + \varepsilon_t$$

Cuando $c_{ss}^N = y_{ss}$ y $c_{ss}^X = c_{ss}^{X*}$, se llega a:

$$y_t - y_{ss} = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - q_{ss}) + \varepsilon_t$$

Esta ecuación indica que, si la tasa de interés real es igual a su valor de largo plazo y no hay choques aleatorios de demanda, una desviación del tipo de cambio real respecto de su nivel de largo plazo en un punto porcentual provocará una desviación del nivel de producción respecto del nivel del estado estacionario igual a β puntos porcentuales.

Nótese que, como ya se explicó, cuando la demanda nacional de bienes extranjeros es igual a su valor de largo plazo, esta es igual al valor de la demanda extranjera de bienes nacionales de largo plazo, por lo que la balanza comercial es igual a cero. Asimismo, cuando el nivel de consumo nacional es igual a su valor de largo plazo, este es igual al valor del nivel de producción del estado estacionario. Esto sólo ocurre cuando el tipo de cambio real es igual a su valor de largo plazo. Por ello, cuando el tipo de cambio real es igual a su valor del estado estacionario, las desviaciones del nivel de producción respecto de su valor de largo plazo se explican principalmente por las desviaciones de la tasa de interés real respecto de su valor de largo plazo.

Sustituyendo $y_t - y_{ss} = x_t$, se puede trabajar con:

$$x_t = -\alpha (r_t - \rho) + \beta (q_t - \bar{q}) + \varepsilon_t$$

A pesar de que el valor de β formalmente deba interpretarse como parte del parámetro de sustitución en la función CES²⁷, en este caso captura tanto las

²⁷ El parámetro β forma parte de la expresión $1 - \frac{1}{\beta}$, que constituye el valor que determina el grado de sustituibilidad entre el consumo nacional de bienes interiores y el de bienes producidos en el extranjero. Cuanto menor es el valor de $1 - \frac{1}{\beta}$ mayor es la convexidad de las curvas de indiferencia de la función de utilidad CES. En consecuencia, cuanto menor sea el valor de β , mayor será también la convexidad de las curvas de indiferencia. En este trabajo se supuso que $\beta = 0.2$, por lo que el grado de sustituibilidad entre los bienes nacionales y extranjeros es igual a -4 , por lo que las curvas de

relaciones que implican la desviación hacia bienes nacionales o extranjeros por parte de los consumidores nacionales como las relaciones que implican la desviación hacia bienes nacionales o extranjeros por parte de los consumidores extranjeros.

La argumentación anterior descansa sobre el efecto sustitución. Para que la cuenta corriente registre un efecto positivo ante una depreciación real, debe cumplirse la condición Marshall-Lerner. En este caso, se asume que la condición se cumple.

indiferencia son estrictamente convexas y el problema de optimización se resuelve sin mayores dificultades.

Anexo 3. Derivación de la curva de Phillips Neokeynesiana

Existen diversas propuestas para derivar la Oferta Agregada Dinámica a partir de fundamentos microeconómicos. La forma más sencilla es la derivación de la relación OAD a partir del problema básico de optimización de la empresa cuando formula sus planes de reacción dependiendo del nivel de precios²⁸ (al estilo walrasiano) y contrastarlo con el problema de optimización cuando los agentes actúan según sus expectativas del futuro.

Sea una función de producción Cobb-Douglas (sin incluir el capital, pero donde el trabajo tiene rendimientos decrecientes a escala), el problema de optimización del productor representativo está dado por:

$$\max_{\{Y_t, \dots, Y_T\}} \left\{ \sum_{t=1}^{T \rightarrow \infty} \frac{P_t Y_t - W_t L_t}{\prod_{s=1}^{t-1} (1 + r_s)} \right\}$$

s.a.

$$Y_t = f(L_t) = A_t L_t^{\frac{1}{1+\varphi}} \leftrightarrow L_t = \left(\frac{Y_t}{A_t} \right)^{1+\varphi}$$

Condición de Primer Orden:

$$Y_t: P_t = \left(\frac{W_t}{A_t^{1+\varphi}} \right) (1 + \varphi) Y_t^\varphi$$

Esta condición indica que cuando el nivel de producción aumenta, las presiones de costos obligan a que el nivel de precios aumente para que sea rentable dicho aumento de la producción. O bien, un aumento del nivel de precios vuelve rentable aumentar el nivel de producción. Nótese que en este caso se prescinde de la distinción entre nivel general de precios y precio del producto de la empresa, por lo que no hay

²⁸ Aquí se parte de las formulaciones microeconómicas básicas para la maximización de los beneficios de la empresa (Varian, 2010, pp. 379-380). Se emplea la notación de Romer (2006), se usa la función de producción Cobb-Douglas como se sugiere en el texto de Romer (2006, p. 13) y con un progreso técnico “neutral en el sentido de Hicks” (Romer, 2006, p. 10). Asimismo, para llegar a una formulación de la curva de Phillips como la expuesta en este trabajo, se parte de la formulación de Romer (2006, pp. 255-262), aunque la exposición en el presente trabajo es ligeramente distinta.

alteración en el precio relativo del bien de la empresa (respecto de los bienes de las demás empresas).

Por otro lado, el problema de optimización del productor representativo con expectativas²⁹ está dado por:

$$\max_{\{Y_t, \dots, Y_T\}} \left\{ \sum_{t=1}^{T \rightarrow \infty} \frac{E_{t-1} P_t E_{t-1} Y_t - E_{t-1} W_t E_{t-1} L_t}{\prod_{s=1}^{t-1} (1 + E_{t-1} r_s)} \right\}$$

s.a.

$$E_{t-1} Y_t = f(E_{t-1} L_t) = E_{t-1} A_t E_{t-1} L_t^{\frac{1}{1+\varphi}} \leftrightarrow E_{t-1} L_t = \left(\frac{E_{t-1} Y_t}{E_{t-1} A_t} \right)^{1+\varphi}$$

Condición de Primer Orden:

$$E_{t-1} Y_t : E_{t-1} P_t = \left(\frac{E_{t-1} W_t}{E_{t-1} A_t^{1+\varphi}} \right) (1 + \varphi) E_{t-1} Y_t^\varphi$$

Cuando las expectativas se cumplen, el nivel de producción planeado se encuentra en la senda de largo plazo, es decir en el estado estacionario. Sea $Y_{ss} \equiv \bar{Y}$ el nivel de producción planeado cuando se cumplen las expectativas, es decir, cuando $E_{t-1} P_t = P_t$, entonces $E_{t-1} Y_t = Y_{ss} = \bar{Y}$. De esta manera, cuando se contrastan las Condiciones de Primer Orden de ambos problemas de optimización, se tiene:

$$\frac{P_t = \left(\frac{W_t}{A_t^{1+\varphi}} \right) (1 + \varphi) Y_t^\varphi}{E_{t-1} P_t = \left(\frac{E_{t-1} W_t}{E_{t-1} A_t^{1+\varphi}} \right) (1 + \varphi) Y_{ss}^\varphi} \rightarrow \frac{\frac{P_t}{P_{t-1}}}{\frac{E_{t-1} P_t}{P_{t-1}}} = \left(\frac{W_t}{E_{t-1} W_t} \right) \left(\frac{E_{t-1} A_t}{A_t} \right)^{1+\varphi} \left(\frac{Y_t}{Y_{ss}} \right)^\varphi$$

