

ESTIMACIÓN DE LA TASA DE INTERÉS NEUTRAL, DESEMPLEO E INFLACIÓN EN MÉXICO

Armando Sánchez Vargas¹

Instituto de Investigaciones Económicas de la
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, México)
Correo electrónico: armando_sanchez123@hotmail.com

Recibido el 27 de agosto de 2019; aceptado el 4 de noviembre de 2019.

RESUMEN

¿Cuáles son los mecanismos de transmisión que determinan a la tasa de interés neutral que sirve de referencia para establecer la postura de política monetaria del Banco Central? Se analiza el papel de la tasa de desocupación y la inflación en la determinación de la tasa de interés neutral. La conclusión es que el Banco de México podría tomar una postura de política monetaria más expansiva sin generar presiones inflacionarias. La tasa de interés se calcula con: 1) la regla de Taylor y un sistema de ecuaciones simultáneas integrado y 2) la paridad de tasas de interés. Los resultados sugieren que la tasa de interés neutral cambia a través de dos mecanismos: 1) de manera indirecta cuando se presenta una variación en la tasa

¹ El artículo es un resultado colateral del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), Proyecto IN302419, y del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME), Proyecto PE310919, ambos de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM. El autor agradece a José Manuel Márquez Estrada, Eric Hernández Ramírez, Débora Martínez Ventura, Ruth Martínez Ventura, Gonzalo Curiel Vázquez y Lizeth Guerrero González por su asistencia técnica.

<http://dx.doi.org/10.22201/fe.01851667p.2020.311.72434>

de desocupación, lo que genera un cambio en la inflación y, por tanto, un desplazamiento de la tasa neutral, y 2) de manera directa cuando hay una reducción en la brecha del producto interno bruto.

Palabras clave: modelo de ecuaciones simultáneas, tasa de interés neutral, política monetaria.

Clasificación JEL: C32, E43, E51, E52, E58.

ESTIMATION OF THE NEUTRAL INTEREST RATE, UNEMPLOYMENT AND INFLATION IN MEXICO

ABSTRACT

What are the transmission mechanisms determining the neutral rate of interest that serves as a reference to establish the monetary policy stance of the Central Bank? We analyze the role of unemployment and inflation in determining such neutral rate. We conclude that the Banco de México could take a more expansive monetary policy stance without generating inflationary pressures. The rate is calculated using two methods: 1) the Taylor rule and a cointegrated simultaneous equations system and 2) the interest rate parity. Our results suggest that the neutral interest rate changes through two mechanisms: 1) indirectly when there is a variation in the unemployment rate, which generates a change in inflation and, therefore, a shift in the neutral rate and 2) directly when there is a reduction in the Gross Domestic Product gap.

Keywords: Simultaneous equation model, neutral interest rate, monetary policy.

JEL classification: C32, E43, E51, E52, E58.

1. INTRODUCCIÓN

Los elementos fundamentales de la política monetaria son dos, un objetivo de inflación y el instrumento para alcanzar esa meta. El arreglo institucional conforme al cual el Banco Central realiza su función principal suele conferir a éste autonomía en la definición del objetivo y/o en la elección del instrumento. En el modelo de banca central predominante en la actualidad, la tasa de interés es el instrumento que utiliza la autoridad monetaria. La conmemoración del 25 aniversario

de la independencia del Banco de México brinda una ocasión singular para estimar los determinantes de la tasa de interés neutral que sirve de referencia para establecer la postura de su política monetaria.

Wicksell (1898, 1907) fue uno de los pioneros en desarrollar un marco teórico sobre cómo la tasa de interés actúa como reguladora de los precios y permite mantener un nivel estable de los mismos. De acuerdo con Wicksell, el Banco Central debe seguir una regla de política monetaria que consiste en incrementar (disminuir) la tasa de interés cuando los precios aumentan (disminuyen) con la finalidad de mantenerlos estables (Perrotini, 2007, p. 74; García y Perrotini, 2014, pp. 28-39). El Banco de México sigue una regla de política monetaria para alcanzar sus metas de inflación. Su principal instrumento de política monetaria es la tasa de interés interbancaria a un día (TIIE). El efecto generado por los cambios en la tasa de política monetaria (TPM) afectan a la inflación y se propagan en la economía a través de los diversos canales de transmisión (demanda agregada, crédito, tasas de interés, entre otros) [Banco de México, 2016, pp. 47-52].

Con la finalidad de decidir su postura de política monetaria, el Banco Central puede utilizar como referencia la estimación de la tasa de interés neutral, conocida también como tasa natural. Esta tasa se define como aquella que prevalece cuando el producto se encuentra en su nivel potencial y la inflación converge a la meta de la autoridad monetaria (Laubach y Williams, 2003; Carrillo *et al.*, 2018; Galí, 2002). De acuerdo con Calderón y Gallego (2002, p. 65), los bancos centrales toman en consideración la diferencia entre la tasa de interés real de corto plazo y la tasa de interés neutral (r^*) para determinar qué tan expansiva o contractiva será su política. Cuando la TPM se encuentra por arriba de la tasa neutral de equilibrio la postura del Banco Central es contractiva, mientras que cuando la TPM se encuentra por debajo de dicha tasa su postura es expansiva. Dado que la tasa de interés neutral es una variable no observable, su valor se aproxima mediante técnicas econométricas que van desde los modelos estructurales hasta los modelos de equilibrio general computable (Carrillo *et al.*, 2018; Barsky, Justiniano y Melosi, 2014; Curdia *et al.*, 2015; Giammarioli y Valla, 2004). Incluso, su valor puede variar en el tiempo debido a cambios estructurales y transitorios como el crecimiento potencial de la economía, que depende del crecimiento demográfico, la evolución de la productividad total de los

factores, las preferencias de ahorro y la aversión al riesgo (Banco de México, 2019, p. 62).

En este artículo intentamos responder a las siguientes preguntas: ¿cuáles son los mecanismos de transmisión que determinan los cambios en la tasa de interés neutral nominal?, ¿cuál es el valor de la tasa de interés nominal neutral en México? y ¿cuál debería ser la postura de política monetaria en los próximos años según el valor estimado de esa tasa neutral? Así, se estima la tasa de interés neutral para México y se enfatiza el papel que juega el mecanismo de transmisión empírico que existe entre el nivel de desempleo, la inflación y la tasa de interés neutral en la economía mexicana.

Para asegurar la robustez de las estimaciones de esa tasa de interés se utilizan dos métodos: el primero estriba en la estimación de la regla de Taylor con base en un sistema de ecuaciones simultáneas (SES) cointegrado y el segundo se apoya en la estimación del valor de la tasa de interés neutral haciendo uso de la ecuación de la teoría de la paridad de tasas de interés. Los resultados son estadísticamente robustos y muestran que la tasa de interés neutral en México cambia a través de dos mecanismos: 1) de manera indirecta cuando se presenta una variación en la tasa de desocupación de la economía, lo que genera un cambio en la inflación y, por tanto, un desplazamiento de la tasa de interés neutral que debe prevalecer en la economía, y 2) de manera directa cuando existe una reducción en la distancia del producto interno bruto (PIB) real en relación con el PIB potencial. Nuestras estimaciones sugieren que la tasa de interés neutral se encuentra por debajo de la TPM de manera consistente en el periodo de estudio, lo que sugiere que el Banco Central puede reducir la TPM en al menos 100 puntos base sin que surjan presiones inflacionarias. Existe evidencia, que surge del sistema de ecuaciones simultáneas cointegrado, de que la tasa de interés neutral permanece por debajo de la TPM durante el periodo de estudio (2019-2024) debido a un aumento de la desocupación y el bajo nivel de crecimiento económico en México que se reflejan en bajos niveles de inflación.

El artículo se estructura de la siguiente manera: en la segunda sección se presentan los enfoques teóricos que serán utilizados para estimar la tasa de interés neutral: la regla de Taylor y la teoría de la paridad de tasas de interés. La tercera sección describe la curva de Phillips que permite vincular la tasa de desocupación como determinante de la inflación y,

en consecuencia, de la brecha de inflación que afecta la estimación de la tasa de interés neutral cuando se usa la regla de Taylor en un SES cointegrado. En la cuarta sección se analizan los datos y las metodologías empíricas que se emplearán en las estimaciones. La quinta sección ofrece una discusión sobre los principales hallazgos encontrados. Finalmente, la sexta sección es la conclusión.

2. ENFOQUES SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA TASA NEUTRAL

La tasa de interés neutral es la tasa consistente con el pleno empleo en ausencia de rigideces nominales (Galí, 2002, p. 7). En la literatura empírica se han realizado diversos análisis para aproximar el valor de la tasa neutral, tales como la teoría de la paridad de tasas de interés y la regla de Taylor. A continuación se describen estos dos enfoques:

a) Paridad de tasas de interés

Este enfoque es más apropiado para economías pequeñas y abiertas que se encuentran en condiciones de pleno empleo. Con base en esta metodología, la tasa de interés neutral (*TIN*) es igual a la tasa de interés externa (r^{**}) ajustada por las expectativas de depreciación del tipo de cambio real ($E(e)$), los impuestos a los flujos de capitales (τ), la prima por riesgo soberano (ρ) y el riesgo cambiario (μ):

$$TIN = r^{**} + E(e) + \tau + \rho + \mu \quad [1]$$

b) Regla de Taylor

Es el método más utilizado para estimar la tasa neutral debido a que considera los fundamentales de la economía (Taylor, 1993, pp. 195-214). La regla se basa en la función de reacción del Banco Central, ecuación [2], que especifica que la TPM (r_t) se ajusta en respuesta a la desviación de la inflación respecto a la meta del Banco Central ($\pi - \bar{\pi}$) y la desviación del producto respecto a su nivel potencial ($y - \bar{y}$). Entonces, r_t puede expresarse como:

$$r_t = r_t^* + \beta(\pi_t - \pi_t^*) + \theta(y_t - y_t^*) \quad [2]$$

donde r_t^* es la tasa neutral, β y θ indican las ponderaciones que el Banco Central le atribuye a la brecha de inflación y a la brecha de producto respectivamente. Dichas ponderaciones están asociadas al mandato que siguen los bancos centrales. De acuerdo con la ecuación [2], la TPM r_t aumentará cuando la inflación y el nivel de producto superen la meta de inflación y el nivel del producto potencial, respectivamente, y bajará en caso contrario. Existe también una versión de la regla de Taylor que incorpora las expectativas de inflación (π_{t+1}^e):

$$r_t = r_t^* + \pi_{t+1}^e + \beta(\pi_t - \pi_t^*) + \theta(y_t - y_t^*) \quad [3]$$