Sea A_t la productividad total de los factores, y suponiendo que ésta permanece constante en el corto plazo en cuestión ($A_{t-1} = A_t = A_{t+1}$), y que los agentes conocen este hecho ($E_{t-1} A_t = A_t$); y sea W_t el nivel de los salarios nominales, los cuales son

²⁹ El problema de optimización es el mismo que sin expectativas. La diferencia está en que todas las variables ahora se enuncian en términos de sus valores esperados siguiendo la notación de Argandoña et al. (1996).

establecidos en $t-1$ por lo que su valor en t es conocido con certeza desde $t-1$ ($E_{t-1}W_t = W_t$), entonces se tiene que:

$$\frac{1 + \pi_t}{1 + E_{t-1}\pi_t} = \left(\frac{Y_t}{Y_{SS}}\right)^\varphi$$

Aplicando logaritmos, y siguiendo la notación $Y_{SS} \equiv \bar{Y}$, se tiene:

$$\pi_t - E_{t-1}\pi_t = \varphi(y_t - \bar{y})$$

Finalmente, sea $y_t - \bar{y} \equiv x_t$, y añadiendo un término de perturbación aleatorio, se tiene:

$$\pi_t = E_{t-1}\pi_t + \varphi(x_t) + v_t$$

Esta es la curva de Phillips Neokeynesiana. Otras versiones incluyen mayores complejidades, algunas incorporan la reacción de los agentes ante lo que esperan que haga el banco central frente a la brecha del producto y la inflación. La curva de Phillips normalmente se traza en el espacio (Desempleo, Inflación), cuando se traza en el espacio (Brecha del producto, Inflación) se le llama Oferta Agregada (Romer, 2006) u Oferta Agregada Dinámica (Mankiw, 2014).

La curva de Phillips u Oferta Agregada dice que, cuando el nivel de producción es distinto del nivel de largo plazo o estado estacionario, el nivel de precios será distinto del esperado y, por lo tanto, la tasa de inflación observada será distinta de la esperada. Esto ocurre como consecuencia del problema de información: en $t-1$ no se conoce el nivel de precios, pero se espera cierto nivel de precios y que el nivel de producción esté en su senda de largo plazo. Sin embargo, si por alguna razón el nivel de producción no es igual a su nivel de largo plazo, las presiones de costos provocarán que el nivel de precios suba o baje respecto de lo que se esperaba del nivel de precios cuando se esperaba que la economía se encontrara en su nivel de largo plazo.

Nótese que esta derivación ignora por completo las teorías que hacen referencia a problemas de negociación, antes bien descansa en un problema de información: incertidumbre respecto del futuro. Si los agentes pudieran predecir todas las perturbaciones aleatorias o conocieran toda la información sobre los determinantes

de los niveles de precios y de producción, podrían entonces predecir el nivel de precios exacto y el nivel de producción siempre sería igual a su nivel de largo plazo.

Asimismo, es importante notar que esta derivación obliga a interpretar la pendiente de la OAD, (el parámetro φ) de una forma muy específica: $\frac{1}{1+\varphi}$ son los rendimientos del factor trabajo, por lo que cuanto mayor es φ , significa que el trabajo tiene rendimientos marginales cada vez menores, por lo que un aumento de la brecha del producto se refleja en cada vez mayores costos marginales.

Anexo 4. Sistemas dinámicos y estabilidad del equilibrio

Las expectativas estáticas presentadas en el modelo siguen un proceso de caminata aleatoria sin desvío: se trata de un proceso autorregresivo de primer orden con un choque estocástico³⁰. Por ello, la Oferta Agregada Dinámica se desplaza cuando $\pi_t \neq \pi_{t-1}$. Sin embargo, para que el proceso inflacionario sea estacionario y el equilibrio sea estable es necesario que la inflación de equilibrio no tenga una raíz unitaria. Ahora bien, la inflación de equilibrio de corto plazo sigue un proceso de caminata aleatoria con desvío, es decir, sigue también un proceso autorregresivo de primer orden con choques estocásticos, pero con una constante añadida.

Como explican Larios, Álvarez y Quineche. (2017), los procesos de caminata aleatoria no son estacionarios en su estado original, pero pueden volverse estacionarios en sus primeras diferencias. Sin embargo, la simplificación para el análisis de estabilidad de la inflación de equilibrio en el corto plazo la ofrecen Sydsaeter y Hammond (1996, pp. 585-588)³¹:

Sea $\pi_t = a \pi_{t-1} + b \leftrightarrow \pi_t = a^t \left(\pi_0 - \frac{b}{1-a} \right) + \frac{b}{1-a}$, donde $a \neq 1$; y sea $\pi_{ss} = \frac{b}{1-a}$ un “estado de equilibrio” o “estado estacionario” para la ecuación anterior; entonces:

$$\pi_t - \pi_{ss} = a (\pi_{t-1} - \pi_{ss}) \leftrightarrow \pi_t - \pi_{ss} = a^t (\pi_0 - \pi_{ss})$$

Como $\pi_t - \pi_{ss}$ es la desviación del valor de π en t respecto de su valor del estado estacionario, entonces, para que $\pi_t - \pi_{ss} \rightarrow 0$, es necesario que $a^t (\pi_0 - \pi_{ss}) \rightarrow 0$. Si $\pi_0 \neq \pi_{ss}$, es necesario que $a^t \rightarrow 0$ cuando $t \rightarrow \infty$. Para que esto se cumpla, es necesario que $|a| < 1$.

En pocas palabras, cuando $i_t > 0$, el equilibrio es estable si:

$$\left| \frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right| < 1$$

³⁰ Larios, J.; Álvarez, V. y Quineche, R. (2017). *Fundamentos de econometría*. Ediciones de la U.

³¹ Sydsaeter, K. y Hammond, P. (1996). *Matemáticas para el análisis económico*. Prentice Hall.

Por otro lado, cuando $i_t = 0$, el equilibrio es estable si:

$$\left| \frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right| < 1$$

A continuación, se presentan todos los casos posibles de estabilidad del equilibrio de corto plazo:

Caso 1: Tasa de interés nominal positiva

$$i_t > 0$$

Caso 1.1: Convergencia al estado estacionario

$$\left| \frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right| < 1$$

Caso 1.1.1: Convergencia monótona

$$\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} > 0$$

Caso 1.1.1.1: Banco central reacciona para atemperar los ciclos económicos y cumple con el principio de Taylor: $\theta_Y, \theta_\pi > 0$.