A partir de la ecuación [2] podría aproximarse la tasa de interés nominal neutral de largo plazo mediante una estimación econométrica de:

$$r_t^* = r_t - \beta(\pi_t - \pi_t^*) - \theta(y_t - y_t^*) \quad [4]$$

Dado que la tasa de interés neutral (r_t^*) está determinada por la desviación de la inflación respecto a su meta ($\pi_t - \pi_t^*$), se requiere estimar también la ecuación de la curva de Phillips, que incluye los determinantes de la inflación (π_t).

3. LA CURVA DE PHILLIPS Y SU RELACIÓN CON LA TASA NEUTRAL

Phillips (1958, pp. 283-299) realizó un estudio empírico donde encontró la existencia de una relación inversa entre la tasa de desempleo y la variación de los salarios nominales. Samuelson y Solow (1960, pp. 177-194) replicaron el trabajo de Phillips (1958) para la economía norteamericana, empleando la tasa de inflación en lugar de los salarios nominales. A finales de esa década, Friedman (1968, pp. 1-17) y Phelps (1967, pp. 254-281) incluyeron las expectativas de los agentes económicos en la ecuación de la curva de Phillips:

$$\pi_t = \phi\pi_t^e - \alpha(U_t - U_t^n) \quad [5]$$

donde π_t es la inflación, π_t^e son las expectativas de inflación, las cuales pueden ser adaptativas o racionales, U_t es la tasa de desempleo y U_t^n es la tasa natural de desempleo. El parámetro α mide la respuesta de la in-

flación ante las desviaciones de la tasa de desempleo respecto a su nivel natural. Si $\phi = 0$, entonces se obtiene la curva de Phillips original. Lo más relevante que se puede deducir de la ecuación [5] es que es posible disminuir la inflación al incurrir en un mayor nivel de desempleo.

De acuerdo con Gordon (1997, pp. 11-32), hay otros factores que podrían influir en la determinación de la inflación, los cuales se pueden clasificar en: *a)* efecto de persistencia, es decir, la inflación rezagada que puede estar compensada por las expectativas de inflación; *b)* factores por el lado de la demanda (desequilibrios reales), y *c)* choques en la oferta (variaciones en los precios de las materias primas). Dado lo anterior, podemos vincular la curva de Phillips con la regla de Taylor de la siguiente manera: un aumento en la desocupación podría generar una reducción en la inflación en el mediano plazo, como lo establece la curva de Phillips. La reducción en la inflación implica una tasa de interés neutral menor, como lo sugiere la regla de Taylor. En consecuencia, el Banco Central tendría la posibilidad de reducir su TPM sin riesgo de generar una inflación que exceda su meta. Este argumento está basado en que existe una causalidad, sugerida por la teoría económica, entre las variables que determinan la regla de Taylor y la curva de Phillips en un modelo de ecuaciones simultáneas cointegrado. En otras palabras: la desocupación en un periodo es una variable predeterminada en el sistema de ecuaciones y en el siguiente periodo determina el nivel de inflación (la curva de Phillips), lo que afecta a la brecha de inflación en la regla de Taylor. Este es el mecanismo indirecto que muestra la relación que existe entre el desempleo, la inflación y la tasa de interés neutral. El mecanismo de transmisión tiene la misma lógica para una reducción en la desocupación.

4. MODELO ECONOMÉTRICO, DATOS Y PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE LA TASA NEUTRAL

Con la finalidad de estimar la tasa de interés neutral combinamos la regla de Taylor con un SES cointegrado que incluye las principales variables de las economías mexicana y estadounidense. El SES se especifica, inicialmente, como un conjunto de modelos autorregresivos con rezagos distribuidos (ARDL, *Autoregressive Distributed Lag*), y dado que las series son de orden de integración $I(1)$, los modelos ARDL se reespecifican

como modelos correctores por el error (ECM, *Error Correctional Model*), lo anterior siempre que exista la propiedad de cointegración entre las variables (véase el anexo).

4.1. Sistemas de ecuaciones simultáneas cointegrados, SES

La metodología de los SES admite que las variables tengan una influencia bidireccional, es decir, que por un lado la variable actúe como variable dependiente y al mismo tiempo tenga un papel como variable explicativa en otra ecuación (Greene, 2003, p. 378). Esta característica de los modelos SES permite capturar las relaciones que surgen entre las principales variables de la economía a largo plazo.

Este sistema parte de una composición como la siguiente:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \beta_{1,2}y_2 + \beta_{1,3}y_3 + \dots + \beta_{1,N}y_N + \gamma_{1,1}x_1 + \dots + \gamma_{1,K}x_K + u_1 \\
 y_1 &= \beta_{2,1}y_1 + \beta_{2,3}y_3 + \dots + \beta_{2,N}y_N + \gamma_{2,1}x_1 + \dots + \gamma_{2,K}x_K + u_2 \quad [6] \\
 &\dots \\
 y_N &= \beta_{N,1}y_1 + \dots + \beta_{N,N-1}y_{N-1} + \gamma_{N,1}x_1 + \dots + \gamma_{N,K}x_K + u_N
 \end{aligned}$$

donde y_1, y_2, \dots, y_N son variables endógenas, x_1, x_2, \dots, x_K son variables exógenas o predeterminadas y u_1, u_2, \dots, u_N son variables aleatorias. La ecuación [6] especifica la forma estructural o de comportamiento debido a que enmarca la estructura de un modelo económico (Gujarati, 2001, p. 641).

A partir de la ecuación estructural se puede llegar a la forma reducida de la ecuación, la cual expresa que las variables endógenas están en función de variables predeterminadas y del término de error. La ecuación [7] describe la forma reducida de [6]:

$$BY^T + \Gamma X^T + u^T = 0 \quad [7]$$

donde $Y = (y_N)$, $X = (x_K)$, $u = (u_N)$. La ecuación [7] aún puede reducirse de la siguiente manera:

$$Y = X\Pi + v \quad [8]$$

con:

$$\Pi^T = -\beta^{-1}\Gamma, v = -\beta^{-1}u \quad [9]$$

Los coeficientes de la forma reducida Π también son conocidos como multiplicadores de impacto o de corto plazo debido a que miden el cambio en la variable endógena dado un cambio en la variable exógena. Es importante mencionar que este sistema se puede reparametrizar como un sistema cointegrado una vez que se determina que las series son integradas de orden uno ($I(1)$) y que tienen la propiedad de cointegración.

4.2. Modelo autorregresivo con rezagos distribuidos, ARDL

Como se mencionó anteriormente, el modelo SES se especifica como un conjunto de modelos ARDL e identidades, los cuales se reparametrizan como modelos ECM cuando las series involucradas son de orden de integración $I(1)$ y cointegran. A continuación se desarrolla la metodología ARDL y ECM para el caso de una ecuación.

De acuerdo con Mills (2019, p. 233), el modelo ARDL se puede representar como:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + u_t \quad [10]$$

donde y_t es la variable endógena, x_t es la variable exógena y u_t es el término de error que es idénticamente distribuido con una distribución normal. Este procedimiento parte de un modelo ARDL hacia un modelo ECM, como se describe a continuación para el caso de una ecuación.

Partiendo de la ecuación [10], y sumando y restando $(y_{t-1} - y_{t-1})$ y $\beta_0(x_{t-1} - x_{t-1})$, obtenemos:

$$y_t - (y_{t-1} - y_{t-1}) = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_0 (x_{t-1} - x_{t-1}) + u_t \quad [11]$$

Reordenando la ecuación [11], tenemos:

$$y_t - y_{t-1} = \alpha_0 - y_{t-1} + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 x_t - \beta_0 x_{t-1} + \beta_1 x_{t-1} + \beta_0 x_{t-1} + u_t \quad [12]$$

Asumimos que $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ y $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$, y sustituimos estos valores en [12]:

$$\Delta y_t = \alpha_0 - y_{t-1} + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 \Delta x_t + \beta_0 \Delta_{t-1} + \beta_1 \Delta x_{t-1} + u_t \quad [13]$$

Acomodando los términos en [13] se llega a la siguiente ecuación:

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t - (1 - \alpha_1) \left(y_{t-1} - \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1} - \frac{\beta_0 - \beta_1}{1 - \alpha_1} x_{t-1} \right) + u_t \quad [14]$$

es decir:

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t - (1 - \alpha_1)(y_{t-1} - \theta_0 - \theta_1 x_{t-1}) + u_t \quad [15]$$

La ecuación [15] representa la reparametrización de un modelo ARDL como un modelo ECM. En este modelo, el cambio en t de la variable dependiente (Δy_t) es una función lineal del cambio en t de la variable exógena (Δx_t) y una proporción $(1 - \alpha_1)$ del error en el periodo $t-1$ de la relación de equilibrio de largo plazo ($y_t = \theta_0 + \theta_1 x_t$).

Como se explicó previamente, los modelos ECM permiten capturar la dependencia y las características determinísticas de las series (Mills, 2019, p. 233), lo cual coadyuva en la simulación y pronósticos de los datos. Para que lo anterior ocurra debe realizarse una batería de pruebas de correcta especificación, así como simulaciones dentro y fuera de la muestra para evaluar la capacidad de predicción del SES.

4.3. Datos y procedimiento de estimación de la tasa neutral

La estructura del sistema de ecuaciones simultáneas cointegrado está compuesto por: *a)* el bloque de la economía real donde se caracterizan los componentes de la demanda agregada; *b)* el bloque de los precios, el cual especifica la relación entre la dinámica de los precios y la economía; *c)* el bloque de política monetaria donde se define la ecuación de la tasa de interés y el tipo de cambio; *d)* el bloque fiscal que desagrega los ingresos y gastos del sector público, así como el balance primario; *e)* el bloque de empleos donde se estima la demanda de empleos y el salario real, y, finalmente, *f)* el bloque externo que caracteriza las variables externas que impactan a la economía mexicana. El modelo SES incluye 89 variables endógenas medidas de manera trimestral en el periodo comprendido entre 1997 y 2019, asimismo contiene las identidades mostradas en las cuentas nacionales.