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) > 0$$

Caso 1.1.1.2: Banco central no reacciona para atemperar los ciclos económicos ni cumple con el principio de Taylor: $\theta_Y, \theta_\pi < 0$.

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) < 0$$

Caso 1.1.2: Convergencia oscilatoria

$$\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} < 0$$

Caso 1.1.2.1: Banco central no reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y < 0$), pero cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi > 0$).

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) > 0$$

Caso 1.1.2.2: Banco central reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y > 0$), pero no cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi < 0$).

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) < 0$$

Caso 1.2: Divergencia respecto del estado estacionario.

$$\left| \frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} \right| > 1$$

Caso 1.2.1: Divergencia monótona.

$$\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} > 0$$

Caso 1.2.1.1: Banco central reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y > 0$), pero no cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi < 0$).

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g}\right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) > 0$$

Caso 1.2.1.2: Banco central no reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y < 0$), pero cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi > 0$).

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) < 0$$

Caso 1.2.2: Oscilaciones explosivas.

$$\frac{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) \theta_Y}{1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi)} < 0$$

Caso 1.2.2.1: Banco central no reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y < 0$), pero cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi > 0$).

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) > 0$$

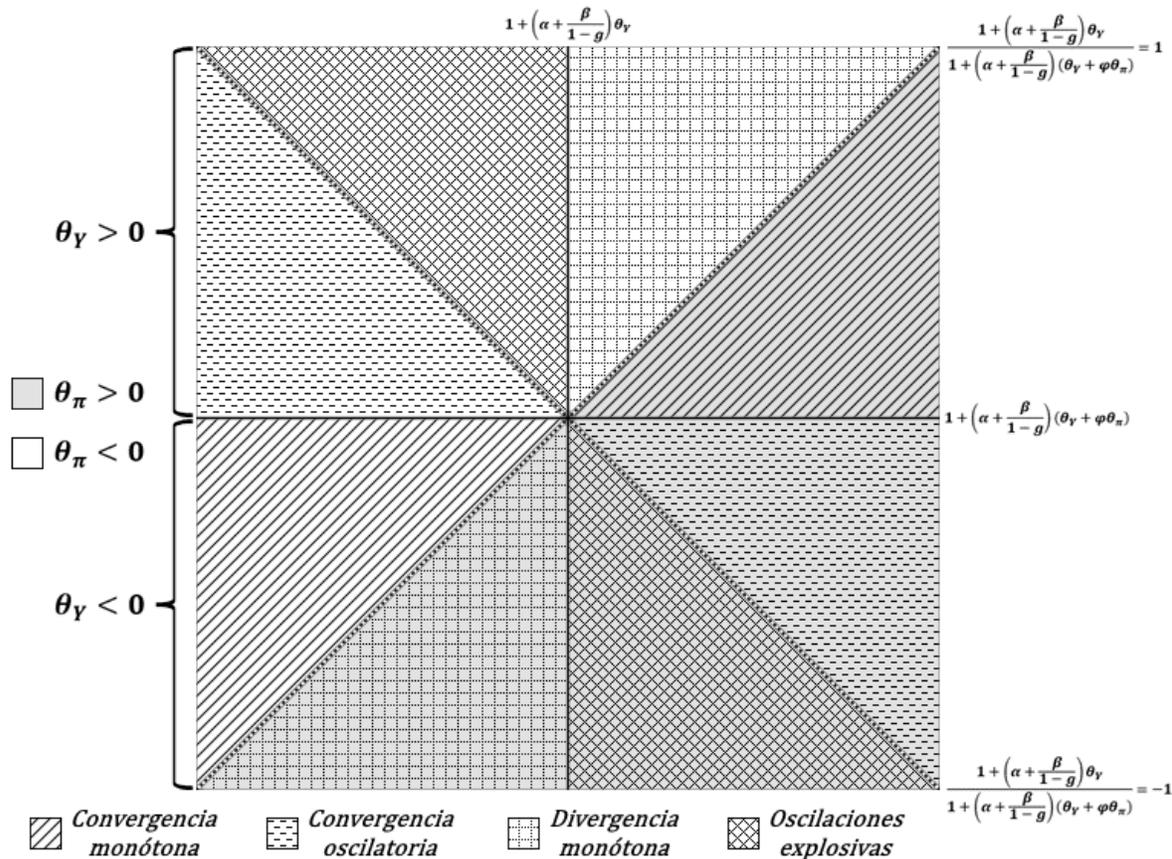
Caso 1.2.2.2: Banco central reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y > 0$), pero no cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi < 0$).

$$1 + \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right) (\theta_Y + \varphi \theta_\pi) < 0$$

En general, cuando la tasa de interés nominal es positiva:

Figura A4.1

Caracterización general de la estabilidad del equilibrio en el estado estacionario cuando la tasa de interés nominal es positiva



En la Figura A4.1 se expone la caracterización general de la estabilidad del equilibrio en el estado estacionario cuando la tasa de interés nominal es positiva. Los cuadrantes superiores contienen los casos en los que el banco central reacciona para atemperar los ciclos económicos ($\theta_Y > 0$), mientras que los cuadrantes inferiores contienen los casos en los que el banco central no reacciona o incluso responde exacerbando los ciclos ($\theta_Y < 0$). La región sombreada contiene los casos en los que el banco central cumple el principio de Taylor ($\theta_\pi > 0$), mientras que la región clara contiene los casos en los que el banco central no lo cumple ($\theta_\pi < 0$). Las diagonales

indican los casos en que $\left| \frac{1 + (\alpha + \frac{\beta}{1-g})\theta_Y}{1 + (\alpha + \frac{\beta}{1-g})(\theta_Y + \varphi\theta_\pi)} \right| = 1$, y separan los casos de equilibrios estables de los casos de equilibrios inestables. La diagonal de pendiente positiva es el caso de $\frac{1 + (\alpha + \frac{\beta}{1-g})\theta_Y}{1 + (\alpha + \frac{\beta}{1-g})(\theta_Y + \varphi\theta_\pi)} = 1$, y la diagonal de pendiente negativa es el caso de $\frac{1 + (\alpha + \frac{\beta}{1-g})\theta_Y}{1 + (\alpha + \frac{\beta}{1-g})(\theta_Y + \varphi\theta_\pi)} = -1$. Los 4 casos en los triángulos laterales son los casos de equilibrios estables, y los 2 casos en los triángulos superiores junto con los 2 casos en los triángulos inferiores son los casos de equilibrios inestables. El caso examinado en esta investigación es el único que se encuentra tanto en la región sombreada como en los cuadrantes superiores, y en los triángulos laterales, es decir, el caso 1.1.1.1, cuando el banco central reacciona para atemperar los ciclos económicos y cumple con el principio de Taylor ($\theta_Y, \theta_\pi > 0$), y el equilibrio en el estado estacionario es estable con convergencia monótona.