Cuadro 1. Variables para estimar la tasa neutral según los dos enfoques

Metodología	Series que se utilizaron
<p>Paridad de tasas de interés</p> $TIN = r^{**} + E(e) + \tau + \rho + \mu$	<p>$E(e)$ Tipo de cambio nominal (Banco de México)</p> <p>ρ Índice de Bonos de Mercados Emergentes (EMBI, <i>Emerging Markets Bond Index</i>) para México (Banco de la República Dominicana)</p> <p>r^{**} Tasa de interés de los Fondos Federales de Estados Unidos (FRED)</p>
<p>Regla de Taylor</p> $r_t^* = r_t - \beta(\pi_t - \pi_t^*) - \theta(y_t - y_t^*)$	<p>y_t PIB real (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI)</p> <p>y_t^* PIB potencial real</p> <p>r_t Tasa de interés interbancaria a un día (Banco de México)</p> <p>π_t Inflación medida por el Índice de Precios al Consumidor (INEGI)</p> <p>π_t^* Meta de inflación (Banco de México)</p>
<p>Curva de Phillips</p> $\pi_t = \pi_{t-1} - U_{t-1} + diesel_t + pa_t$	<p>π_t Inflación medida por el Índice de Precios al Consumidor (INEGI)</p> <p>U_{t-1} Tasa de desocupación (INEGI)</p> <p>$diesel_t$ Precio del diésel (Comisión Reguladora de Energía)</p> <p>pa_t Precio de los alimentos (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo)</p>

Fuente: elaboración propia.

El modelo SES también contiene las variables necesarias para determinar la tasa de interés neutral nominal de acuerdo con las metodologías de la paridad de tasas de interés y la regla de Taylor, así como los determinantes de la curva de Phillips para la economía mexicana. El cuadro 1 resume algunas de las variables empleadas para estimar la tasa de interés neutral y la inflación dentro del SES.

Como se observa en el cuadro 1, la estimación de la tasa neutral mediante la fórmula de la paridad de tasas de interés [$TIN = r^{**} + E(e) + \tau + \rho + \mu$] (véase la ecuación [1]) requiere de: la tasa de interés externa, la cual está representada por la tasa de referencia de Estados Unidos; la

depreciación del tipo de cambio, la cual se obtiene como la tasa de crecimiento anual; la prima de riesgo de la deuda soberana que es aproximada a través del EMBI de México. Es importante notar que en la ecuación [1] se incluyen los impuestos a los flujos de capitales (τ). Sin embargo, en la presente estimación no los utilizamos.

La estimación de la tasa de interés neutral con la regla de Taylor parte de la ecuación [2], $r_t = r_t^* - \beta(\pi_t - \pi_t^*) + \theta(y_t - y_t^*)$. Mediante algunos cálculos se obtiene la ecuación [4], que describe la tasa de interés neutral nominal de largo plazo [$r_t^* = r_t - \beta(\pi_t - \pi_t^*) - \theta(y_t - y_t^*)$] (Sánchez, 2016, p. 9), donde r_t es la TPM, $(\pi_t - \pi_t^*)$ es la brecha de inflación obtenida como la diferencia entre la inflación y la meta de inflación, $(y_t - y_t^*)$ es la brecha del producto estimada como la desviación del producto respecto al producto potencial; y_t^* se calcula mediante el filtro Hodrick-Prescott con λ igual a 1 600. Con el fin de emplear series estacionarias y obtener resultados confiables se reescribió la regla de Taylor como un modelo ECM debido a que sus determinantes son de orden de integración I(1) y cointegran. En el anexo se presentan las pruebas estadísticas de raíces unitarias de las variables utilizadas en la regla de Taylor.

En el modelo SES se estiman los precios mediante una curva de Phillips, ecuación [5] ($\pi_t = \pi_{t-1} - U_{t-1} + diesel_t + pa_t$), donde π_t es la inflación obtenida como la variación anual del Índice de Precios al Consumidor y U_t es la tasa de desocupación. De forma adicional se consideran la influencia de los precios de los energéticos (*diesel*) y el precio internacional de los alimentos (*pa*). La curva de Phillips utilizada está ampliada por expectativas adaptativas (π_{t-1}).

Finalmente, para la conformación del modelo de ecuaciones simultáneas cointegrado se implementaron los siguientes pasos: 1) construcción de una base de datos con periodicidad trimestral; 2) verificación de la propiedad del orden de integración de las series de tiempo; 3) estimación de un modelo multicuacional cointegrado estadísticamente apropiado, y 4) evaluación de la capacidad de predicción del modelo dentro y fuera de la muestra.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de aproximar el valor de la tasa de interés neutral se requiere estimar de manera empírica los mecanismos de transmisión

del sector real al sector monetario en la economía mexicana. Lo anterior implica obtener los parámetros que describen a dos ecuaciones claves de nuestro sistema de ecuaciones simultáneas cointegrado: 1) la ecuación que describe la relación entre desempleo e inflación (curva de Phillips) y 2) la ecuación que muestra la relación que existe entre la tasa de política monetaria, la brecha de producto y la inflación (la regla de Taylor). A continuación se especifican ambas ecuaciones y se describe el posible mecanismo de transmisión que afecta el valor de corto plazo de la tasa de interés neutral:

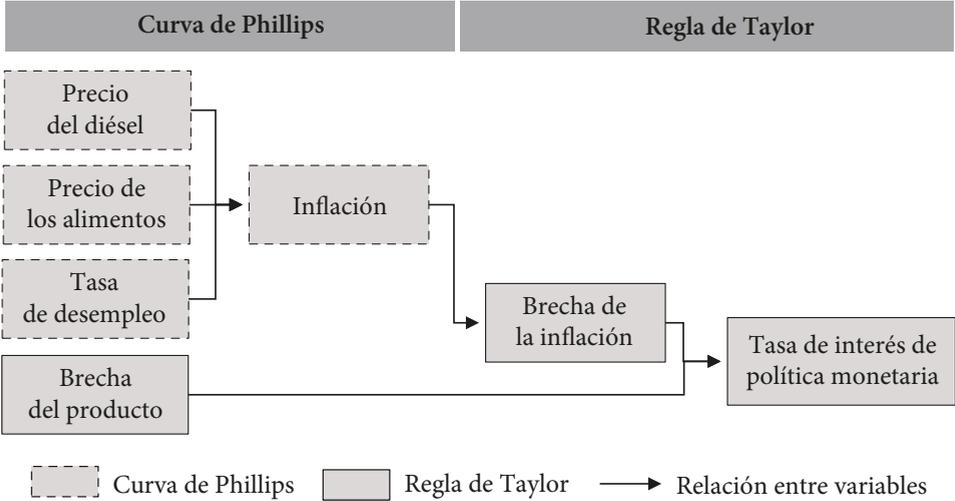
$$r_t = r_t^* + 1.611(\pi_t - \pi_t^*) + 0.636(y_t - y_t^*) + 3.330 \quad [16]$$

$$\pi_t = 0.528\pi_{t-1} - 0.259U_{t-1} + 0.061diesel_t + 0.011pa_t + 2.368 \quad [17]$$

donde r_t es la tasa de política monetaria, r_t^* es la tasa neutral, π_t es la inflación, π_t^* es la meta de inflación del Banco de México, y_t es el PIB real, y_t^* es el PIB real potencial, U_{t-1} es la tasa de desocupación con un rezago, $diesel_t$ es la tasa de crecimiento anual del precio del diésel y pa_t es la tasa de crecimiento anual del precio de los alimentos. Estas ecuaciones sugieren que, en un contexto de mayor desocupación, la inflación se reduce (-0.259), lo cual provoca que la brecha de inflación disminuya y la tasa de interés neutral tienda a decrecer, principalmente impulsada por un proceso deflacionario ocasionado por un aumento en la tasa de desocupación, aunque también por la reducción en el crecimiento del PIB. El mecanismo de transmisión se observa en la figura 1.

Con base en los mecanismos de transmisión de la figura 1 y las proyecciones de nuestro modelo SES, se puede observar que la tasa de política monetaria (la TIE) se encontrará muy por encima de la neutral durante el periodo 2019-2024, lo que permitiría que el Banco de México tuviera una postura de política monetaria más expansiva. De hecho, de acuerdo con nuestras proyecciones, la tasa de política monetaria podría bajar hasta 100 puntos base durante el periodo de estudio (véase el cuadro 2), dado que las brechas de inflación y producto se reducirán pronto. Los resultados reflejan que el Banco de México tiene espacio para disminuir su tasa de referencia hasta que su valor iguale a la tasa neutral (6.45%), que es compatible con el producto potencial y la inflación de equilibrio. En este contexto, si la tasa de política monetaria no se reduce,

Figura 1. Mecanismo de transmisión de política monetaria en México



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Tasa de interés neutral (r_t^*) mediante los distintos métodos

Periodo	TIEE nominal (TPM)	Tasa de interés nominal neutral	
		Paridad de tasas de interés	Regla de Taylor
Promedio 2008-2018	5.05	3.31	5.00
Proyecciones			
2019	7.80	5.68	7.55
2020	7.41	5.77	6.47
2021	7.45	5.47	6.24
2022	7.45	5.24	6.25
2023	7.41	5.08	6.16
2024	7.35	-	6.04
Promedio 2019-2024	7.48	5.45	6.45

Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES.

el Banco de México estará propiciando una mayor contracción y un proceso deflacionario.

En el cuadro 2 se reportan también los resultados de la tasa nominal neutral obtenidos mediante el enfoque de la paridad de tasas de interés.² Esta última metodología sugiere que la tasa de interés nominal neutral debería ser aún más baja en ese periodo, lo cual significa que la posible postura de la política monetaria en los próximos años debería ser un poco más flexible.

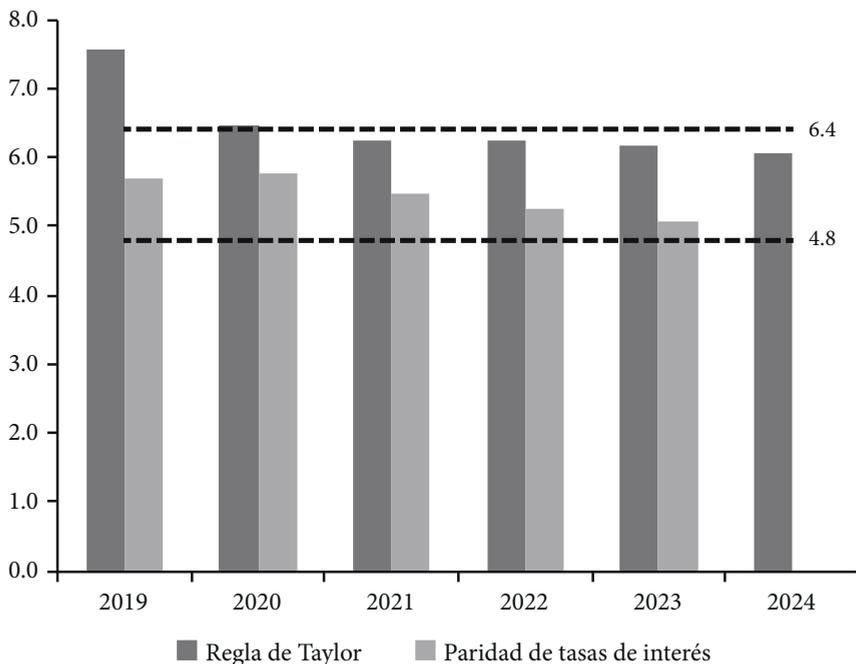
El Banco de México (2019)³ muestra evidencia adicional que sustenta nuestros resultados. En su estudio, el Banco de México encontró que la tasa de interés nominal neutral de largo plazo debería estar en el rango comprendido entre 4.8% y 6.4% en 2008-2019. Así, es importante decir que, empleando diferentes metodologías, nuestros resultados se encuentran dentro del umbral establecido por el Banco Central (véase la gráfica 1).

Lo anterior es acorde con la postura de política monetaria más flexible que predomina a nivel internacional (Loría Díaz de Guzmán, 2016). Por otro lado, al disminuir la tasa de referencia se incentiva al crédito al consumo y, en consecuencia, al consumo y la actividad económica. Sin embargo, cabe destacar que, en ausencia de cambios en otras variables, este movimiento de reducir la TPM a su valor neutral también tendría impactos colaterales hacia otros sectores de la economía. Por ejemplo, si la tasa de referencia de Estados Unidos se mantiene constante, la reducción de la TPM podría generar una depreciación del peso mejorando la posición del sector exportador, pero elevando la deuda nacional denominada en dólares.

² Cabe destacar que la metodología de la paridad de tasas arroja valores indicativos mucho menores que la regla de Taylor obtenida mediante un SES cointegrado, como se puede ver en el cuadro 2. Sin embargo, los resultados del sistema de ecuaciones son más confiables dados los supuestos que el método de paridad de tasas implica, los cuales están descritos por los parámetros de la ecuación [1].

³ El Banco de México (2019) empleó tres metodologías para estimar la tasa de interés neutral: 1) una regla de Taylor modificada que considera la política monetaria no convencional de Estados Unidos; 2) un modelo del ciclo de negocios para una economía pequeña y abierta, y 3) un modelo análogo de la estructura temporal de tasas de interés.

Gráfica 1. Tasa nominal neutral estimada por los dos métodos y el rango de la tasa neutral estimada por el Banco de México



Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES.

6. CONCLUSIONES

En el artículo se analizó la relación existente entre la tasa de desempleo e inflación y la tasa de interés neutral. Para asegurar la robustez de las estimaciones de la tasa neutral se utilizaron dos métodos: el primero se basa en la regla de Taylor y un sistema de ecuaciones simultáneas, y el segundo en la teoría de la paridad de tasas de interés. Nuestros resultados indican que la tasa de interés neutral cambia a través de dos mecanismos: 1) de manera indirecta cuando se presenta una variación en la tasa de desocupación, lo que genera un cambio en la inflación y, por tanto, un desplazamiento de la tasa neutral, y 2) de manera directa cuando hay una reducción en la distancia del PIB real en relación con el PIB potencial. Estos cambios podrían sugerir que el Banco Central

puede implementar una postura de política monetaria más expansiva, llevando la TPM hasta 6.5% en promedio durante el periodo de estudio sin generar mayor inflación. ◀