Caso 2: Tasa de interés nominal igual a cero

$$i_t = 0$$

Caso 2.1: Convergencia al estado estacionario

$$\left| \frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right| < 1$$

Caso 2.1.1: Convergencia monótona: pendientes de la OAD y de la DAD son de signo contrario.

$$\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} > 0$$

Caso 2.1.2: Convergencia oscilatoria: pendiente de la OAD es más del doble que la pendiente de la DAD.

$$\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} < 0$$

Caso 2.2: Divergencia respecto del estado estacionario

$$\left| \frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} \right| > 1$$

Caso 2.2.1: Divergencia monótona: pendiente de la OAD es menor que la pendiente de la DAD.

$$\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} > 0$$

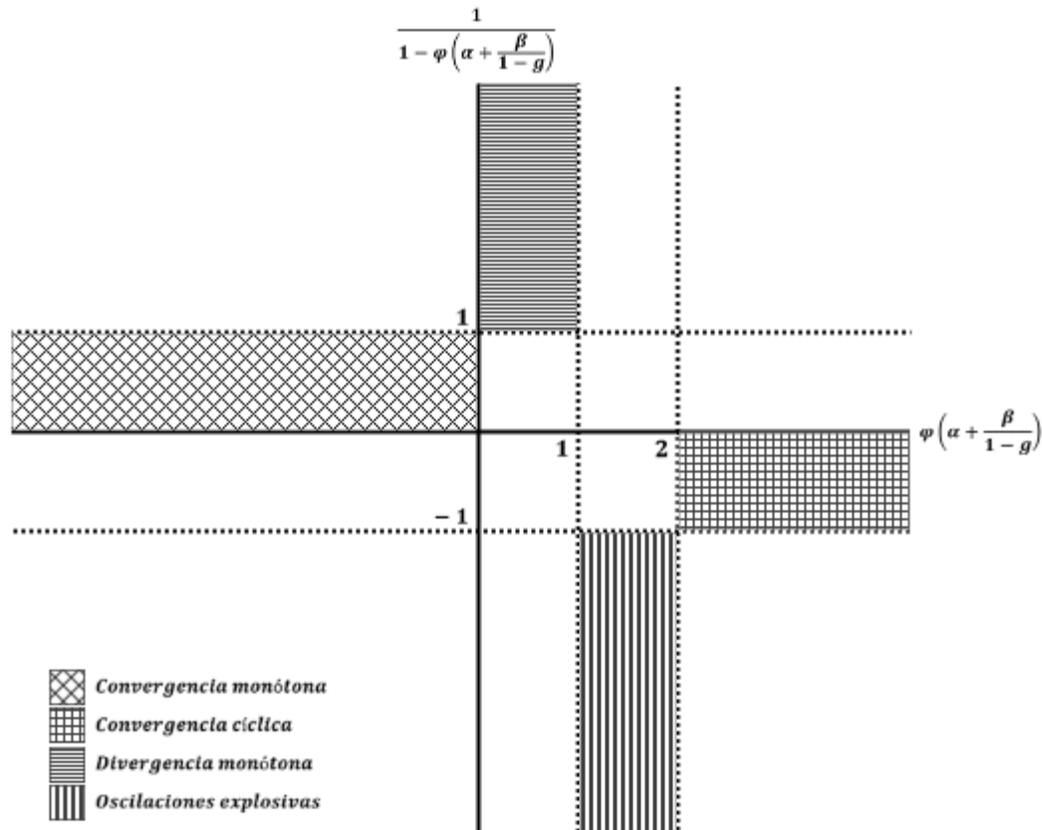
Caso 2.2.2: Oscilaciones explosivas: pendiente de la OAD es mayor que la pendiente de la DAD, pero es menor que el doble de ésta.

$$\frac{1}{1 - \varphi \left(\alpha + \frac{\beta}{1-g} \right)} < 0$$

En general, cuando la tasa de interés nominal es nula:

Figura A4.2

Caracterización general de la estabilidad del equilibrio en el estado estacionario cuando la tasa de interés nominal es igual a cero



En la Figura A4.2 se muestra la caracterización general de la estabilidad del equilibrio en el estado estacionario cuando la tasa de interés nominal es igual a cero. Esta figura está basada en Lizarazu (2015), sin embargo, la versión que aquí mostramos incorpora el hecho de que se trata de una economía abierta.

Anexo 5. Modelo con valores específicos de parámetros y variables

A.5.1. Banco central prioriza por igual empleo e inflación

En este caso, los parámetros θ_π y θ_Y son iguales.

Con los valores de los parámetros y las variables exógenas establecidos ($\theta_\pi = \theta_Y = 0.5$), la DAD queda como sigue:

A.5.1.1. Con $i > 0$:

$$\pi_t^{DAD|i>0} = -\left[\frac{29}{11}\right]x_t + \pi_t^o + \left[\frac{4}{11}\right](i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \left[\frac{18}{11}\right]\varepsilon_t$$

→

$$\pi_{t \neq 1}^{DAD|i>0} = -\left[\frac{29}{11}\right]x_t + 3$$

A.5.1.1.1. Con $\varepsilon_1 = 1$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=1}^{DAD|i>0} = -\left[\frac{29}{11}\right]x_t + \frac{51}{11}$$

A.5.1.1.2. Con $\varepsilon_1 = 3$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=3}^{DAD|i>0} = -\left[\frac{29}{11}\right]x_t + \frac{87}{11}$$

A.5.1.2. Con $i = 0$:

$$\pi_t^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - \left[\frac{9}{11}\right]\rho - \left[\frac{2}{11}\right](i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) - \left[\frac{9}{11}\right]\varepsilon_t$$

→

$$\pi_{t \neq 1}^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - 2$$

A.5.1.2.1. Con $\varepsilon_1 = 1$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=1}^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - \frac{31}{11}$$

A.5.1.2.2. Con $\varepsilon_1 = 3$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=3}^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11} \right] x_t - \frac{49}{11}$$

Por otro lado, la OAD queda como sigue:

$$\pi_t^{OAD} = \pi_{t-1} + [2] x_t + v_t \rightarrow \pi_{t-1} + [2] x_t$$

De esta manera, el equilibrio de corto plazo queda definido como sigue:

A.5.1.3. Con $i > 0$:

$$\pi_t^{i>0} = \left[\frac{29}{51} \right] \pi_{t-1} + \frac{22}{51} \pi_t^o + \frac{8}{51} (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \frac{36}{51} \varepsilon_t + \frac{29}{51} v_t$$

→

$$\pi_t^{i>0} = \left[\frac{29}{51} \right] \pi_{t-1} + \frac{22}{17} + \frac{12}{17} \varepsilon_t + \frac{29}{51} v_t$$

A.5.1.4. Con $i = 0$:

$$\pi_t^{i=0} = \left[\frac{-9}{13} \right] \pi_{t-1} + \frac{[-18]\rho - [4](i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) - [18]\varepsilon_t - [9]v_t}{13}$$

→

$$\pi_t^{i=0} = \left[\frac{-9}{13} \right] \pi_{t-1} - \frac{44}{13} - \frac{18}{13} \varepsilon_t - \frac{9}{13} v_t$$

Finalmente, el equilibrio en el estado estacionario es:

A.5.1.5. Con $i > 0$:

$$\pi_{ss}^{i>0} = 3$$

A.5.1.6. Con $i = 0$:

$$\pi_{ss}^{i=0} = -2$$

A.5.2. Banco central prioriza el empleo por encima de la inflación.

En este caso, el parámetro θ_Y es mayor que θ_π , es decir, $\theta_Y > \theta_\pi$.

Con los valores de los parámetros y las variables exógenas establecidos ($\theta_\pi = 0.4$ y $\theta_Y = 0.6$), la DAD queda como sigue:

A.5.2.1. Con $i > 0$:

$$\pi_t^{DAD|i>0} = -\left[\frac{39}{11}\right]x_t + \pi_t^o + \left[\frac{5}{11}\right](i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \left[\frac{45}{22}\right]\varepsilon_t$$

→

$$\pi_{t \neq 1}^{DAD|i>0} = -\left[\frac{39}{11}\right]x_t + 3$$

A.5.2.1.1. Con $\varepsilon_1 = 1$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=1}^{DAD|i>0} = -\left[\frac{39}{11}\right]x_t + \frac{111}{22}$$

A.5.2.1.2. Con $\varepsilon_1 = 3$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=3}^{DAD|i>0} = -\left[\frac{39}{11}\right]x_t + \frac{201}{22}$$

A.5.2.2. Con $i = 0$:

$$\pi_t^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - \left[\frac{9}{11}\right]\rho - \left[\frac{2}{11}\right](i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) - \left[\frac{9}{11}\right]\varepsilon_t$$

→

$$\pi_{t \neq 1}^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - 2$$

A.5.2.2.1. Con $\varepsilon_1 = 1$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=1}^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - \frac{31}{11}$$

A.5.2.2.2. Con $\varepsilon_1 = 3$:

$$\pi_{t=1|\varepsilon_1=3}^{DAD|i=0} = \left[\frac{9}{11}\right]x_t - \frac{49}{11}$$

Por otro lado, la OAD queda como sigue:

$$\pi_t^{OAD} = \pi_{t-1} + [2] x_t + v_t$$

→

$$\pi_{t|v_t=0}^{OAD} = \pi_{t-1} + [2] x_t$$

De esta manera, el equilibrio de corto plazo queda definido como sigue:

A.5.2.3. Con $i > 0$:

$$\pi_t^{i>0} = \left[\frac{39}{61} \right] \pi_{t-1} + \frac{22}{61} \pi_t^o + \frac{10}{61} (i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t - \rho) + \frac{45}{61} \varepsilon_t + \frac{39}{61} v_t$$

→

$$\pi_t^{i>0} = \left[\frac{39}{61} \right] \pi_{t-1} + \frac{66}{61} + \frac{45}{61} \varepsilon_t + \frac{39}{61} v_t$$

A.5.2.4. Con $i = 0$:

$$\pi_t^{i=0} = \left[\frac{-9}{13} \right] \pi_{t-1} + \frac{[-18]\rho - [4](i_t^* - \pi_t^* + \gamma_t) - [18]\varepsilon_t - [9]v_t}{13}$$

→

$$\pi_t^{i=0} = \left[\frac{-9}{13} \right] \pi_{t-1} - \frac{44}{13} - \frac{18}{13} \varepsilon_t - \frac{9}{13} v_t$$

Finalmente, el equilibrio en el estado estacionario es:

A.5.2.5. Con $i > 0$:

$$\pi_{ss}^{i>0} = 3$$

A.5.2.6. Con $i = 0$:

$$\pi_{ss}^{i=0} = -2$$

Anexo 6. Valores de simulaciones numéricas con $i = 0$ y $\theta_Y = \theta_\pi$

Parámetros			
α	1	β	0.2
θ_π	0.5	θ_Y	0.5
g	0.1	φ	2

Recuérdese que:

$$\alpha > 0 \quad \beta > 0 \quad \theta_\pi > 0 \quad \theta_Y > 0 \quad g \in (0,1) \quad \varphi > 0$$

Variables exógenas			
π_t^o	3	π_t^*	2
i_t^*	3	r_t^*	1
ρ	2	\bar{q}	0
γ_t	1	$\varepsilon_{t<0} = \varepsilon_{t>0}$	0
v_t	0	ε_1	1 y 3

A.6.1. Con $\varepsilon_1 = 1$

Período	Brecha del producto	Inflación (Observada)	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal (Observado)	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real (Observado)	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)
0	0.000	-2.000	-2.000	0.000	2.000	0.000	-	-	0.000	-	-
1	-0.692	-3.385	-2.000	0.000	3.385	-6.923	-6.923	-4.000	-1.538	-1.538	0.000
2	1.172	-1.041	-3.385	0.000	1.041	-7.361	-0.438	-4.000	1.065	2.604	1.385
3	-0.811	-2.664	-1.041	0.000	2.664	-13.827	-6.466	-4.000	-0.737	-1.802	-0.959
4	0.562	-1.541	-2.664	0.000	1.541	-16.120	-2.293	-4.000	0.510	1.248	0.664
5	-0.389	-2.318	-1.541	0.000	2.318	-21.302	-5.182	-4.000	-0.353	-0.864	-0.459
6	0.269	-1.780	-2.318	0.000	1.780	-24.483	-3.182	-4.000	0.245	0.598	0.318
7	-0.186	-2.152	-1.780	0.000	2.152	-29.050	-4.567	-4.000	-0.169	-0.414	-0.220
8	0.129	-1.894	-2.152	0.000	1.894	-32.658	-3.608	-4.000	0.117	0.287	0.152
9	-0.089	-2.073	-1.894	0.000	2.073	-36.929	-4.272	-4.000	-0.081	-0.198	-0.106
10	0.062	-1.949	-2.073	0.000	1.949	-40.741	-3.812	-4.000	0.056	0.137	0.073
11	-0.043	-2.035	-1.949	0.000	2.035	-44.871	-4.130	-4.000	-0.039	-0.095	-0.051
12	0.030	-1.976	-2.035	0.000	1.976	-48.781	-3.910	-4.000	0.027	0.066	0.035
13	-0.021	-2.017	-1.976	0.000	2.017	-52.844	-4.062	-4.000	-0.019	-0.046	-0.024
14	0.014	-1.988	-2.017	0.000	1.988	-56.801	-3.957	-4.000	0.013	0.032	0.017

15	-0.010	-2.008	-1.988	0.000	2.008	-60.830	-4.030	-4.000	-0.009	-0.022	-0.012
16	0.007	-1.994	-2.008	0.000	1.994	-64.810	-3.979	-4.000	0.006	0.015	0.008
17	-0.005	-2.004	-1.994	0.000	2.004	-68.824	-4.014	-4.000	-0.004	-0.010	-0.006
18	0.003	-1.997	-2.004	0.000	1.997	-72.814	-3.990	-4.000	0.003	0.007	0.004
19	-0.002	-2.002	-1.997	0.000	2.002	-76.821	-4.007	-4.000	-0.002	-0.005	-0.003
20	0.002	-1.999	-2.002	0.000	1.999	-80.816	-3.995	-4.000	0.001	0.003	0.002

A.6.2. Con $\varepsilon_1 = 3$

Período	Brecha del producto	Inflación (Observada)	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal (Observado)	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real (Observado)	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)
0	0.000	-2.000	-2.000	0.000	2.000	0.000	-	-	0.000	-	-
1	-2.077	-6.154	-2.000	0.000	6.154	-12.769	-12.769	-4.000	-4.615	-4.615	0.000
2	3.515	0.876	-6.154	0.000	-0.876	-6.083	6.686	-4.000	3.195	7.811	4.154
3	-2.433	-3.991	0.876	0.000	3.991	-17.481	-11.398	-4.000	-2.212	-5.407	-2.876
4	1.685	-0.622	-3.991	0.000	0.622	-16.359	1.122	-4.000	1.531	3.744	1.991
5	-1.166	-2.954	-0.622	0.000	2.954	-23.905	-7.546	-4.000	-1.060	-2.592	-1.378
6	0.807	-1.339	-2.954	0.000	1.339	-25.450	-1.545	-4.000	0.734	1.794	0.954
7	-0.559	-2.457	-1.339	0.000	2.457	-31.150	-5.700	-4.000	-0.508	-1.242	-0.661
8	0.387	-1.683	-2.457	0.000	1.683	-33.973	-2.823	-4.000	0.352	0.860	0.457
9	-0.268	-2.219	-1.683	0.000	2.219	-38.788	-4.815	-4.000	-0.244	-0.595	-0.317
10	0.185	-1.848	-2.219	0.000	1.848	-42.224	-3.436	-4.000	0.169	0.412	0.219
11	-0.128	-2.105	-1.848	0.000	2.105	-46.614	-4.390	-4.000	-0.117	-0.285	-0.152
12	0.089	-1.927	-2.105	0.000	1.927	-50.344	-3.730	-4.000	0.081	0.198	0.105
13	-0.062	-2.050	-1.927	0.000	2.050	-54.531	-4.187	-4.000	-0.056	-0.137	-0.073
14	0.043	-1.965	-2.050	0.000	1.965	-58.402	-3.870	-4.000	0.039	0.095	0.050
15	-0.029	-2.024	-1.965	0.000	2.024	-62.491	-4.090	-4.000	-0.027	-0.066	-0.035
16	0.020	-1.983	-2.024	0.000	1.983	-66.429	-3.938	-4.000	0.019	0.045	0.024
17	-0.014	-2.012	-1.983	0.000	2.012	-70.472	-4.043	-4.000	-0.013	-0.031	-0.017
18	0.010	-1.992	-2.012	0.000	1.992	-74.442	-3.970	-4.000	0.009	0.022	0.012
19	-0.007	-2.006	-1.992	0.000	2.006	-78.463	-4.021	-4.000	-0.006	-0.015	-0.008
20	0.005	-1.996	-2.006	0.000	1.996	-82.449	-3.986	-4.000	0.004	0.010	0.006

Anexo 7. Valores de simulaciones numéricas con $i > 0$ y $\theta_Y = \theta_\pi$

Parámetros			
α	1	β	0.2
θ_π	0.5	θ_Y	0.5
G	0.1	φ	2

Recuérdese que:

$$\alpha > 0 \quad \beta > 0 \quad \theta_\pi > 0 \quad \theta_Y > 0 \quad g \in (0,1) \quad \varphi > 0$$

Variables exógenas			
π_t^o	3	π_t^*	2
i_t^*	3	r_t^*	1
ρ	2	\bar{q}	0
γ_t	1	$\varepsilon_{t<0} = \varepsilon_{t>0}$	0
ν_t	0	ε_1	1 y 3

A.7.1. Con $\varepsilon_1 = 1$

Periodo	Brecha del producto	Inflación	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal (Observado)	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real (Observado)	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)
0	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	0.000	-	-	0.000	-	-
1	0.353	3.706	3.000	6.235	2.529	1.118	1.118	1.000	-0.588	-0.588	0.000
2	-0.152	3.401	3.706	5.526	2.125	2.969	1.851	2.235	-0.138	0.450	0.529
3	-0.087	3.228	3.401	5.299	2.071	4.257	1.288	1.526	-0.079	0.060	0.125
4	-0.049	3.130	3.228	5.170	2.040	5.421	1.164	1.299	-0.045	0.034	0.071
5	-0.028	3.074	3.130	5.097	2.023	6.514	1.093	1.170	-0.025	0.019	0.040
6	-0.016	3.042	3.074	5.055	2.013	7.567	1.053	1.097	-0.014	0.011	0.023
7	-0.009	3.024	3.042	5.031	2.007	8.597	1.030	1.055	-0.008	0.006	0.013
8	-0.005	3.014	3.024	5.018	2.004	9.614	1.017	1.031	-0.005	0.004	0.007
9	-0.003	3.008	3.014	5.010	2.002	10.624	1.010	1.018	-0.003	0.002	0.004
10	-0.002	3.004	3.008	5.006	2.001	11.629	1.006	1.010	-0.002	0.001	0.002
11	-0.001	3.002	3.004	5.003	2.001	12.632	1.003	1.006	-0.001	0.001	0.001
12	-0.001	3.001	3.002	5.002	2.000	13.634	1.002	1.003	0.000	0.000	0.001

13	0.000	3.001	3.001	5.001	2.000	14.635	1.001	1.002	0.000	0.000	0.000
14	0.000	3.000	3.001	5.001	2.000	15.636	1.001	1.001	0.000	0.000	0.000
15	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	16.636	1.000	1.001	0.000	0.000	0.000
16	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	17.636	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	18.636	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	19.636	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	20.636	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	21.636	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000

A.7.2. Con $\varepsilon_1 = 3$

Período	Brecha del producto	Inflación (Observada)	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal (Observado)	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)
0	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	0.000	-	-	0.000	-	-
1	1.059	5.118	3.000	8.706	3.588	1.353	1.353	1.000	-1.765	-1.765	0.000
2	-0.457	4.204	5.118	6.578	2.374	4.907	3.554	4.706	-0.415	1.349	1.588
3	-0.260	3.685	4.204	5.897	2.212	6.770	1.864	2.578	-0.236	0.179	0.374
4	-0.148	3.389	3.685	5.510	2.121	8.262	1.491	1.897	-0.134	0.102	0.212
5	-0.084	3.221	3.389	5.290	2.069	9.541	1.279	1.510	-0.076	0.058	0.121
6	-0.048	3.126	3.221	5.165	2.039	10.700	1.159	1.290	-0.043	0.033	0.069
7	-0.027	3.072	3.126	5.094	2.022	11.790	1.090	1.165	-0.025	0.019	0.039
8	-0.015	3.041	3.072	5.053	2.013	12.841	1.051	1.094	-0.014	0.011	0.022
9	-0.009	3.023	3.041	5.030	2.007	13.871	1.029	1.053	-0.008	0.006	0.013
10	-0.005	3.013	3.023	5.017	2.004	14.887	1.017	1.030	-0.005	0.003	0.007
11	-0.003	3.007	3.013	5.010	2.002	15.897	1.009	1.017	-0.003	0.002	0.004
12	-0.002	3.004	3.007	5.006	2.001	16.902	1.005	1.010	-0.001	0.001	0.002
13	-0.001	3.002	3.004	5.003	2.001	17.905	1.003	1.006	-0.001	0.001	0.001
14	-0.001	3.001	3.002	5.002	2.000	18.907	1.002	1.003	0.000	0.000	0.001
15	0.000	3.001	3.001	5.001	2.000	19.908	1.001	1.002	0.000	0.000	0.000
16	0.000	3.000	3.001	5.001	2.000	20.908	1.001	1.001	0.000	0.000	0.000
17	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	21.909	1.000	1.001	0.000	0.000	0.000
18	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	22.909	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	23.909	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	24.909	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000

Anexo 8. Simulaciones numéricas de salida de la trampa de la liquidez con

$$\varepsilon_1 = 3$$

A.8.1. Con $\theta_Y = \theta_\pi$

Periodo	Restricción ZLB	Brecha del producto	Inflación (Observada)	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)
0	Menor	0.000	-2.000	-2.000	0.000	2.000	0.000	-	-	0.000	-	-
1	Menor	-2.077	-6.154	-2.000	0.000	6.154	-12.769	-12.769	-4.000	-4.615	-4.615	0.000
2	Mayor	3.515	0.876	-6.154	0.000	-0.876	-6.083	6.686	-4.000	3.195	7.811	4.154
3	Mayor	0.458	1.792	0.876	3.417	1.625	-9.069	-2.987	-4.000	0.417	-2.779	-2.876
4	Mayor	0.261	2.313	1.792	4.100	1.787	-8.936	0.133	-0.583	0.237	-0.180	-0.375
5	Mayor	0.148	2.609	2.313	4.488	1.879	-8.429	0.507	0.100	0.135	-0.102	-0.213
6	Mayor	0.084	2.778	2.609	4.709	1.931	-7.709	0.720	0.488	0.077	-0.058	-0.121
7	Mayor	0.048	2.874	2.778	4.835	1.961	-6.868	0.841	0.709	0.044	-0.033	-0.069
8	Mayor	0.027	2.928	2.874	4.906	1.978	-5.959	0.909	0.835	0.025	-0.019	-0.039
9	Mayor	0.015	2.959	2.928	4.946	1.987	-5.010	0.948	0.906	0.014	-0.011	-0.022
10	Mayor	0.009	2.977	2.959	4.970	1.993	-4.040	0.971	0.946	0.008	-0.006	-0.013
11	Mayor	0.005	2.987	2.977	4.983	1.996	-3.056	0.983	0.970	0.005	-0.003	-0.007
12	Mayor	0.003	2.992	2.987	4.990	1.998	-2.066	0.991	0.983	0.003	-0.002	-0.004
13	Mayor	0.002	2.996	2.992	4.994	1.999	-1.071	0.995	0.990	0.001	-0.001	-0.002
14	Mayor	0.001	2.998	2.996	4.997	1.999	-0.074	0.997	0.994	0.001	-0.001	-0.001
15	Mayor	0.001	2.999	2.998	4.998	2.000	0.924	0.998	0.997	0.000	0.000	-0.001
16	Mayor	0.000	2.999	2.999	4.999	2.000	1.923	0.999	0.998	0.000	0.000	0.000
17	Mayor	0.000	3.000	2.999	4.999	2.000	2.922	0.999	0.999	0.000	0.000	0.000
18	Mayor	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	3.922	1.000	0.999	0.000	0.000	0.000
19	Mayor	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	4.922	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
20	Mayor	0.000	3.000	3.000	5.000	2.000	5.922	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000

A.8.2. Con $\theta_Y > \theta_\pi$

Periodo	Restricción ZLB	Brecha del producto	Inflación (Observada)	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)
0	Menor	0.000	-2.000	-2.000	-2.000	0.000	0.000	-	-	2.222	-	-
1	Menor	-2.077	-6.154	-2.000	-9.062	-2.908	-2.701	-2.701	-6.000	5.453	3.231	-2.000
2	Mayor	3.515	0.876	-6.154	4.135	3.259	-	-7.976	-13.062	-1.399	-6.852	-4.908
							10.677					
3	Mayor	0.383	1.642	0.876	3.328	1.687	-9.288	1.389	0.135	0.348	1.747	1.259
4	Mayor	0.245	2.132	1.642	3.931	1.800	-9.282	0.006	-0.672	0.223	-0.126	-0.313
5	Mayor	0.157	2.445	2.132	4.317	1.872	-8.917	0.365	-0.069	0.142	-0.080	-0.200
6	Mayor	0.100	2.645	2.445	4.563	1.918	-8.324	0.594	0.317	0.091	-0.051	-0.128
7	Mayor	0.064	2.773	2.645	4.721	1.948	-7.583	0.740	0.563	0.058	-0.033	-0.082
8	Mayor	0.041	2.855	2.773	4.821	1.967	-6.749	0.834	0.721	0.037	-0.021	-0.052
9	Mayor	0.026	2.907	2.855	4.886	1.979	-5.856	0.894	0.821	0.024	-0.013	-0.033
10	Mayor	0.017	2.941	2.907	4.927	1.986	-4.924	0.932	0.886	0.015	-0.009	-0.021
11	Mayor	0.011	2.962	2.941	4.953	1.991	-3.967	0.957	0.927	0.010	-0.005	-0.014
12	Mayor	0.007	2.976	2.962	4.970	1.994	-2.995	0.972	0.953	0.006	-0.004	-0.009
13	Mayor	0.004	2.985	2.976	4.981	1.996	-2.012	0.982	0.970	0.004	-0.002	-0.006
14	Mayor	0.003	2.990	2.985	4.988	1.998	-1.024	0.989	0.981	0.003	-0.001	-0.004
15	Mayor	0.002	2.994	2.990	4.992	1.999	-0.031	0.993	0.988	0.002	-0.001	-0.002
16	Mayor	0.001	2.996	2.994	4.995	1.999	0.964	0.995	0.992	0.001	-0.001	-0.001
17	Mayor	0.001	2.997	2.996	4.997	1.999	1.961	0.997	0.995	0.001	0.000	-0.001
18	Mayor	0.000	2.998	2.997	4.998	2.000	2.960	0.998	0.997	0.000	0.000	-0.001
19	Mayor	0.000	2.999	2.998	4.999	2.000	3.958	0.999	0.998	0.000	0.000	0.000
20	Mayor	0.000	2.999	2.999	4.999	2.000	4.958	0.999	0.999	0.000	0.000	0.000

Anexo 9. Tasas de interés nominal recomendadas en la trampa de la liquidez cuando hay choques positivos de demanda

<i>Período</i>	$\theta_Y = \theta_\pi = 0.5$		$(\theta_Y = 0.6) > (\theta_\pi = 0.4)$	
	$\varepsilon_1 = 1$	$\varepsilon_1 = 3$	$\varepsilon_1 = 1$	$\varepsilon_1 = 3$
0	-2.5	-2.5	-2	-2
1	-4.923	-9.769	-4.354	-9.062
2	-0.476	3.571	0.045	4.135
3	-3.901	-6.703	-3.416	-6.247
4	-1.530	0.410	-1.020	0.940
5	-3.171	-4.514	-2.679	-4.036
6	-2.035	-1.105	-1.530	-0.591
7	-2.822	-3.466	-2.325	-2.976
8	-2.277	-1.832	-1.775	-1.325
9	-2.654	-2.963	-2.156	-2.468
10	-2.393	-2.180	-1.892	-1.676
11	-2.574	-2.722	-2.075	-2.224
12	-2.449	-2.346	-1.948	-1.845
13	-2.535	-2.606	-2.036	-2.107
14	-2.475	-2.426	-1.975	-1.926
15	-2.517	-2.551	-2.017	-2.051
16	-2.488	-2.465	-1.988	-1.964
17	-2.508	-2.524	-2.008	-2.025
18	-2.494	-2.483	-1.994	-1.983
19	-2.504	-2.512	-2.004	-2.012
20	-2.497	-2.492	-1.997	-1.992
21	-2.502	-2.506	-2.002	-2.006
22	-2.499	-2.496	-1.999	-1.996
23	-2.501	-2.503	-2.001	-2.003
24	-2.499	-2.498	-1.999	-1.998
25	-2.500	-2.501	-2.000	-2.001
26	-2.500	-2.499	-2.000	-1.999
27	-2.500	-2.501	-2.000	-2.001
28	-2.500	-2.500	-2.000	-2.000
29	-2.500	-2.500	-2.000	-2.000
30	-2.500	-2.500	-2.000	-2.000

**Anexo 10. Simulaciones numéricas de salida de la trampa de la liquidez
con credibilidad temporal del banco central cuando $\theta_Y > \theta_\pi$**

Periodo	Restricción ZLB	Brecha del producto	Inflación (Observada)	Inflación (Esperada)	Tasa de interés nominal	Tasa de interés real	Tipo de cambio nominal	Tasa de depreciación nominal (Observada)	Tasa de depreciación nominal (Esperada)	Tipo de cambio real	Tasa de depreciación real (Observada)	Tasa de depreciación real (Esperada)	Delta
0	VERDADERO	0	-2	-2	0	2	0	-	-	0	-	-	0
1	VERDADERO	-0.968	-3.435	-1.5	0	3.435	-7.030	-7.030	-4.000	-1.595	-1.595	0.000	0.1
2	FALSO	1.214	-1.006	-3.435	0	1.006	-7.338	-0.308	-4.000	1.104	2.699	1.435	0
3	FALSO	0.722	0.439	-1.006	1.847	1.409	-9.346	-2.009	-4.000	0.657	-0.447	-0.994	0
4	FALSO	0.462	1.362	0.439	2.984	1.622	-10.221	-0.875	-2.153	0.420	-0.237	-0.591	0
5	FALSO	0.295	1.953	1.362	3.711	1.758	-10.419	-0.198	-1.016	0.268	-0.151	-0.378	0
6	FALSO	0.189	2.331	1.953	4.176	1.846	-10.186	0.234	-0.289	0.172	-0.097	-0.242	0
7	FALSO	0.121	2.572	2.331	4.473	1.901	-9.675	0.510	0.176	0.110	-0.062	-0.154	0
8	FALSO	0.077	2.726	2.572	4.663	1.937	-8.989	0.687	0.473	0.070	-0.040	-0.099	0
9	FALSO	0.049	2.825	2.726	4.785	1.960	-8.189	0.800	0.663	0.045	-0.025	-0.063	0
10	FALSO	0.032	2.888	2.825	4.862	1.974	-7.317	0.872	0.785	0.029	-0.016	-0.040	0
11	FALSO	0.020	2.928	2.888	4.912	1.983	-6.399	0.918	0.862	0.018	-0.010	-0.026	0
12	FALSO	0.013	2.954	2.928	4.944	1.989	-5.451	0.948	0.912	0.012	-0.007	-0.017	0
13	FALSO	0.008	2.971	2.954	4.964	1.993	-4.485	0.967	0.944	0.007	-0.004	-0.011	0
14	FALSO	0.005	2.981	2.971	4.977	1.996	-3.506	0.979	0.964	0.005	-0.003	-0.007	0
15	FALSO	0.003	2.988	2.981	4.985	1.997	-2.520	0.986	0.977	0.003	-0.002	-0.004	0
16	FALSO	0.002	2.992	2.988	4.991	1.998	-1.528	0.991	0.985	0.002	-0.001	-0.003	0
17	FALSO	0.001	2.995	2.992	4.994	1.999	-0.534	0.994	0.991	0.001	-0.001	-0.002	0
18	FALSO	0.001	2.997	2.995	4.996	1.999	0.462	0.996	0.994	0.001	0.000	-0.001	0
19	FALSO	0.001	2.998	2.997	4.998	2.000	1.460	0.998	0.996	0.001	0.000	-0.001	0
20	FALSO	0.000	2.999	2.998	4.998	2.000	2.459	0.999	0.998	0.000	0.000	0.000	0

Anexo 11. Tasas de interés nominal recomendadas en la trampa de la liquidez cuando hay modificaciones en el mecanismo de formación de expectativas

Período	$\delta_{t=1} = 0.1$	
	$\theta_Y = \theta_\pi = 0.5$	$(\theta_Y = 0.6) > (\theta_\pi = 0.4)$
0	-2.5	-2
1	-5.137	-4.590
2	-0.402	0.120
3	-3.952	-3.467
4	-1.495	-0.984
5	-3.196	-2.703
6	-2.018	-1.513
7	-2.834	-2.337
8	-2.269	-1.767
9	-2.660	-2.162
10	-2.389	-1.888
11	-2.577	-2.077
12	-2.447	-1.946
13	-2.537	-2.037
14	-2.475	-1.974
15	-2.518	-2.018
16	-2.488	-1.988
17	-2.508	-2.009
18	-2.494	-1.994
19	-2.504	-2.004
20	-2.497	-1.997
21	-2.502	-2.002
22	-2.499	-1.999
23	-2.501	-2.001
24	-2.499	-1.999
25	-2.500	-2.000
26	-2.500	-2.000
27	-2.500	-2.000
28	-2.500	-2.000
29	-2.500	-2.000
30	-2.500	-2.000