REFERENCIAS

- Banco de México (2016). Cambios recientes en el mecanismo de transmisión de la política monetaria en México. *Extracto del Informe Trimestral*, enero-marzo, recuadro 2, pp. 47-52.
- Banco de México (2019). Actualización de la estimación de la tasa neutral de interés en el largo plazo en México. *Extracto del Informe Trimestral*, abril-junio, recuadro 4, pp. 62-64.
- Barsky, R., Justiniano, A. y Melosi, L. (2014). The natural rate and its usefulness for monetary policy making. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 104(7), pp. 37-43. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.104.5.37> <https://doi.org/10.1257/aer.104.5.37>
- Calderón, C. y Gallego, F. (2002). Tasa de interés real neutral en Chile. *Economía Chilena*, 5(2), pp. 65-72.
- Carrillo, J.A., Elizondo, R., Rodríguez-Pérez, C.A. y Roldán-Peña, J. (2018). *What determines the neutral rate of interest in an emerging economy?* [Documento de investigación no. 2018-22]. [en línea] Banco de México, noviembre. Disponible en: <<https://www.banxico.org.mx/publications-and-press/banco-de-mexico-working-papers/%7BDB137D03-30CE-8C9A-1BBD-52C4EEE3BE29%7D.pdf>>.
- Curdia, V., Ferrero, A., Ng, G. y Tambalotti, A. (2015). Has US monetary policy tracked the efficient interest rate? *Journal of Monetary Economics*, 70(5), pp. 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2014.09.004>
- Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. *American Economic Review*, 58(1), pp. 1-17. https://doi.org/10.1007/978-1-349-24002-9_11
- Galí, J. (2002). *New perspectives on monetary policy, inflation and the business cycle* [CEPR Discussion Paper no. 3210]. [en línea] Centre for Economic Policy Research, febrero. Disponible en: <https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=3210>.
- García, A. y Perrotini, I. (2014). *Modus operandi del Nuevo Consenso Macroeconómico en Brasil, Chile y México. Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 45(149), pp. 35-63. [https://doi.org/10.1016/S0301-7036\(14\)70140-3](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(14)70140-3)

- Giammarioli, N. y Valla, N. (2004). The natural real interest rate and monetary policy: A review. *Journal of Policy Modelling*, 26(5), pp. 641-660.
- Gordon, R. (1997). The time-varying NAIRU and its implications for economic policy. *Journal of Economic Perspectives*, 11(1), pp. 11-32. <https://doi.org/10.1257/jep.11.1.11>
- Greene, W. (2003). *Econometric Analysis*. 5.ª edición. Estados Unidos: Pearson Education Inc.
- Gujarati, D. (2001). *Econometría*. 3.ª edición. Colombia: McGraw-Hill.
- Laubach, T. y Williams, J.C. (2003). Measuring the natural rate of interest. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), pp. 1063-1070. <https://doi.org/10.1162/003465303772815934>
- Loría Díaz de Guzmán, E. (2016). México: crecimiento económico restringido y tipo de cambio, 1950-2014. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 47(186), pp. 133-160. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2016.08.005>
- Mills, T. (2019). *Applied Times Series Analysis. A Practical Guide to Modeling and Forecasting*. Cambridge, MA: Academic Press.
- Perrotini, I. (2007). El nuevo paradigma monetario. *Economía UNAM*, 4(11), pp. 64-82.
- Phillips, A.W. (1958). The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, 25(100), pp. 283-299. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1958.tb00003.x>
- Phelps, E.S. (1967). Phillips curves, expectations of inflation and optimal unemployment over time. *Economica*, 34(135), pp. 254-281. <https://doi.org/10.2307/2552025>
- Samuelson, P. y Solow, R. (1960). Analytical aspects of anti-inflation policy. *American Economic Review*, 50(2), pp. 177-194.
- Sánchez, A. (2016). Should the U.S. Federal Reserve increase the federal funds rate in 2016? An assessment based on the neutral interest rate. *Investigación Económica*, 75(296), pp. 5-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.inveco.2016.07.002>
- Taylor, J. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39(diciembre), pp. 195-214. [https://doi.org/10.1016/0167-2231\(93\)90009-L](https://doi.org/10.1016/0167-2231(93)90009-L)
- Wicksell, K. (1898). *Interest and Prices*. Nueva York: August M. Kelley.
- Wicksell, K. (1907). The influence of the rate of interest on prices. *The Economic Journal*, 17(66), pp. 213-220. <https://doi.org/10.2307/2220665>

ANEXO

Cuadro 1a. Pruebas de raíces unitarias, 2008.1-2019.1

(Prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller aumentada)

Variable	Modelo		
	Intercepto	Tendencia e intercepto	Ninguno
I	-1.66	-1.62	-0.51
LOG(Y)	-0.26	-3.91	1.56
LOG(YP)	-3.44	0.14	9.77
PI	-2.67	-2.69	-0.53
Brecha inflación	-2.63	-2.58	-1.75
Brecha del producto	-4.15	-4.29	-4.16
ΔI	-2.61	-4.34	-2.65
$\Delta \text{LOG}(Y)$	-8.21	-8.34	-6.80
$\Delta \text{LOG}(YP)$	-1.87	-1.83	-0.17
ΔPI	-2.89	-2.84	-2.93
$\Delta \text{Brecha inflación}$	-2.92	-2.89	-2.97
$\Delta \text{Brecha del producto}$	-8.94	-9.00	-9.03

Notas: Δ connota la primera diferencia de las series. Los valores críticos de tabla al 95% de confianza que se utilizaron son: modelo intercepto: -2.92; modelo tendencia e intercepto: -3.51; modelo sin tendencia ni intercepto: -1.94.

Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES.

Cuadro 1b. Pruebas de correcta especificación

Prueba	Estadístico	Probabilidad
Correlación serial LM	9.1232	0.0006
Normalidad*	3.5822	0.1667
Heterocedasticidad	6.4318	0.0005

Nota: * Nivel de significancia al 5%.

Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES.

Cuadro 1c. Criterios Akaike y Schwarz

Criterio de información de Akaike	0.5473
Criterio Schwarz	0.7521

Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES.