



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

*La Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida. Una aplicación para el caso  
mexicano 2002Q1-2018Q4*

## ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
Especialista en Econometría Aplicada

PRESENTA:  
Armando Fernández González

TUTOR:  
Dr. Eduardo Gilberto Loría Díaz de Guzmán

CDMX. A 15 DE ABRIL 2020



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.

La Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida. Una Aplicación para el Caso Mexicano  
2002Q1 -2018Q4

Armando Fernández González

Resumen

Desde su creación, el modelo de la Curva de Phillips ha sufrido diversas modificaciones teóricas para dotarlo con elementos que incorporen mayor consistencia con la realidad económica. Sin embargo, la versión más reciente de este modelo consolidado como la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida ha generado controversia y debate debido a los problemas de estimación que se presentan durante el ejercicio econométrico.

La presente investigación estima la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida (2002Q1 – 2018Q4) con el objetivo de demostrar la validez y vigencia del modelo para el caso mexicano. De acuerdo con los resultados obtenidos, se demuestra que el marco analítico de Galí y Gertler (1999) es aplicable para el caso mexicano al otorgar resultados econométricos estadísticamente significativos. A través de este modelo, se estima la dinámica de inflación de corto plazo y se demuestra que las expectativas de inflación prospectivas (*forward looking*) tienen mayor influencia en la determinación de la inflación que las expectativas adaptativas (*backward looking*).

Palabras Clave:

*Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida, brecha de desempleo, tasa natural de desempleo, expectativas, inflación.*

Clasificación JEL: E31, E32, E37, C32

## Índice

Contenido	
<b>Índice</b> .....	3
<b>Introducción</b> .....	4
<b>1.- Aspectos teóricos y revisión de literatura</b> .....	9
<b>2.- Hechos Estilizados de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida</b> .....	18
<b>3.- Aspectos Econométricos</b> .....	24
<b>4.- Conclusiones de la investigación</b> .....	31
<b>5.- Bibliografía</b> .....	35
<b>Anexo Estadístico</b> .....	38
<b>Anexo Desarrollo Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida</b> .....	39
<b>Anexo Obtención parámetros estructurales del modelo</b> .....	42

## Introducción

Desde su creación, el modelo de la Curva de Phillips ha ocupado un lugar central en el campo de la política económica, al ser un modelo guía en la toma de decisiones a nivel macroeconómico (Blanchard, 2012).

No obstante, la Curva de Phillips ha sufrido diversas modificaciones con el paso del tiempo. Acontecimientos como la “gran estanflación”<sup>1</sup> y los “problemas de espuriedad – endogeneidad” en el campo de la econometría,<sup>2</sup> además de provocar un descarte temporal del modelo en la teoría macroeconómica (Blanchard, 2012) y poner en duda la científicidad de la econometría (Loría, 2007), fueron los catalizadores de cambio que motivaron a la incorporación de diversos elementos teóricos y nuevas técnicas de estimación a este modelo, con el objetivo de dotarlo de mayor compatibilidad con la realidad económica.

La versión más reciente de este modelo consolidado por Galí y Gertler (1999) como “la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida” se caracteriza por desarrollarse a partir de un modelo de fijación de precios y salarios de competencia monopolística fundamentados en los modelos de contratos traslapados de Taylor (1980) y Calvo (1983), donde la inflación es determinada tanto por las expectativas inflacionarias con mira hacia adelante (*forward looking*) como por las expectativas del tipo adaptativo (*backward-looking*) (Galí y Gertler, 1999). En este marco analítico, existen precios y salarios “pegajosos” (*sticky prices*) provenientes de los contratos traslapados existentes en la vida económica de un país (Roeger *et al.*, 2012).

Actualmente, el marco analítico de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida desarrollado por Galí y Gertler (1999) es la metodología estandar utilizada para modelar la dinámica de la inflación de un país en el corto plazo.<sup>3</sup> Los resultados econométricos obtenidos al estimar este modelo con la brecha de costo marginal y mediante el método generalizado

---

<sup>1</sup> La gran estanflación fue un fenómeno económico caracterizado por la existencia simultánea de elevadas tasas de inflación y desempleo con bajo crecimiento económico. Para más información sobre el problema de la estanflación véase Knotek y Khan (2014).

<sup>2</sup> La espuriedad es realizar estimaciones econométricas con series de tiempo que no son estacionarias y que no se relacionan en absoluto con la teoría económica, lo que provoca que los modelos cuenten con autocorrelación en los errores y por tanto se generen regresiones absurdas en términos económicos (Hendry, 1980, p. 390). El problema de endogeneidad radica en la presencia de correlación entre el término de error del modelo y los regresores de este mismo. Es decir, cuando hay endogeneidad el término de error del modelo explica y se relaciona con las variables independientes del modelo.

<sup>3</sup> De acuerdo con Ramos Francia y Torres (2006), la dinámica de la inflación se integra esencialmente por tres componentes: 1) un factor de descuento ( $\beta$ ); 2) la fracción de empresas que utilizan una regla retrospectiva para establecer los precios ( $\omega$ ) y 3) el grado de rigideces nominales de un país ( $\theta$ ) (p.17).

de momentos (*GMM*) son compatibles con la teoría económica, estos resultados fueron comprobados para la zona euro y el caso estadounidense.

De acuerdo con Ramos Francia y Torres (2006), el trabajo de investigación seminal de Galí y Gertler (1999) dio lugar a dos líneas de investigación del tema. Por un lado, aquellas investigaciones enfocadas en analizar y proponer técnicas de estimación econométricas para mejorar la consistencia y robustez de los resultados obtenidos (comúnmente se utiliza el método generalizado de momentos *GMM*) y por otra parte aquellas que profundizan en los aspectos teóricos del modelo (p. 1).

Sin embargo, la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida propuesta por Galí y Gertler (1999) ha generado controversia debido a los siguientes puntos: 1) no es compatible la modelación econométrica con la brecha de producto; 2) el marco analítico de Galí y Gertler (1999) tiende a otorgar estimaciones estadísticamente no significativas al ser replicado econométricamente; 3) para el caso mexicano existen diversas investigaciones que niegan la validez de la Curva de Phillips tanto en la versión neokeynesiana híbrida del modelo como en la versión tradicional.<sup>4</sup>

En relación con el punto uno, Galí *et al.* (2001) explica que la estimación del modelo con la brecha de producto no toma en cuenta la persistencia de la inflación en un país ya sea porque la medición de este indicador se realice incorrectamente o debido a la existencia de rigideces nominales en el mercado laboral. Lo que provocaría que la brecha de producto se relacione negativamente con la tasa de inflación en el modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida (p.7).

No obstante, Sbordone (2002) demuestra que utilizar indicadores de actividad económica como la brecha de producto o brecha de desempleo también otorgan resultados adecuados para la estimación de la dinámica de precios en modelos como la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida, siempre y cuando ambos indicadores sean correctamente medidos dado que las rigideces del mercado laboral no son cruciales para modelar la dinámica de la inflación (p. 283).

En este sentido, Vogel (2008) obtiene resultados econométricos favorables en la modelación de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida utilizando la brecha de desempleo

---

<sup>4</sup> Al referirnos al término “Curva de Phillips tradicional” englobamos a todos aquellos modelos econométricos que no utilizan el marco analítico de Galí y Gertler (1999).

(p. 23).<sup>5</sup> Lai (2017) sugiere que utilizando el método de descomposición de modo empírico (*EDM*) se obtiene una mejor suavización de las series de tiempo que utilizando los filtros Hodrick-Prescott y Baxter-King por lo que demostró en su investigación que utilizar la brecha de producto y la brecha de desempleo incluso obtiene mejores resultados econométricos que la brecha de costo marginal al modelar la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida (p. 10).<sup>6</sup>

Con respecto al punto dos, investigadores como Rudd y Whelan (2005) indican que la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida es difícil de estimar debido a que no existen datos para modelar los costos marginales, los datos que se utilizan como proxy son los costos laborales unitarios, lo que puede derivar en estimaciones estadísticamente no significativas y con signos cambiados (p. 5).

Gordon (2009) menciona que el término de la inflación con mira hacia adelante (*forward looking*) se obtiene como un proxy de la inflación del pasado por lo que no es necesario introducirlo (p. 25). Además en sus diferentes investigaciones (Gordon, 1997; Gordon, 2009) asegura que la Curva de Phillips tradicional con brecha de desempleo describe mejor el comportamiento de la inflación.

El punto tres hace mención sobre aquellas investigaciones que estiman el modelo de la Curva de Phillips tanto en su versión neokeynesiana híbrida como en la versión tradicional para México y sus resultados niegan la validez de este modelo. Agenor y Bayraktar (2010) demuestran que no existe relación entre la tasa de inflación y la brecha de producto en el corto plazo. Rodríguez (2011) obtuvo en sus resultados econométricos que existe una relación de largo plazo entre la tasa de inflación y la brecha de producto para México (es decir, la Curva de Phillips de largo plazo no es vertical), ambos utilizaron el método generalizado de momentos (*GMM*) para modelar la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida en sus investigaciones (p. 75).

---

<sup>5</sup> El método de descomposición de modo empírico separa los datos en diferentes formas de oscilaciones conocidas como funciones de modo intrínseco. Estas funciones capturan las oscilaciones de mayor frecuencia comenzando en la parte de la serie con menor frecuencia y así sucesivamente hasta recorrer toda la serie. El proceso termina hasta que no se identifiquen oscilaciones en la serie. De este modo, al sustraer de la serie de tiempo estas funciones de modo intrínseco se suaviza la serie. Para mayor información véase Lai (2017).

<sup>6</sup> Para mayor información sobre la argumentación teórica de una Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida con brecha de desempleo véase Aidar (2012).

Asimismo, Licitaya (2011) asegura que el modelo de la Curva de Phillips en su versión tradicional no se cumple para el caso mexicano al obtener resultados econométricos estadísticamente no significativos (p. 24).

Investigaciones a destacar cuyos resultados respaldan la validez del modelo de la Curva de Phillips para México es el trabajo de Ramos Francia y Torres (2006), donde demuestra la validez de la Curva de Phillips para el caso mexicano utilizando el marco analítico estándar de Galí y Gertler (1999). Otra investigación a destacar es Loría (2019), donde estima la tasa de sacrificio de México a partir del modelo de la Curva de Phillips en su versión tradicional utilizando la brecha de desempleo. Ambas investigaciones demuestran la validez del modelo para la economía mexicana al otorgar estimaciones econométricas compatibles con la teoría económica. Sin embargo, en la actualidad no existe un trabajo de investigación que respalde la validez del modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida para la economía mexicana ante las críticas existentes.

Debido a las diversas críticas que ha recibido el marco analítico de Galí y Gertler (1999) así como la negación de la validez de la Curva de Phillips que diversas investigaciones han realizado tanto en su versión neokeynesiana híbrida como en su versión tradicional para el caso mexicano, se plantean las siguientes interrogantes: ¿El modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida es aplicable en la actualidad para la economía mexicana? ¿Es la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida un modelo confiable para estimar la dinámica de la inflación en el corto plazo para México? ¿Qué recomendaciones de política monetaria se pueden realizar a partir de la estimación de este modelo?

El objetivo de la presente investigación es demostrar la validez del modelo de la Curva de Phillips para el caso mexicano a partir de la estimación econométrica de la versión neokeynesiana híbrida del modelo utilizando la brecha de costo marginal. Asimismo, esta investigación pretende estimar la dinámica de la inflación en el corto plazo y el tipo de expectativas que predominan en el país. Para realizar dicha estimación, se utilizó el método generalizado de momentos (*GMM*) en un periodo de estudio de 2002Q1- 2018Q4.

Se utilizó este periodo de estudio porque la tasa de inflación comenzó a tener un comportamiento estacionario  $I(0)$  a partir del año 2002, ya que a partir del año 2001 es cuando

Banco de México comenzó la implementación del esquema de blancos de inflación en el país (*Inflation Targeting*).<sup>7</sup>

Asimismo, se pretende demostrar la validez de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida mediante la estimación del parámetro de la brecha de costo marginal, la cuál debe ser estadísticamente significativa y tener signo positivo.

En este sentido, la presente investigación demuestra que la versión híbrida de la Curva de Phillips Neokeynesiana es un modelo válido y aplicable para la economía mexicana al otorgar un coeficiente de pendiente de 0.05427, resultado que es estadísticamente significativo y consistente con la teoría económica. Asimismo, en concordancia con Lai (2017), se ratifica que en el largo plazo la Curva de Phillips es vertical ya que la suma de las expectativas de inflación del tipo racional y adaptativo es igual a uno ( $\gamma_b + \gamma_f = 1$ ) (p. 958), donde la inflación actual se encuentra determinada en un 61.10 % por las expectativas del tipo racional y en un 38.29 % por las expectativas del tipo adaptativo.

La investigación se divide en cuatro apartados. En el primer apartado se realiza una revisión breve sobre los aspectos teóricos del modelo de la Curva de Phillips. En la segunda sección se presenta al lector los hechos estilizados del modelo. En la tercera sección se presenta la estimación de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida, donde se fundamenta como se estimó el modelo y se otorga la explicación econométrica del modelo en conjunto con sus pruebas de especificación. Finalmente en la última sección del documento se presentan las conclusiones de la investigación y se otorgan recomendaciones de política.

---

<sup>7</sup> Para conocer más acerca del “*Inflation Targeting*”, véase Bernanke y Mishkin (1997) y Vergara y Gutierrez (2014) para México.

## 1.- Aspectos teóricos y revisión de literatura

La versión original de Phillips (1958) y la versión Samuelson-Solow (1960) demostraron la relación inversa entre la inflación — inflación salarial para Phillips — y tasa de desempleo para el caso inglés y estadounidense respectivamente. De acuerdo con Humphrey (1985), la versión de Samuelson y Solow (1960) incorporó dos elementos fundamentales: 1) tasa de inflación obtenida del nivel general de precios de un país — generalmente se obtiene del índice de precios al consumidor del país correspondiente — ; 2) un vector de perturbaciones (indicadores de productividad, ganancias y dispersión del empleo) que afectan la relación entre la tasa de inflación y tasa de desempleo (p. 9).

Ambas modificaciones permitieron conciliar y adaptar las teorías de inflación por costos e inflación por origen monetario. Sin embargo, las versiones de Friedman (1968) y Phelps (1969) reincorporan al dinero y las expectativas de inflación como los únicos factores causantes de la inflación. Además, incorporaron al modelo conceptos como *tasa natural de desempleo*, *hipótesis aceleracionista de inflación*, *velo monetario*, los cuáles indicarían la existencia de una Curva de Phillips de largo plazo vertical.

En referencia con la investigación de Humphrey (1985), la *tasa natural de desempleo* es la tasa de equilibrio estacionario que representa el pleno empleo en el mercado laboral y donde las expectativas de inflación son equivalentes a la tasa de inflación del periodo (p. 11). La *hipótesis aceleracionista de inflación* indica que la tasa de desempleo determina las presiones inflacionarias o desinflacionarias de un país dependiendo del nivel que se encuentre, ya sea por debajo o por arriba de la tasa natural de desempleo (p. 13). Motyovszki (2013) señala que el *velo monetario* es el engaño de las expectativas de inflación de los agentes económicos ocasionado por un comportamiento errático de la banca central en el manejo de la política monetaria. En este sentido, las sorpresas inflacionarias causan la formación de la brecha de desempleo, donde la desviación de la tasa de desempleo con respecto a la tasa natural provoca que las variables nominales afecten a las variables reales en el corto plazo (p. 6).

Friedman (1968) consideró que la existencia de la Curva de Phillips de corto plazo proviene de las perturbaciones o choques causados por una política monetaria discrecional, la cual tiende a engañar las expectativas de inflación de los agentes económicos reiterada y

sistemáticamente causando sorpresas inflacionarias — desviación entre la inflación con respecto a la inflación esperada ( $\pi_t - \pi_t^e$ ) —, lo que provoca que las variables nominales afecten a las variables reales en el corto plazo y por tanto, que la tasa de desempleo se desvíe de su tasa natural (p. 9-11 ).<sup>8</sup>

Para Phelps (1969), el origen del *trade off* de la Curva de Phillips se debe a la distorsión en la formación de precios causada por la política monetaria discrecional, la cual afecta el dinamismo de las variables reales de una economía al distorsionar las expectativas adaptativas promedio de los agentes económicos. En este sentido, tanto Friedman como Phelps llegan a la misma conclusión: el *trade off* únicamente ocurre en el corto plazo cuando se engañan o se alteran las expectativas de los agentes económicos, una vez que se ajustan las expectativas en el largo plazo entonces la Curva de Phillips es vertical.<sup>9</sup>

De acuerdo con Humphrey (1985), la explicación de la Curva de Phillips de largo plazo radica en las sorpresas inflacionarias, donde el comportamiento discrecional de la banca central traducido en una inyección de liquidez mayor en la economía, causa distorsión en los precios relativos en el corto plazo, una parte de la industria se ve beneficiada en ganancias debido al efecto sustitución que provoca el incremento de los precios en un sector de la industria por lo que las empresas beneficiadas pueden contratar a más trabajadores con los ingresos adicionales. Asimismo, los trabajadores ofrecen más trabajo del que deberían por el engaño de sus expectativas de inflación. Sin embargo, una vez que se ajustan las expectativas de inflación y se ajustan a la alza los precios de los insumos utilizados en la producción, la tasa de desempleo regresa a su tasa natural (p. 13).

Si bien las expectativas de inflación fue la aportación teórica más significativa para la distinción de la Curva de Phillips de corto y de largo plazo, estas expectativas eran del tipo adaptativo. En referencia a Motyovszki (2013), el principal problema de este tipo de expectativas es que los agentes económicos tienden a subestimar la inflación al no incorporar toda la información disponible del periodo y a determinar la inflación actual con la del pasado

---

<sup>8</sup> Política monetaria discrecional es aquella que no sigue una regla de política y tiende a generar movimientos inconsistentes de los instrumentos monetarios que engañan las expectativas de inflación de los agentes económicos. Véase Kydland y Wallace (1977).

<sup>9</sup> Entiendase por *trade off* (compensación), a la correlación negativa entre la tasa de inflación y la tasa de desempleo. Es una compensación ya que si se reduce una variable se incrementa la otra y viceversa.

lo que puede desencadenar una espiral inflacionaria si la inflación del pasado es elevada (p. 7).

El introducir la hipótesis de las expectativas racionales al modelo de la Curva de Phillips implica que los agentes económicos no puedan ser engañados sistemáticamente y aprendan de los errores de pronóstico cometidos en periodos anteriores.<sup>10</sup>

Motyovszki (2013) hace mención que la Curva de Phillips neoclásica se diferencia de la versión Friedman y Phelps porque utiliza la hipótesis de las expectativas racionales en vez de las expectativas adaptativas. Este hecho implica que no exista el *trade off* de la Curva de Phillips de corto plazo, ya que éste únicamente tiene lugar si existen choques económicos que sorprendan las expectativas de inflación de los agentes económicos, lo que provocaría también una desviación de la tasa de desempleo o tasa de producto de su comportamiento natural (p.7).<sup>11</sup> Asimismo, una vez que el choque se haya diluido a través del tiempo las variables económicas afectadas regresarían a su comportamiento natural. Por tanto, al existir una Curva de Phillips vertical para el corto plazo, entonces es posible la existencia de una tasa de sacrificio cero para cualquier país si las expectativas son formadas de manera racional (p. 8).<sup>12</sup>

De acuerdo con Ólafsson (2006), la nueva economía keynesiana se caracteriza por la inclusión de rigideces nominales (*sticky prices*) en sus modelos econométricos mediante dos maneras: 1) aquellos investigadores que modelan las rigideces nominales mediante la econometría estándar sin incorporar microfundamentación en los modelos; 2) aquellos que involucran basta microfundamentación en sus modelos, los cuales son de equilibrio general dinámico y estocástico y se estiman mediante la econometría estándar, econometría bayesiana y calibración (p. 8).

En este sentido, el modelo de la Curva de Phillips también se divide en esta clasificación. Aquellos modelos que no cuentan con microfundamentación económica por lo que son

---

<sup>10</sup> De acuerdo con Muth (1961). La hipótesis de las expectativas racionales se define como el valor esperado de los precios en el futuro dada toda la información disponible del periodo más un término de error estocástico  $p_t = E(p_{t+1} | I_t) + \epsilon_t$ . Por lo que se establece que los errores de pronóstico no cuentan con un componente sistemático (autocorrelación) y por tanto los agentes económicos no pueden ser engañados de manera sistemática (p. 316).

<sup>11</sup> Lucas (1973) otorga la explicación moderna de la Curva de Phillips con brecha de producto, fundamenta la correlación positiva entre la tasa de inflación y esta brecha con los errores de pronóstico que pueden provocar las sorpresas inflacionarias en las expectativas de los agentes económicos, provocando por consecuencia una afectación en las variables reales (p. 330).

<sup>12</sup> Entiéndase por tasa de sacrificio cero es la desinflación de un país sin incurrir en movimientos alcistas de la tasa de desempleo.

considerados Curvas de Phillips tradicionales y aquellos que cuentan con un marco analítico microfundamentado. Un ejemplo correspondiente al punto uno es la Curva de Phillips tradicional de Gordon (1997). Este modelo se fundamenta en el “*modelo triangular de la inflación*”, el cual se integra de tres elementos: a) inercia; b) oferta y c) demanda. El componente inercial mide el grado de rigideces nominales (precios y salarios) existentes en la vida económica de un país, el componente de oferta radica en los choques de oferta estocásticos del modelo y la demanda se relaciona con el tipo de brecha económica que el modelo utilice, ya sea brecha de producto, brecha de desempleo o brecha de costos marginales (p.14).

Un ejemplo correspondiente al punto dos es la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida la cuál se fundamenta en los modelos de contratos traslapados de Taylor (1979) y Calvo (1983) como también en el modelo de costos de reputación de Rotemberg.<sup>13</sup>

Los modelos de contratos traslapados de Taylor (1979) y Calvo (1983) buscan modelar las rigideces en precios mediante ecuaciones en diferencia utilizando la vigencia de contratos en una economía, ya sea utilizando dos periodos de tiempo como ocurre con el modelo de Taylor (contratos pactados a principios y mitades de año) o un horizonte infinito de tiempo para el caso del modelo de Calvo.

Benassy (2011) hace mención que el modelo de Rotemberg es un modelo de costos de reputación, es decir, representa matemáticamente los costos que enfrentan las empresas por desviarse del precio óptimo (este precio óptimo maximiza los beneficios de las empresas y además representa el precio esperado por los clientes en un escenario de competencia imperfecta) (p. 303). En concordancia con esta idea, Rodriguez (2011) expresa que los modelos de reputación pretenden mantener las relaciones comerciales con los clientes, por lo que cualquier desviación de los precios con respecto al óptimo genera costos a la empresa en términos de pérdida de bienestar entre sus clientes, de ahí la importancia de evitar dentro de lo posible el ajuste de precios para conservar estas relaciones clientelares (p.59).

El marco analítico de Galí y Gertler (1999) se fundamenta en ambos modelos para esbozar la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida. Utilizando el modelo de contratos traslapados de Calvo, en conjunto con un ejercicio de minimización de la función de pérdida similar al

---

<sup>13</sup> Para mayor información sobre el desarrollo de la Curva de Phillips Neokeynesiana desde un marco analítico simplificado, véase Benassy (2011) capítulo 13 p. 302-305. Asimismo, el Anexo Desarrollo Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida inciso b) presenta de manera simplificada este ejercicio de optimización.

modelo de Rotemberg se esboza la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida siguiendo los trabajos de investigación de Galí y Gertler (1999), Galí *et al.* (2001), Benassy (2011) y Whelan (2016).

*Ecuaciones base para el desarrollo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida*<sup>14</sup>

(1.1)	$p_t = \theta p_{t-1} + (1 - \theta)p_t^*$	Ecuación de nivel de precios agregado
(1.2)	$p_t^* = (1 - \omega)(p_t^f) + \omega(p_t^b)$	Nueva regla de índice de precios de Galí y Gertler
(1.3)	$p_t^b = p_{t-1}^* + \pi_{t-1}$	Regla retrospectiva de precios
(1.4)	$p_t^f = (1 - \beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\widehat{mc}_{t+j} + p_{t+k})$	Ecuación solución de precios óptimo (regla prospectiva de precios)

La ecuación (1.1) es el nivel de precios agregado, el cual se basa en el modelo de rigideces de precios de Calvo (1983). Este modelo establece la duración y vigencia de los contratos en un horizonte de tiempo infinito, denotando  $\theta$  como la probabilidad de continuidad de los contratos traslapados, mientras que el vencimiento de los contratos se determina por  $1 - \theta$ . Cuando  $\theta$  oscila de 0 a 1, la duración de los contratos va de 0 a infinito. La proporción  $\frac{\theta}{1-\theta}$  expresa el tiempo que los precios agregados permanecen fijos, los cuáles son determinados por la continuidad y vigencia de los contratos.<sup>15</sup>

La ecuación (1.2) es la regla de precios esbozada por Galí y Gertler (1999), señalan que una proporción de los agentes económicos ( $\omega$ ) establecen sus precios siguiendo una regla retrospectiva, mientras que otra fracción ( $1 - \omega$ ) establecen sus precios mediante la resolución de algún problema de optimización que las lleva a tomar en cuenta el comportamiento futuro de los costos marginales.

La variable  $p_t^f$  son los precios formados por ejercicios de optimización con mira hacia adelante (*forward looking prices*). Para modelar los precios con mira hacia adelante se utiliza la regla retrospectiva de precios expresada en la ecuación (1.3) y el ejercicio de minimización expresado en la ecuación (1.4).

<sup>14</sup> Véase Anexo Desarrollo Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida para su desarrollo algebraico.

<sup>15</sup> Para analizar de manera simplificada el modelo de Calvo véase Benassy (2011) p. 303 y Whelan (2016) p. 1.

La ecuación (1.3) es la regla retrospectiva que utiliza una fracción de las empresas para establecer sus precios (*backward-looking prices*)  $p_t^b = \bar{p}_{t-1}^* + \pi_{t-1}$ . La regla retrospectiva se conforma del índice de precios del periodo anterior ( $\bar{p}_{t-1}^*$ ) y de la inflación del periodo anterior ( $\pi_{t-1}$ ).

La ecuación (1.4), es la regla prospectiva de precios con mira hacia adelante (*forward looking*), la cual proviene de un ejercicio de minimización de una función de pérdida que expresa el costo de penalización que las empresas se enfrentan por desviarse del precio óptimo ( $p_{t+j}^*$ ) representado por los costos marginales nominales ( $\widehat{mc}_{t+j} + p_{t+k}$ ) dado que el precio óptimo es equivalente a los costos marginales más el margen de ganancia.<sup>16</sup> Expresa la probabilidad de continuidad de los contratos ( $\theta$ ) y un factor de descuento intertemporal ( $\beta$ ) por lo que el objetivo es reducir la brecha para que los precios ( $p_t^f$ ) sean equivalentes a los precios óptimos. Asimismo, este ejercicio de minimización indica a las empresas cuándo se deben de reestablecer los precios tomando en cuenta la duración de los contratos.

De acuerdo con las investigaciones de Galí *et al.* (2001), Benassy (2011), Menz y Vogel (2009) y Whelan (2016), al combinar la ecuación de nivel de precios agregado (ecuación 1.1) con la regla general de precios de Galí y Gertler (1999) (ecuación 1.2) se obtiene la regla de nivel de precios agregados híbrida. Finalmente al incorporar las ecuaciones (1.3) y (1.4) a la regla de nivel de precios agregados híbrida formada por las ecuaciones (1.1) y (1.2) se esboza finalmente la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida. El anexo “Desarrollo Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida” presenta el desarrollo algebraico basado en Galí y Gertler (1999) y Galí *et al.* (2001).

---

<sup>16</sup> Si se desea expresar la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida en términos de la brecha de producto Galí *et al.* (2001, p. 6) expresa que los costos marginales reales expresa implícitamente las decisiones óptimas de los agentes económicos entre ocio y consumo ( $w_t - p_t = c_t + n_t$ ) cuando existe competencia perfecta en mercados laborales, cuando todo lo que se produce se consume ( $y_t = c_t$ ) y por tanto el producto es equivalente al nivel de empleo ( $y_t = n_t$ ). En este sentido,  $mc_t = (\sigma + \varphi)y_t$ .

### Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida

$$(1.5) \quad \pi_t = \varphi_b \pi_{t-1} + \varphi_f E\pi_{t+1} + \lambda \widehat{m\hat{c}}_t$$

$$(1.6) \quad \varphi_b = \frac{\omega}{\phi} \quad \varphi_f = \frac{\beta\theta}{\phi} \quad \lambda = \frac{(1-\omega)(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\phi}$$

$$(1.7) \quad \phi = \theta + \omega(1 - \theta(1 - \beta))$$

Donde:

$\pi_t$	Tasa de Inflación
$\pi_{t-1}$	Tasa de Inflación del periodo anterior.
$\beta$	Factor de descuento del futuro, obtiene a valor presente la tasa de inflación esperada y de la brecha del costo marginal.
$E\pi_{t+1}$	Inflación Esperada
$\varphi_b$	Coefficiente dinámico de la Tasa de Inflación rezagado un periodo. Representa también las expectativas adaptativas de los agentes económicos
$\varphi_f$	Coefficiente de la Tasa de Inflación esperada. Representa el coeficiente de expectativas del tipo racional de los agentes económicos.
$\lambda$	Coefficiente de pendiente de la brecha de costos marginales. Es dependiente del grado de rigideces nominales de una economía.
$\widehat{m\hat{c}}_t$	Brecha de costo marginal.
$\omega$	Grado de ponderación que los agentes económicos otorgan a las expectativas adaptativas
$\theta$	Grado de rigideces nominales.

La ecuación (1.5) es la nueva Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida. En referencia con Galí *et al.* (2001) es una aproximación log lineal alrededor la tasa de inflación en estado estacionario, la cual tiende a establecer la variación de la brecha económica utilizada, en este caso de costos marginales. Por lo que la inflación está relacionada a los movimientos de la brecha de costos marginales (p. 12).<sup>17</sup>

<sup>17</sup> La fundamentación económica del uso del costo marginal proviene del ejercicio de minimización de una función Cobb-Douglas donde se parte de la condición de equilibrio de la demanda de trabajo (producto marginal igual a salarios reales) . De acuerdo con Galí *et al.* (2001) está determinada por los salarios reales entre el producto marginal del trabajo, es decir, remuneraciones reales del trabajo en función de la productividad del trabajo  $MC_t = \frac{w_t/p_t}{y_t/N_t}$

En un modelo de competencia monopolística y con existencia de contratos traslapados, la inflación depende en mayor medida de las expectativas de inflación con mira hacia adelante (*forward looking*) guiadas por pronósticos de inflación que de las expectativas adaptativas guiadas por una regla retrospectiva (*backward looking*). De acuerdo con Galí *et al.* (2001) el incorporar expectativas adaptativas atribuye a mejorar la consistencia del modelo, mejora notablemente los resultados econométricos y genera un análisis más sofisticado sobre la dinámica de la inflación de un país (p. 11).

Asimismo, Ramos Francia y Torres (2006) expresan que la característica que destaca a la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida de otras versiones de la Curva de Phillips es que puede estimar la dinámica de la inflación en el corto plazo, es decir, puede estimar un factor subjetivo de descuento ( $\beta$ ), la fracción de las empresas que no modifican el precio en un periodo ( $\theta$ ) y la fracción de aquellas empresas que utilizan una regla retrospectiva para establecer sus precios ( $\omega$ ) (p. 17).

El marco analítico de Galí y Gertler (1999) dio lugar a diferentes investigaciones relacionadas con la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida que a continuación se presentan. Galí *et al.* (2001) demostraron que utilizar la brecha de producto puede traer problemas de estimación econométrica ya sea porque la medición de la brecha de producto no se realice de manera correcta o por la existencia de fricciones en el mercado laboral como el margen de salarios que provoquen que la brecha de producto no sea una variable tan útil para la estimación. Sin embargo, el debate continúa hasta hoy en día.

Rudd y Whelan (2005) criticaron el marco analítico de Galí y Gertler (1999) ya que otorga resultados econométricos estadísticamente no significativos y no explica la dinámica de la inflación para Estados Unidos. Además, no existen datos estadísticos de los costos marginales, el utilizar el costo laboral unitario como variable proxy puede otorgar resultados sesgados ya que son datos procíclicos.

De acuerdo con Gordon (2009), la Curva de Phillips esbozada por él mismo utilizando la tasa de desempleo describe mejor el comportamiento de la inflación que el modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida ya que se fundamenta en el “*modelo triangular de la inflación*” (p. 26).<sup>18</sup> Sin embargo, Gordon también expresa que ambas versiones de la

---

<sup>18</sup> El modelo triangular de la inflación se integra por tres componentes: 1) inercia, captura la rigidez y pegajosidad de los precios en la modelación econométrica mediante rezagos de la inflación; 2) oferta, mediante un vector de perturbaciones, se

Curva de Phillips son muy similares (p. 24). Ante tales cuestionamientos, existen investigaciones que favorecen el uso de la brecha de desempleo en la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida.

Aidar (2012) señala que la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida puede ser modelada tomando en cuenta la brecha de desempleo en vez de la brecha de costos marginales si se toma en cuenta que el margen de ganancias de las empresas es fijo y no decreciente como en la versión híbrida original del modelo.<sup>19</sup> Esto se debe a que la elasticidad precio de la demanda es constante, lo que justifica la existencia de una única tasa natural de desempleo (p. 23).

De acuerdo con Aidar (2012), un incremento en la demanda agregada dada la rigidez de precios, causará una caída en los márgenes de ganancia porque las empresas tendrán que incrementar los salarios reales para poder contratar más trabajadores y poder producir más. En este sentido, la tasa de desempleo disminuye generando mayor inflación. Por tanto, como la brecha de margen de ganancia tiene una correlación positiva con la brecha de desempleo se puede utilizar para el modelo de la Curva de Phillips neokeynesiana en su versión híbrida (p. 23).

Gordon (1997) hace mención que la brecha de desempleo se encuentra estrechamente relaciona con la brecha de producto por la “*ley de Okun*”, ley que establece la relación inversa de la brecha de desempleo con la suma de los valores actuales y rezagados del logaritmo natural del cociente entre la tasa de producto y la tasa natural del producto  $(U_t - U_n) = \theta(L) \log\left(\frac{y_t}{y_t^N}\right)$ . En la actualidad, la suma de los coeficientes  $\theta$  es cercana a -1 lo que explica la estrecha relación entre ambas variables (p.15).

Ante las críticas recibidas, la presente investigación se une a la defensa del marco analítico de Galí y Gertler (1999) estimando la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida para México.

---

introducen los distintos choques de oferta que puedan existir en un periodo de tiempo dentro de la modelación; 3) demanda, se utiliza en la modelación econométrica un indicador de actividad económica como la brecha de producto o brecha de desempleo.

<sup>19</sup> Se define a la brecha de desempleo como la diferencia entre la tasa natural de desempleo y la tasa de desempleo de un periodo de tiempo.

## 2.- Hechos Estilizados de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida.

Para respaldar la estimación econométrica de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida, se presentan los hechos estilizados de la tasa de inflación y brecha de costos marginales para verificar que su interacción refleje los postulados de teoría económica. Cabe mencionar que se utilizaron series trimestrales debido a que la gran mayoría de las series de tiempo utilizadas para la estimación del modelo se encuentran con frecuencia trimestral. Además, la estimación econométrica mejora notablemente utilizando esta frecuencia.<sup>20</sup>

Para la obtención de la brecha de costos marginales se utilizó como variable proxy el costo laboral unitario de la industria manufacturera desestacionalizado para México del banco de información del Federal Reserve Economic Data St. Louis (*FRED, 2020b*) para los años 2002Q1 a 2011Q3 y el costo laboral unitario de la industria manufacturera desestacionalizada para el periodo 2011Q3 a 2018Q4 proveniente del banco de información económica del Instituto Nacional de Información Estadística y Geografía (INEGI, 2020).<sup>21</sup> El costo laboral unitario de la industria manufacturera se transformó a una tasa logarítmica mediante la primera diferencia del logaritmo del índice del costo laboral unitario, el cuál se utilizó para obtener la tendencia de la serie mediante el filtro Hodrick Prescott ( $\lambda = 1600$ ). De este modo, realizando la diferencia entre la tasa logarítmica y su tendencia se obtiene la brecha de costos marginales.<sup>22</sup>

Se utilizó la serie del Índice Nacional de Precios al Consumidor (*INPC*) obtenido del banco de información económica de INEGI (INEGI, 2020) para el periodo 2002Q1-2018Q4 para obtener la tasa de inflación, la cuál se define como la tasa de crecimiento anual del *INPC*.<sup>23</sup>

El cuadro 2.1 presenta las pruebas de raíz unitaria Augmented Dickey Fuller (*ADF*) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (*KPSS*) para las variables tasa de inflación y brecha de

---

<sup>20</sup> Se utilizó el software econométrico *Eviews* para transformar la frecuencia de las series mensuales a frecuencia trimestral.

<sup>21</sup> Se utilizó el método de interpolación para encadenar ambas series utilizando como base el año 2013. Para mayor información véase Correa *et al.* (2003).

<sup>22</sup> Es necesario mencionar que la tasa logarítmica ( $\Delta \ln x_t$ ) es una aproximación a la tasa de crecimiento convencional ( $tc = \frac{x_t}{x_{t-1}} - 1$ ). Esto es  $\Delta \ln x_t \approx tc$ .

<sup>23</sup> Para obtener la tasa de inflación anual trimestralizada se divide el dato del INPC para un trimestre con respecto al dato del INPC para ese mismo trimestre pero del año anterior  $\pi = \frac{INPC_t}{INPC_{t-4}}$ .

costos marginales. Con estas pruebas se busca validar si las variables utilizadas son estacionarias para el periodo de estudio de la investigación y determinar si son aptas para realizar la estimación econométrica de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida para el caso mexicano.

*Cuadro 2.1 Pruebas de Raíz Unitaria*

<i>Prueba</i>	<i>Tipo</i>	$\pi_t$	$\widehat{m\hat{c}}_t$
<i>ADF</i>	<i>Tendencia e Intercepto</i>	-3.57*	-4.58 <sup>t</sup>
	<i>Intercepto</i>	-2.76°	-4.62 <sup>t</sup>
	<i>Nada</i>	-1.686°	-4.65 <sup>t</sup>
<i>KPSS</i>	<i>Tendencia e Intercepto</i>	0.0744~	0.0626~
	<i>Intercepto</i>	0.1226~	0.0626~

*Notas:*

<sup>t</sup> Rechaza la hipótesis de presencia de raíz unitaria al nivel de significancia del 99%;

\* Rechaza la hipótesis de presencia de raíz unitaria al nivel de significancia del 95%;

° Rechaza la hipótesis de presencia de raíz unitaria al nivel de significancia del 90%

~ No rechaza la hipótesis de variable estacionaria al nivel de significancia del 95%.

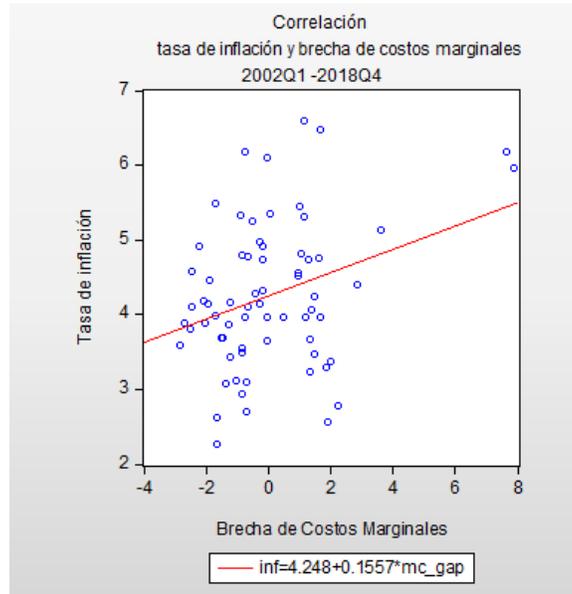
*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020) y FRED(2020b)*

En el cuadro 2.1 se puede apreciar que la tasa de inflación y brecha de costos marginales son variables estacionarias  $I(0)$  ya que cuentan con media y varianza constantes a través del tiempo. De acuerdo con la prueba Augmented Dickey Fuller (*ADF*) se rechaza la presencia de raíz unitaria mientras que la prueba Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (*KPSS*) determina que ambas variables son estacionarias al no ser rechazada la hipótesis nula.<sup>24</sup>

La gráfica 2.1 presenta evidencia de la correlación positiva existente entre la tasa de inflación y la brecha de costos marginales en el periodo 2002Q1-2018Q4 para México, siendo un primer indicador sobre la validez del modelo de la Curva de Phillips en su versión neokeynesiana híbrida.

<sup>24</sup> La hipótesis nula de la prueba *ADF* indica que la variable a ser probada tiene raíz unitaria por lo que se busca rechazar esta hipótesis. Mientras que la prueba *KPSS* su hipótesis nula indica que la variable es estacionaria, en este caso se busca no rechazar la hipótesis nula.

Gráfica 2.1. Correlación entre tasa de inflación y brecha de costos marginales en México 2002Q1-2018Q4



Fuente: Elaboración Propia con datos de FRED (2020b) e INEGI (2020)

El cuadro 2.2 presenta el coeficiente de correlación obtenido entre la tasa de inflación ( $\pi$ ) y la brecha de costos marginales ( $\widehat{mc}_t$ ), el valor de este coeficiente es de  $\rho = 0.3383$ , con una p-value del estadístico  $t$  de 0.0048, el cual indica que la correlación positiva entre ambas variables es estadísticamente significativa al ser diferente de cero. Este análisis estadístico es un segundo argumento para ratificar la validez de la Curva de Phillips para el caso mexicano en el contexto actual.<sup>25</sup>

Cuadro 2.2 Análisis de Correlación: Tasa de Inflación y Brecha de costos marginales

$X_1$	$X_2$	$\rho$	estadístico $t$	$p - value$
$\widehat{mc}_t$	$\pi_t$	0.3383	2.9211	0.0048

Notas:

$X_1$ : Variable 1;  $X_2$ : Variable 2;  $\rho$ : Coeficiente de correlación;

$\pi_t$ : Tasa de Inflación Anual Trimestralizada obtenida mediante Índice Nacional de Precios al Consumidor 2013= 100;

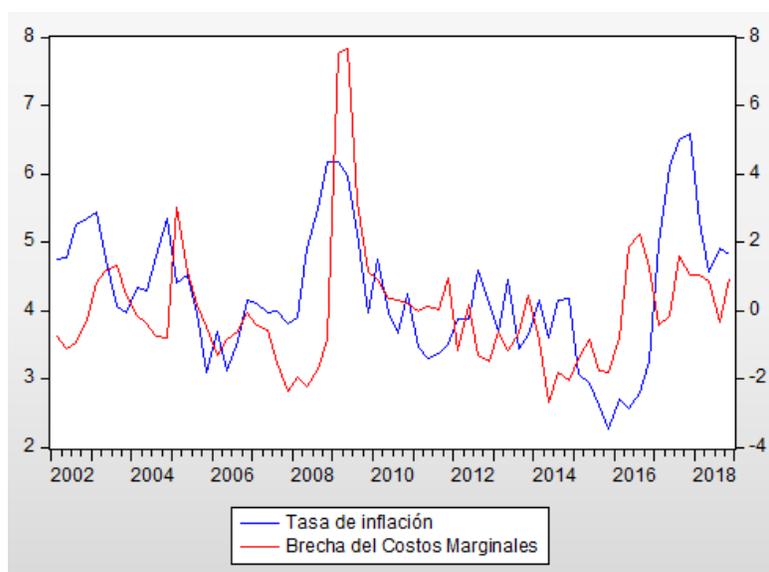
$\widehat{u}_t$ : Brecha de Costo marginal obtenida mediante el índice del costo laboral unitario de la industria manufacturera.

Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI (2020) y FRED (2020b)

<sup>25</sup> Como la hipótesis nula de la prueba t-statistic es que la variable a probar no es estadísticamente significativa, al tener una p-value < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula de la prueba. Por lo tanto, la variable cuenta con significancia estadística.

La gráfica 2.3 corrobora la evidencia presentada en la gráfica 2.1 y en el cuadro 2.2. Mediante el análisis gráfico, se observa la estrecha relación positiva entre la tasa de inflación y la brecha de costos marginales  $\widehat{mc}_t = (mc_t - mc_n)$ . Para explicar esta relación positiva, Whelan (2005) hace mención que las empresas establecen su precio óptimo considerando el monto de costos marginales y el margen de ganancia. En este sentido, si la empresa observa que la tasa del costo marginal con respecto al precio  $\left(\frac{MC_t}{P_t}\right)$  se está incrementando debido a que otras empresas están reestableciendo sus precios entonces esta empresa también reestablecerá sus precios a la alza desencadenando un proceso inflacionario.

Gráfica 2.3. Tasa de inflación y brecha de costos marginales 2002Q1 – 2018Q4



Fuente: Elaboración propia con datos de FRED (2020b) e INEGI (2020)

Asimismo, para respaldar la correlación entre la tasa de inflación y brecha de costo marginal a continuación se presenta un breve análisis histórico en términos de estas dos variables mencionadas para México en el periodo de estudio de la investigación. Utilizando la gráfica 2.3 se puede dividir este periodo en dos submuestras para analizar la interacción entre ambas variables económicas:

- i. Periodo que comprende del 2002 hasta la gran recesión financiera del 2009
- ii. Periodo de variabilidad posterior a la gran recesión (2010 – 2018)

Entre el año 2002 a 2009, se pueden observar dos periodos alcistas de la tasa de inflación y la brecha de costos marginales que a continuación se mencionan. Para el primer trimestre del año 2005 la brecha de costos marginales se incrementó a una tasa de 3.78%, ocasionado por la disminución en el crecimiento de la productividad laboral. Se puede considerar que durante el año 2004 la economía mundial registró una expansión económica no vista desde la década de los setentas lo que generó una disminución en el costo laboral unitario de la industria manufacturera para ese año por debajo de su comportamiento tendencial. Asimismo la expansión de la demanda agregada mundial registrada durante el 2004 generó un proceso inflacionario en México que incrementó la tasa de inflación partiendo de una tasa del 4% en el último de trimestre del año 2003 a una tasa de 5.3% para el último trimestre del año 2004. Por lo que el incremento de la brecha del costo laboral unitario de la industria manufacturera en 2005 es consecuencia del incremento de la inflación del año anterior.<sup>26</sup>

Un segundo episodio alcista de la brecha del costo laboral unitario de la industria manufacturera proviene de la gran recesión económica causada por el estallido de la burbuja financiera del sector inmobiliario en los Estados Unidos. Para el año 2009, la gran recesión tuvo un efecto negativo en el crecimiento económico del país registrando una caída del Producto Interno Bruto a -7.8 % en el segundo trimestre del año mencionado, lo que provocó que la inflación se incrementara a una tasa de 6% para este mismo trimestre. Este impacto negativo del crecimiento económico provocó una reducción de la productividad laboral en la industria manufacturera de -6.84% de acuerdo con el índice de productividad laboral de INEGI(2020). Tal reducción también contribuyó al incremento de la brecha del costo laboral unitario hasta una tasa de 7.58% para el primer semestre del año 2009.<sup>27</sup>

No obstante se puede apreciar que el país ya había entrado en un proceso inflacionario durante todo el año 2008, la tasa de inflación se incrementó de 3.89% en el primer trimestre a 6.2% en el último trimestre de este mismo año de acuerdo con el Índice Nacional de Precios al Consumidor del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), por lo que incrementos de la cuantía de la brecha del costo laboral unitario de la industria manufacturera viene acompañado antes de un proceso inflacionario.

---

<sup>26</sup> Véase BM (2005).

<sup>27</sup> Véase INEGI (2020)

La segunda submuestra, cuyos periodos abarcan los años 2010 a 2018, se caracterizó por ser un periodo de mayor variabilidad tanto de la tasa de inflación como de la brecha del costo laboral unitario. De acuerdo con la gráfica 2.3 se pueden observar dos episodios de inestabilidad: 1) variación constante de la tasa de inflación entre los años 2012 a 2014; 2) incrementos significativos del costo laboral unitario de la industria manufacturera y tasa de inflación para los años 2016 y 2017 respectivamente.

Con respecto al punto uno, el costo laboral unitario de la industria manufacturera registró una disminución con respecto a lo observado durante los años de la gran recesión del 2009. No obstante, el costo laboral unitario se ubicó cercano a su comportamiento tendencial durante los años 2010 a 2014 debido al buen dinamismo observado de la industria manufacturera durante estos años. No obstante, se puede apreciar en la gráfica 2.3 que tanto la brecha del costo laboral unitario como la tasa de inflación registraron constantes variaciones durante el periodo 2012 a 2014. De acuerdo con BM(2012), BM(2013) y BM(2014), estas variaciones ocurrieron debido a los diversos choques de oferta internos de naturaleza transitoria que afectaron el comportamiento de la inflación durante este periodo.<sup>28</sup> En este periodo de volatilidad de la tasa de inflación, se presenta evidencia que la cuantía de la brecha del costo laboral unitario es determinada por la inflación, si existen variaciones en la tasa de inflación entonces provocarán variaciones en la brecha del costo laboral unitario.

En referencia con el punto dos, se observa que el incremento de la brecha del costo laboral unitario se debe a la desaceleración de la productividad del sector manufacturero que comenzó a partir del año 2015 y se prolongó hasta el fin del periodo de estudio de la presente investigación. De acuerdo con el índice de productividad laboral con base en el personal ocupado de INEGI(2020) la caída de la productividad laboral para el año 2016 con respecto al año 2015 fue de -2.25%, una disminución significativa que explica el incremento del costo laboral unitario de este sector para este año.<sup>29</sup>

Cabe mencionar que para el año 2017, la economía mexicana se vio afectada por un choque inflacionario provocado por el incremento drástico del precio de las gasolinas a \$17

---

<sup>28</sup> Por mencionar algunos ejemplos, durante el año 2012 se registraron incrementos en los precios del huevo y del pollo en el país debido al brote de gripa aviar AH7N3. Para el año 2013 ocurrieron los incrementos en las tarifas del transporte público en gran parte de la República Mexicana, además de incrementos en el precio de la gasolina. Para el año 2014 ocurrieron modificaciones en el sistema tributario, se introdujeron IEPS a productos de alto contenido calórico y homologación del IVA en las fronteras del país. Para más información véase BM(2012), BM(2013) y BM(2014).

pesos el litro sufriendo un incremento de \$3 por litro de gasolina. Este choque económico provocó que la inflación anual trimestralizada se incrementara hasta 8.42% para el primer trimestre del año 2017. No obstante, durante el año 2017 y 2018 el impacto del choque inflacionario disminuyó con el paso del tiempo (BM, 2017).<sup>30</sup> A pesar de este evento, se observa para los años 2017 y 2018 que se mantiene la relación directa entre la tasa de inflación y brecha del costo laboral unitario.

De acuerdo con el análisis realizado, se puede comprobar la estrecha relación existente entre la tasa de inflación y la brecha de costos marginales medida por el costo laboral unitario de la industria manufacturera. Si bien en el periodo de estudio se observan ciertos choques económicos que provocan que esta relación directa entre ambas variables no sea tan evidente, se conserva esta correlación positiva entre ambas variables, donde es la inflación la que determina el valor de la brecha de costo marginal en gran parte del análisis realizado.

### 3.- Aspectos Econométricos

La presente investigación estima la Curva de Phillips Nekeynesiana híbrida para el periodo 2002Q1-2018Q4 mediante el método generalizado de momentos (*GMM*). Este método de estimación se construye a partir de los momentos muestrales donde no se requiere conocer a priori el comportamiento distribucional de los datos. Se utiliza este método principalmente para resolver el problema de la endogeneidad de los modelos, es decir, la correlación de los regresores del modelo con los errores de este mismo. En este sentido, se debe cumplir estrictamente la condición de ortogonalidad de los residuales del modelo  $u_t(\beta)$  con respecto a las variables independientes del modelo y el conjunto de instrumentos exógenos  $Z_t$  (Hayashi, 2000)<sup>31</sup>.

<sup>30</sup> Para más información al respecto, el lector puede consultar los diversos informes anuales de Banco de México en su página de internet.

<sup>31</sup> Para fines prácticos, las ecuaciones 3.1 y 3.2, se puede reexpresar con la definición de la media muestral para representar el valor esperado y hacer más evidente el método GMM, donde las condiciones de ortogonalidad de GMM obligan al modelo a no tener endogeneidad. Siguiendo el Manual de Eviews 8 (2014, p. 68).

$$\begin{aligned}
 E(Z_t u_t(\beta)) &= 0 \\
 m_T(\beta) &= \frac{1}{T} \sum_t Z_t u_t(\beta) = \frac{1}{T} Z_t' u_t(\beta) = 0 \\
 J(\beta, W_T) &= \frac{1}{T} u(\beta)' Z W_T^{-1} Z' u(\beta)
 \end{aligned}$$

### *Método Generalizado de Momentos*

$$(3.1) \quad E(m(y_t, \beta)) = 0$$

$$(3.2) \quad J(\beta, W_T) = T m_T(\beta)' W_T^{-1} m_T(\beta)$$

La ecuación (3.1) es la condición de ortogonalidad, donde el valor esperado del estimador *GMM*  $m(y_t, \beta)$ , en conjunto con las variables independientes del modelo deben ser cero. Como el método generalizado de momentos es un caso especial del uso de variables instrumentales cuando existen más condiciones de momentos ( $L$ ) que parámetros ( $K$ ), provoca que no exista una solución exacta al modelo sobre identificado. Por tanto, cuando ( $L > K$ ) no es posible estimar ( $\beta$ ) que haga que todas las condiciones de momentos muestrales sean exactamente cero por lo que se necesita una matriz de ponderación  $L \times L$  para construir una forma cuadrática de las condiciones de momentos conocida como la función objetivo *GMM*, el cuál es la ecuación 3.2 (Baum & Schaffler, 2002).

La ecuación (3.2) es la función objetivo *GMM* o función  $J$ , donde  $m_T(\beta)'$  es la condición de momento,  $W_T^{-1}$  es la matriz inversa de ponderadores y  $T$  es el tamaño de la muestra. Lo que se busca es minimizar la función objetivo  $J$  para encontrar el estimador *GMM*.

Con la optimización de la función objetivo y la matriz de ponderadores obtenida (ya sea por método de mínimos cuadrados por dos etapas, matriz de White o matriz HAC Newey West), se minimiza la varianza asintótica del estimador y ésta converge con la matriz inversa de varianzas y covarianzas de largo plazo (Eviews, 2014).

La presente investigación utilizó la matriz de ponderadores obtenida por el método de la Matriz HAC Newey West para corregir los problemas de correlación serial y heteroscedasticidad del modelo. De este modo, se asegura que el proceso generador de información de los datos se obtenga correctamente. A continuación se expresa la condición de ortogonalidad de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida.

#### *Condición de Ortogonalidad*

$$(3.3) \quad E_t [(\pi_t - \beta\theta\phi^{-1}\pi_{t+1} - \lambda\widehat{m}c_t - \omega\phi^{-1}\pi_{t-1})Z_t] = 0$$

Donde las variables instrumentales  $Z$  utilizadas para el modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida se presentan a continuación en el cuadro 3.4.

*Cuadro 3.4 Variables Instrumentales de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida*

° Tasa de Inflación trimestral manufacturera obtenida a partir del Índice de Precios doméstico de la industria manufacturera	*Tasa de crecimiento trimestral de ahorro bruto basado en el Indicador trimestral de Ahorro Bruto
* Brecha de producto	°Cambio porcentual trimestral de la tasa de fondos federales de la Fed
°Cambio porcentual anual del rendimiento de los Cetes a 28 días	-----

Notas: \* Obtenido del banco de información económica de Inegi; ° obtenido de los datos estadísticos de FRED St. Louis Fed.

Instrumentos: inflación trimestral manufacturera:  $t$  a  $t - 2$  tasa de crecimiento trimestral de ahorro bruto:  $t - 1$ ;

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020) y FRED (2020).

El cuadro 3.4 presenta las variables instrumentales utilizadas para la estimación de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida para el caso mexicano. Cabe mencionar que cada una de las variables presentadas en el cuadro 3.4 cuentan con estacionariedad. En el anexo estadístico de la presente investigación, el cuadro A.1 presenta las pruebas de raíz unitaria de estas variables y el cuadro A.2 presenta la prueba de ortogonalidad de los instrumentos utilizados en el modelo.

La finalidad de las variables presentadas en el cuadro 3.4 es inyectar exogeneidad al modelo y evitar que las variables independientes se correlacionen con los errores del modelo. En este sentido, se utilizaron uno o dos periodos de rezago para las variables instrumentales del modelo por las mismas razones justificadas por Galí *et al.* (2001) que presento a continuación:

- Disminuir el riesgo de sesgamiento de la estimación.
- Tener un modelo que cumpla con el principio de parsimonia (entre menos cantidad de variables que tenga el modelo mejor estimación se obtendrá)
- No toda la información puede estar disponible al público.

De acuerdo a la ecuación de la Curva de Phillips Neo keynesiana híbrida establecida en la ecuación (1.5) del capítulo 1, se realiza la estimación por el método generalizado de momentos (GMM) expresada en la ecuación (3.5)

**(3.5) Estimación Curva de Phillips Neokeynesiana con brecha de desempleo**

$\pi_t =$	<b>0.6104</b>	$\pi_{t+1} +$	<b>0.3829</b>	$\pi_{t-1} +$	<b>0.0542</b>	$\widehat{m\bar{c}}_t +$	$\varepsilon_t$
Std.Error	(0.104077)		(0.1077)		(0.023631)		
$t$	5.8653		3.55		2.2965		
<i>Prob</i>	0.0000		0.0007		0.0250		
$R^2 =$	0.8110		$J - statistic =$		1.749	(0.7817)	
$Adj R^2 =$	0.8040						

En términos generales, el modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida cuenta con una  $R^2$  de 0.8110, es decir, la variación de cada uno de los parámetros estimados de las variables independientes en conjunto explica en un 81.10% a la variación de la tasa de inflación por lo que el modelo tiene un poder de explicación adecuado.

La Prueba  $J$  contrasta la validez de las variables instrumentales del modelo (condiciones de momento) y determina si la diferencia de las condiciones de momento y los parámetros ( $L - K$ ) tiende a ser cero para evitar problemas de sub o sobre identificación del modelo, de este modo, se minimiza la función objetivo  $J$ .

En este sentido, la prueba  $J$  indica una p-value de 0.7817 por lo que no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ : condiciones de momento son válidos) y se puede concluir que la elección de los instrumentos es adecuada para minimizar la función objetivo, obtener estimadores consistentes y evitar el problema de endogeneidad.

De acuerdo con los resultados individuales obtenidos por el modelo, la ecuación 3.5 presenta la significancia estadística de todas las variables independientes del modelo al rechazar la hipótesis nula del estadístico  $t$  ( $H_0$ : parámetro estimado no significativo) ya que todas las variables independientes del modelo cuentan con una p-value menor a 0.05 (p-value < 0.05).

El parámetro estimado de la inflación esperada indica que la inflación actual se encuentra determinada el 61.04% por las expectativas de inflación del tipo racional de los agentes económicos, es decir, evalúan el comportamiento de la inflación actual mediante la realización de pronósticos de inflación con mira hacia adelante (*forward looking*).

Por otra parte, la inflación actual es explicada el 38.29% por las expectativas del tipo adaptativo, es decir, la inflación es determinada por el comportamiento de la inflación de un periodo anterior utilizando alguna regla retrospectiva para predecir la inflación.

Asimismo, la suma del parámetro de la inflación esperada y la inflación del pasado otorgan un valor de 1 ( $\gamma_f + \gamma_b = 1$ ), este coeficiente, ratifica la existencia de una Curva de Phillips de largo plazo vertical para la economía mexicana coincidiendo con los trabajos de investigación de Lai (2017) y Humphrey (1985).

En relación con el parámetro estimado de la brecha de costos marginales cuyo coeficiente es de 0.05427, se demuestra que este coeficiente es positivo de acuerdo con la teoría económica y es estadísticamente significativo con un p-value del estadístico  $t$  de 0.025.<sup>32</sup> De acuerdo con el parámetro estimado, por cada incremento porcentual de la brecha de costo marginal, la inflación actual se incrementa en 0.05427 puntos porcentuales. El parámetro positivo de la brecha de costo marginal señala que el modelo de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida es válido para el caso mexicano al ser estadísticamente significativo y al contar con signo positivo por lo que se demuestra la hipótesis de la presente investigación.

Cabe mencionar que el valor estimado de la brecha de costo marginal obtenido ( $\lambda = 0.0542$ ), es similar a los obtenidos por la investigación de Galí y Gertler (1999) y Ramos Francia y Torres (2006). A priori parece elevado con respecto a los resultados cercanos a cero obtenidos por Ramos Francia y Torres (2006).<sup>33</sup> Se considera que estos valores se deben a que en gran parte del periodo de estudio utilizado por ambos investigadores (1992 a 2006), la inflación contenía dos dígitos ya que la implementación del *Inflation Targeting* en México comenzó a partir del año 2001 de acuerdo con Vergara y Gutierrez (2014). No obstante, si se compara el coeficiente de pendiente estimado con los resultados del cuadro 5.1 de Ramos Francia y Torres (2006) se puede apreciar la similitud en los valores.

A partir de la estimación de los parámetros de las expectativas de inflación y pendiente del modelo mediante el método *GMM*, se puede obtener el valor de los parámetros estructurales que integran al coeficiente de pendiente de la Curva de Phillips Neokeynesiana

---

<sup>32</sup> La p-value menor a 0.05 indica que se rechaza la hipótesis nula del estadístico  $t$  ( $H_0$ : parámetro estadísticamente no significativo) y por tanto el parámetro estimado es estadísticamente significativo.

<sup>33</sup> Véase cuadro 3.2 de Ramos Francia y Torres (2006).

híbrida estimada para México. En el anexo “Obtención de parámetros estructurales del modelo” se presenta el método utilizado para su consecución. En este sentido, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 3.6.<sup>34</sup>

**Cuadro 3.6 Estimación de parámetros de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida**

<b>Parámetros</b>	$\gamma_b$	$\gamma_f$	$\lambda$	$\beta$	$\theta$	$\omega$
<b>Coficiente</b>	0.382998	0.610445	0.054271	0.98176309	0.6847	0.4217
<b>Estadístico t</b>	3.553	5.865	2.2965	4.2456	4.3244	2.66
<b>Prob</b>	0.0007	0.000	0.0250	0.000	0.000	0.000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI(2020), FRED (2020a), FRED (2020b), FRED (2020c), FRED (2020d).

Notas: Véase Anexo Obtención de parámetros estructurales del modelo; estadístico t de los parámetros del coeficiente de pendiente fueron obtenidos mediante simulación de Montecarlo.

Se observa del cuadro 3.6. que el factor de descuento promedio anual es de 0.9817, el cuál indica que para el periodo de estudio la tasa de interés real promedio de largo plazo estimada es de 1.85%. Esta tasa estimada se aproxima a la tasa real de fondeo bancario promedio ponderado del periodo de estudio, la cuál es de 1.60%.<sup>35</sup> En términos generales, la tasa de interés real indica el rendimiento neto de las inversiones y préstamos realizados en el país descontando la inflación del país, esta tasa indica que el rendimiento neto en el país es bajo por lo que se favorece el consumo de bienes y la inversión productiva en el país.

De acuerdo con Galí y Gertler (1999), el coeficiente estimado  $1 - \omega$  indica que alrededor del 57.82% de las empresas existentes en México, tienden a guiar en mayor proporción el establecimiento del precio de sus productos mediante pronósticos de inflación con mira hacia adelante (forward looking), mientras que un 42.17% tiende a guiar el establecimiento de sus precios mediante el uso de alguna regla retrospectiva ( $\omega = 0.4217$ ) (p. 15). En contraste con el parámetro estimado por Ramos Francia y Torres (2006) se observa una disminución

<sup>34</sup> Con los parámetros estimados por GMM del coeficiente de pendiente ( $\lambda$ ) y los componentes retrospectivo ( $\varphi_b$ ) y prospectivo ( $\varphi_f$ ) de las expectativas de inflación, se puede obtener los componentes de la pendiente primero obteniendo el valor del grado de rigideces nominales del país ( $\theta$ ) y posteriormente resolviendo la ecuación de tercer grado formada para obtener el parámetro ( $\phi$ ), el cual se obtiene de la ecuación de ( $\lambda$ ).

<sup>35</sup> De acuerdo con Ahmed *et al.* (2012), el factor de descuento se define como  $\beta = \frac{1}{(1+r)}$ . Para obtener r se despeja  $r = \frac{1}{\beta} - 1$ . De este modo se obtiene la tasa de interés real promedio de largo plazo. La tasa de interés real utilizada como referencia para este análisis fue la tasa de fondeo bancaria promedio ponderada de Banco de México. A esta tasa nominal se le descontó la inflación para poder realizar el ejercicio mediante la formula  $r = \frac{1+i}{1+\pi} - 1$ .

significativa de este coeficiente comparándolo con las dos estimaciones realizadas por ellos para el periodo 1992 – 2006. No obstante, encuentra resultados similares con la submuestra de 1997 – 2006, donde el coeficiente estimado en esta investigación resultó ser ligeramente superior indicando que la proporción de empresas que establecen sus precios mediante una regla restrospectiva se incrementó tenuemente.

En referencia a Galí y Gertler (1999), el parámetro ( $\theta$ ) expresa el grado de rigideces nominales en una economía (p. 15). Este valor indica que existe una probabilidad 68.47% que los contratos continúen vigentes en el país y por tanto no exista modificación en los precios. El parámetro ( $1 - \theta$ ) indica que existe 31.52% de probabilidad que las empresas reestablezcan sus contratos y por tanto sus precios en cualquier periodo de tiempo. El indicador  $\left(\frac{1}{1-\theta}\right) = 3.17$  señala que los precios se mantienen fijos alrededor de 3.17 trimestres en promedio para el periodo de estudio, es decir, el equivalente a 9 meses. Comparando este resultado con las dos estimaciones del trabajo de investigación de Ramos Francia y Torres (2006), se observa un incremento en la duración de fijación de los precios en México.

De acuerdo con Whelan (2005) y Ramos Francia y Torres (2006), en periodos donde la inflación es elevada las empresas tienden a modificar sus precios con mayor frecuencia cuando existen periodos inflacionarios en un país para evitar la reducción de sus márgenes de ganancia. Este incremento en la duración de la fijación de los precios en el país se debe a que en el periodo de estudio de la presente investigación, la tasa de inflación ya se encuentra anclada al blanco de inflación por lo que cuenta con un comportamiento estacionario. Por tanto, se concluye que la estimación de la dinámica de inflación de corto plazo para la economía mexicana coincide en similitud con el trabajo de investigación de Ramos Francia y Torres (2006).<sup>36</sup>

---

<sup>36</sup> De acuerdo con Ramos Francia y Torres (2006), las dos estimaciones del valor de  $\frac{1}{(1-\theta)}$  equivalen a 2 y 6 meses respectivamente. Para la submuestra de 1997 a 2006 este valor alcanza los 12 meses.

#### 4.- Conclusiones de la investigación

La presente investigación estimó la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida (2002Q1 – 2018Q4) utilizando el marco analítico de Galí y Gertler (1999) para demostrar la validez de este modelo en la economía mexicana y estimar la dinámica de la inflación en el corto plazo a partir de la brecha del costo laboral unitario de la industria manufacturera, la cual se utilizó como proxy para la medición de la brecha de costos marginales.

El modelo obtuvo resultados interesantes a destacar: 1) el modelo valida la existencia de una Curva de Phillips de largo plazo para México; 2) las expectativas del tipo racional (*forward looking*) son las que predominan en el país. 3) la dinámica de la inflación en el corto plazo es consistente con los resultados obtenidos por Ramos Francia y Torres (2006) y Galí *et al.* (2001).

En relación con el primer punto, Lai (2017) hace mención que se puede verificar la existencia de una Curva de Phillips de largo plazo cuando la suma de los parámetros de las expectativas de inflación es igual a 1. En referencia con Humphrey (1985), cuando la suma de las ponderaciones de la inflación suman uno, entonces cualquier tasa de inflación será anticipada eventualmente (p.11). En la investigación se demuestra que la suma de los coeficientes de las expectativas de inflación del tipo racional y de las expectativas del tipo adaptativo es igual a uno ( $\gamma_f + \gamma_b = 1$ ).

Al contrario de lo que expresa Rodriguez (2011), se demuestra en la investigación que en el largo plazo no existe correlación entre la tasa de inflación y alguna brecha económica, en este caso la brecha de costo marginal. Asimismo se rechaza la proposición de Liquitaya (2011) sobre la estimación estadísticamente no significativa de la Curva de Phillips para México, los hechos estilizados y la estimación del modelo por el método generalizado de momentos de la investigación demuestran que la Curva de Phillips en su versión neokeynesiana híbrida es válida y aplicable para la economía mexicana.

Los resultados obtenidos por Liquitaya (2011) coinciden en gran medida con el periodo de estudio de la investigación llevada a cabo por Loría (2007), donde explica que la estimación econométrica de una Curva de Phillips en un periodo de estudio de 1980 a la actualidad, no tendrá la correlación negativa entre tasa de inflación y tasa de desempleo debido a la visión aceleracionista de la inflación los agentes económicos (p. 634).

Sin embargo, una vez que las expectativas se mantengan ancladas a un blanco de inflación y se obtenga un comportamiento estacionario  $I(0)$ , la correlación negativa en el corto plazo entre tasa de inflación y tasa de desempleo existe, por lo que cualquier versión de la Curva de Phillips a estimar debería mostrar resultados estadísticamente significativos y compatibles con la teoría económica. En este sentido, la presente investigación demuestra que el modelo de la Curva de Phillips sigue siendo un modelo vigente para el caso mexicano, coincide con la estimación neokeynesiana híbrida de Ramos Francia y Torres (2006) y con la investigación seminal de Galí y Gertler (1999).

El valor del coeficiente de pendiente estimado ( $\lambda = 0.0542$ ) es similar a los parámetros obtenidos por Galí y Gertler (1999) y Galí *et al.* (2001). Para el caso mexicano, el valor del coeficiente de pendiente de la brecha de costo marginal también encuentra similitud con el el parámetro estimado en la investigación de Ramos Francia y Torres (2006) en la submuestra que abarca los años 1997 – 2006.<sup>37</sup>

Con respecto al segundo punto, las expectativas de inflación del tipo racional con mira hacia adelante (*forward looking*) tienen mayor peso en la formación de los precios en el país ( $\gamma_f = 0.6104$ ) que las expectativas del tipo adaptativo ( $\gamma_f = 0.3829$ ). Este hecho es consistente con la teoría económica ya que si la formación de precios se obtuviera principalmente de las expectativas adaptativas entonces el país entraría en una espiral inflacionaria debido a que los agentes económicos arrastran la inflación del pasado al presente.

En este sentido, la formación de los precios está determinada en mayor proporción por pronósticos insesgados de la inflación con mira hacia adelante (*forward looking*) tomando en cuenta toda la información disponible del periodo, donde el blanco de inflación establecido por Banco de México guía y ancla las expectativas de inflación de los agentes económicos.

El punto tres señala la similitud de los resultados obtenidos de la estimación de la dinámica de inflación en el corto plazo de la presente investigación con los resultados de Ramos Francia y Torres (2006). Para el periodo de investigación, el modelo estimado de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida obtiene un factor subjetivo de descuento ( $\beta$ ) de 0.9817. Este factor de descuento indica que la tasa de interés real promedio de largo plazo estimada es de

---

<sup>37</sup> Véase página 16 en Ramos Francia y Torres (2006).

1.85%, la cuál es cercana a la tasa de interés real promedio observada del periodo de estudio con un valor de 1.60% .

De acuerdo con el parámetro estimado ( $\omega$ ), el 42.17% de las empresas en el país establecen sus precios mediante una regla retrospectiva. Este porcentaje es ligeramente superior al estimado por Ramos Francia y Torres (2006) en su submuestra integrada por los años 1997-2006 por lo que se observa similitud y consistencia de este parámetro estimado. Si se compara el valor estimado de nuestro parámetro con las dos especificaciones de la muestra de la investigación de Ramos Francia y Torres (2006) cuyo periodo abarca los años 1992 – 2006 se observa claramente una disminución significativa. Este dato se puede considerar como evidencia que los agentes económicos del país confían cada vez más en las acciones de política monetaria de Banco de México y basan sus expectativas de inflación alrededor del blanco de inflación.<sup>38</sup>

El parámetro estimado ( $\theta$ ) indica que existe un 68.47% de probabilidad de que los precios se mantengan fijos en el país durante el periodo de estudio. En promedio, los precios se mantienen fijos alrededor de 3.17 trimestres equivalentes a 9 meses, un coeficiente ligeramente superior a lo reportado por Ramos Francia y Torres (2006). El incremento del tiempo en que los precios se mantienen fijos es explicado principalmente porque la tasa de inflación en el periodo de estudio es inferior a la utilizada por Ramos Francia y Torres (2006), esto provoca que las empresas no modifiquen sus precios de manera frecuente como lo hacen en periodos inflacionarios.<sup>39</sup>

Por tanto, las recomendaciones que se pueden obtener de este modelo para la política mexicana en México son las siguientes: 1) la política monetaria en México debe enfocarse en evitar engañar las expectativas inflacionarias para prevenir la visión aceleracionista de la inflación entre los agentes económicos del país; 2) la banca central debe procurar mantener la tasa de inflación cercana al blanco de inflación para que las empresas confíen en las acciones de política monetaria y tiendan a establecer sus precios tomando en cuenta el blanco de inflación en sus pronósticos. Si las expectativas inflacionarias están ancladas alrededor del blanco de inflación, entonces la banca central puede responder efectivamente a los

---

<sup>38</sup> De acuerdo a las especificaciones I y II del cuadro 3.2 de la investigación de Ramos Francia y Torres (2006) estiman que la fracción de empresas que utilizan una regla retrospectiva ( $\omega$ ) es de 0.6 y 0.888 respectivamente .

<sup>39</sup> Véase paginas 9 , 10 16 de Ramos Francia y Torres (2006) para observar los resultados de la estimación de la dinámica de inflación de corto plazo.

choques económicos enfrentando una tasa de sacrificio mínima; 3) se recomienda que la banca central responda efectivamente a los choques económicos para evitar perjudicar los planes de negocio de los agentes económicos y evitar que las empresas enfrenten costos de penalización por desviarse del precio óptimo de sus productos. Estas recomendaciones de política monetaria favorecerán la credibilidad de la banca central ante los agentes económicos favoreciendo un crecimiento económico sostenido y estable para el beneficio de todos.

## 5.- Bibliografía

1. Agenor P.R & Nihal Bayraktar (2010). Contracting Models of the Phillips Curve: Empirical Estimates for Middle-Income Countries. *Journal of Macroeconomics*, 32(2), 555-570.
2. Ahmed, Waqas & Haider, Adnan & Iqbal, Javed. (2012). Estimation of discount factor (beta) and coefficient of relative risk aversion (gamma) in selected countries. MPRA Paper 39736, University Library of Munich, Germany.
3. Aidar, G. (2012). The New Keynesian Phillips Curve: A Critical Assessment. Brazilian Development Bank, 1-33.
4. Baum C, & Mark E. Schaffler. (2002). "Instrumental Variables and GMM: Estimation and Testing". Boston College Economics Working Paper, 545, 1-31
5. Bailliu, J., Garcés, D., Kruger, M., Messmacher, M. (2003). Explicación y Predicción de la Inflación en Mercados Emergentes: El Caso de México. Documento de Investigación 2003-3. Dirección General de Investigación Económica. Banco de México, México D.F.
6. Banco de México-BM (2003). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2003", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
7. Banco de México-BM (2004). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2004", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
8. Banco de México-BM (2005). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2005", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
9. Banco de México-BM (2012). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2012", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
10. Banco de México-BM (2013). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2013", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
11. Banco de México-BM (2014). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2014", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
12. Banco de México-BM (2017). "Informes Anual y compilación de informes trimestrales 2017", publicaciones y prensa <<http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-anales/informes-anales-economia-ban.html>> (consultado el 01 de enero de 2020).
13. Banco de México-BM (2020a). "Tasa de desocupación abierta", datos estadísticos de Banco de México. <<http://www.anterior.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=10&accion=consultarCuadro&idCuadro=CL1&locale=es>> (consultado el 01 de enero de 2020).
14. Banco de México-BM (2020b). "Tasa de Fondeo Bancaria Promedio Ponderada", Tasas y precios de referencia. <<http://www.anterior.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=18&accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA53&locale=es>> (consultado el 01 de enero 2020)

15. Banco de México-BM (2020c). "Revision de contratos salariales". <http://www.anterior.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=10&accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA14&locale=es> (consultado el 01 de enero 2020).
16. Benassy, J. P. (2011). *Macroeconomic Theory*. United Kingdom: Oxford University.
17. Bernanke, Ben S. and Frederic S. Mishkin. "Inflation Targeting: A New Framework For Monetary Policy?," *Journal of Economic Perspectives*, 1997, 11(2), 97-116.
18. Blanchard, O, Amighini, A & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía* (5° Ed). España: Pearson.
19. Calvo, G. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383-398.
20. Correa, V, Antonio Escandón, René Luengo, José Venegas. (2003). Empalme de series anuales y trimestrales del PIB. *Economía Chilena*, 6(1), 77-86.
21. Eviews 8 Users Guide II. (2014). Estados Unidos: IHS Global Inc.
22. Federal Reserve Economic Data St.Louis- FRED (2020a). "Tasa de fondos federales efectiva". Fred economic data. <https://fred.stlouisfed.org/series/FEDFUNDS> (consultado el 01 de enero 2020).
23. Federal Reserve Economic Data St.Louis- FRED (2020b). "Benchmarked Unit Labor Costs- Manufacturing for Mexico". <https://fred.stlouisfed.org/series/ULQBBU02MXQ661S> (consultado el 01 de enero 2020).
24. Federal Reserve Economic Data St.Louis- FRED (2020c). "Domestic Producer Prices Index- Manufacturing for Mexico". <https://fred.stlouisfed.org/series/MEXPPDMMINMEI> (consultado el 01 de enero 2020).
25. Federal Reserve Economic Data St.Louis- FRED (2020d). "Interest Rates, Government securities, treasury bills for Mexico". <https://fred.stlouisfed.org/series/INTGSTMXM193N> (consultado el 01 de enero 2020).
26. Friedman, (1968). The Rol of Monetary Policy. *American Economic Review* 58(1), 1-17.
27. Fuhrer, J.C. (1997). The Unimportance of Forward-Looking Behavior in Price Specifications. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(3), 338-350.
28. Galí J, Gertler, M. (1999). Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis. *National Bureau of Economic Research*, 7551, 1-22
29. Gali, J, Mark Gertler & J Daniel Lopez-Salido. (2001). European Inflation Dynamics. *National Bureau of Economic Research*, 8218, 1-27.
30. Gordon, R. J. (1997). The Time- Varying NAIRU and its implications for Economic Policy. *Journal of Economic Perspectives*, 11(1), 11-32.
31. Gordon, R.J. (2009). The History of the Phillips Curve: Consensus and bifurcation. *Economica*, 78(309), 10-50.
32. Greene, W.H. (1999). *Analisis Econométrico*. Madrid: Prentice Hall.
33. Hayashi, F. (2000). *Econometrics*. Princeton University Press, New Jersey.
34. Hendry, David. F. (1980). Econometrics-Alchemy or Science? *Economica*, 188(47), 387-406.
35. Humphrey, T. (1985). The Evolution and Policy Implications of Phillips Curve Analysis. *Economic Review*, 71(2), 3-22.
36. Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI. (2020). Banco de Información Económica. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> (consultado el 01 de enero 2020).
37. Kydland, Finn E. & Edward C. Prescott. (1977). Rules rather than Discretion: The inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, 85(3), 473-492.
38. Knotek, S. & Shujaat Khan. (2014). Drifting Inflation Targets and Monetary Stagflation. FRB of Cleveland Working Paper No. 14-26.

39. Laguna Reyes, C. (2007). Dinámica Inflacionaria y la Brecha en la Producción: La Curva de Phillips en México. *Análisis Económico*, 50, pp. 121-147.
40. Lai, Y. (2017). Output gaps and the New Keynesian Phillips Curve: An application of the Empirical Mode Decomposition. *Economics Bulletin*, 37(2), 952-961.
41. Liquitaya, J.D. (2011). De la Curva de Phillips a la Nairu. Un análisis empírico. *Análisis Económico*, 26(62).
42. Loría, E. (2007). *Econometría con Aplicaciones* (1° edición). México: Pearson Hall
43. Loría, E. (2008). Cálculo de la Nairu en México 1980- 2007. *Banco Nacional de Comercio Exterior*, 58(9) .
44. Loría, E. *et al.* (2019). Estimación de la tasa de sacrificio para México, 1998Q1 – 2018Q4. *EconoQuantum*, 17(1), 47-67.
45. Lucas, R. (1973). Some International Evidence on Output-Inflation tradeoffs. *American Economic Review*, 63(3), 326-334.
46. Menz J.O, & Lena Vogel. (2009). A Detailed derivation of the Sticky Price and Sticky Information New Keynesian DSGE Model. DEP Discussion Papers Macroeconomics and Finance Series, University of Hamburg, 2, 1-59.
47. Motyovszki, G. (2013). The Evolution of Phillips Curves Concepts and Their Implications for Economic Policy. Central European University.
48. Muth, John F. (1961). Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, 29(3), 315-335.
49. Olafsson, T. (2006). The New Keynesian Phillips Curve: In Search of Improvements and Adaptation to the Open Economy. Department of Economics, Central Bank of Iceland, 31.
50. Phelps, E.S. (1969), The Emerging Microeconomics in Employment and Inflation Theory, *American Economic Review Papers and Proceedings* 59, 147-160.
51. Phillips, A. (1958). The Relation between Unemployment and the rate of change of Money Wages in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica* 25(100), 283-299.
52. Ramos Francia, M. y Alberto Torres (2006). Dinámica de la Inflación en México: Una Caracterización Utilizando la Nueva Curva de Phillips. Documento de Investigación 2006-15. México: Banco de México.
53. Rodríguez, A. (2011) La Curva de Phillips en México: ¿Existe una relación de Largo Plazo entre la Inflación y la Brecha de Producto?. *EconoQuantum*, 9(1), 57-81.
54. Roger, W. & Bernhard Herz. (2012). Traditional versus New Keynesian Phillips Curves: Evidence from Output Effects. *International Journal of Central Banking*, 8(1), 87-109.
55. Rudd, J., & K. Whelan. (2005). New Test of the New-Keynesian Phillips Curve. *Journal of Monetary Economics*, 52(6), 1167- 1181.
56. Samuelson, P. & Robert Solow. (1960). Analytical aspects of anti-inflation policy. *American Economic Review*, 50(2).
57. Sargent, T. & Neil Wallace. (1975). Rational Expectations, the optimal monetary instrument and the money supply rule. *Journal of Political Economy*, 83(2), 241-254.
58. Taylor, J. (1979). Staggered Wage Setting in a Macro Model. *American Economic Review*, 69(2), 108-113.
59. Vergara, R. y Elías Gutierrez. (2014). Evaluación del cumplimiento de los objetivos de inflación y el papel de las expectativas: evidencia para México, 1995-2012. *Ensayos Revista de Economía*, 33(2), 1-32.
60. Vogel, L. (2008). The Relationship between the hybrid New Keynesian Phillips Curve and the Nairu over time. DEP Discussion Papers Macroeconomics and Finance Series, University of Hamburg, 2, 2-39.
61. Whelan, K. (2005). Notes MA Advance Macro 2005, School of Economics, University College Dublin, 1-9.
62. Whelan, K. (2016). Notes MA Advance Macro 2016, School of Economics, University College Dublin, 1-5.

## Anexo Estadístico

Cuadro A.1 Pruebas de Raíz Unitaria Instrumentos

Prueba	Tipo	$\pi_{t\text{ manu}}$	$\hat{y}_t$	$\Delta\text{cetes}_t$	$\Delta\text{ffr}_t$	$s_t$
ADF	Tendencia e Intercepto	-6.08*	-3.82*	-3.17 <sup>ϕ</sup>	-5.48*	-5.53*
	Intercepto	-6.09*	-3.86*	-2.90 <sup>°</sup>	-5.29*	-5.50*
	Nada	-3.22*	-2.89*	-2.87*	-5.22*	-2.82*
KPSS	Tendencia e Intercepto	0.0841~	0.0577~	0.1133~	0.1336 <sup>ι</sup>	0.052~
	Intercepto	0.1145~	0.0647~	0.2595~	0.3028~	0.084~

Notas: \* Rechaza la hipótesis de presencia de raíz unitaria al nivel de significancia del 99%; ° Rechaza la hipótesis de presencia de raíz unitaria al nivel de significancia del 95%; ϕ Rechaza la hipótesis de presencia de raíz unitaria al nivel de significancia del 90%; ~ No rechaza la hipótesis de variable estacionaria al nivel de significancia del 99%. ι No rechaza la hipótesis de variable estacionaria al nivel de significancia del 95%. Para la prueba Augmented Dickey Fuller se utilizó el método Hannan-Quinn con 13 rezagos.

Instrumentos:  $\pi_{t\text{ manu}}$  tasa de inflación trimestral de la industria manufacturera;  $\hat{y}_t$  brecha de producto;  $\Delta\text{cetes}_t$  cambio porcentual trimestral del rendimiento de los cetes a 28 días;  $\Delta\text{ffr}_t$  cambio porcentual trimestral de la tasa de fondos federales de la Fed;  $s_t$ : tasa de crecimiento trimestral del ahorro bruto

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020), FRED (2020a), FRED (2020c), FRED (2020d)

Cuadro A.2 Prueba de ortogonalidad de instrumentos

VARIABLES INSTRUMENTALES	Coeficiente diferencia estadístico J	p – value
$\pi_{t\text{ manu}}$	0.1276	0.7909
$\hat{y}_t$	0.0265	0.8706
$\Delta\text{cetes}_t$	0.00726	0.9321
$\Delta\text{ffr}_t$	0.1959	0.6580
$s_t$	0.005436	0.9412

Instrumentos:  $\pi_{t\text{ manu}}$  tasa de inflación trimestral de la industria manufacturera;  $\hat{y}_t$  brecha de producto;  $\Delta\text{cetes}_t$  cambio porcentual trimestral del rendimiento de los cetes a 28 días;  $\Delta\text{ffr}_t$  cambio porcentual trimestral de la tasa de fondos federales de la Fed;  $s_t$ : tasa de crecimiento trimestral del ahorro bruto

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020), FRED (2020a), FRED (2020c), FRED (2020d)

En relación con las pruebas de ortogonalidad de los instrumentos expresados en el cuadro A.1, se observa que los siete instrumentos utilizados tienen una p-value mayor a 0.05 ( $H_0$ : variables instrumentales ortogonales a los errores del modelo) lo que indica que las variables instrumentales son completamente ortogonales a los residuales del modelo ya que no se rechaza la hipótesis nula de la prueba. Por tanto, se concluye que los instrumentos utilizados en el modelo son adecuados para la estimación modelo.

## Anexo Desarrollo Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida

### a) Desarrollo de la Curva de Phillips NeoKeynesiana híbrida (Galí et al., (2001))

$$(1.1) \quad p_t = \theta p_{t-1} + (1 - \theta)p_t^* \quad \text{Regla de precios de Calvo}$$

$$(1.2) \quad p_t^* = (1 - \omega)(p_t^f) + \omega(p_t^b) \quad \text{Regla de precios con mira hacia adelante}$$

$$(1.3) \quad p_t^b = p_{t-1}^* + \pi_{t-1} \quad \text{Regla retrospectiva de precios}$$

$$(1.4) \quad p_t^f = (1 - \beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\widehat{m}\widehat{c}_{t,t+j} + p_{t+k}) \quad \text{Ecuación solución de precios óptimo}$$

Reexpresando ecuación 1.1 agregando  $\theta p_{t-1}$  en ambos lados de la ecuación y desarrollando se obtiene su equivalente:

$$(1) \quad \pi_t = \frac{(1-\theta)}{\theta} (p_t^* - p_t)$$

Reexpresando la ecuación 1.2 restando  $p_t$  en ambos lados de la ecuación se obtiene:

$$(2) \quad p_t^* - p_t = (1 - \omega)(p_t^f - p_t) + \omega(p_t^b - p_t)$$

Sustituyendo (2) en (1) se obtiene la regla de precios agregados híbrida.

$$(3) \quad \pi_t = \frac{(1-\theta)}{\theta} [(1 - \omega)(p_t^f - p_t) + \omega(p_t^b - p_t)]$$

En la regla de precios híbrida se tendrá que incorporar el establecimiento de los precios guiados por la regla retrospectiva de precios de la ecuación (1.3) y por el ejercicio de optimización de precios de la ecuación 1.4.

En la ecuación (1.4), se resta  $p_t$  en ambos lados de la ecuación y se incorpora la definición de costos marginales reales  $\widehat{m}\widehat{c}_{t,t+j} = \widehat{m}\widehat{c}_{t+j} - \frac{\varepsilon\alpha}{1-\alpha}(p_t^f - p_{t+j})$  y  $\pi_{t+k} = p_{t+k} - p_t$ . Al desarrollar algebraicamente se obtiene lo siguiente:

$$p_t^f - p_t = (1 - \beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\widehat{m}\widehat{c}_{t,t+j} - \frac{\varepsilon\alpha}{1-\alpha}(p_t^f - p_{t+j}) + \pi_{t+k})$$

$$(p_t^f - p_t) \left( \frac{1 + \alpha(\varepsilon - 1)}{1 - \alpha} \right) = (1 - \beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\widehat{m}c_{t+j}) + \sum_{j=1}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\pi_{t+k})$$

$$(4) (p_t^f - p_t) = \delta (1 - \beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\widehat{m}c_{t+j}) + \sum_{j=1}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\pi_{t+k})$$

Donde

$$\delta = \left( \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha(\varepsilon - 1)} \right)$$

Como se asume que existen costos marginales constantes  $\alpha = 0$  entonces  $\delta = 1$

Para obtener el término del establecimiento de precios guiados por la regla retrospectiva se utiliza la ecuación (1) y se despeja para  $p_t^*$  rezagándola un periodo de tiempo para obtener

$$(5) p_{t-1}^* = \frac{(1-\theta)}{\theta} \pi_{t-1} - \pi_t$$

Sustituyendo ecuación (5) en ecuación (1.3) se obtiene:

$$(6) p_t^b - p_t = \frac{1}{1-\theta} \pi_{t-1} - \pi_t$$

Finalmente sustituyendo ecuaciones (6) y (4) en ecuación (3) se obtiene la Curva de Phillips Neokeynésiana híbrida.

$$\pi_t = \frac{(1-\theta)}{\theta} \left[ (1-\omega) \left( \delta (1-\beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\widehat{m}c_{t+j}) + \sum_{j=1}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t(\pi_{t+k}) \right) + \omega \left( \frac{1}{1-\theta} \pi_{t-1} - \pi_t \right) \right]$$

Desarrollando y reexpresando se obtiene

$$(1.5) \pi_t = \varphi_b \pi_{t-1} + \varphi_f E \pi_{t+1} + \lambda \widehat{m}c_t$$

$$\varphi_b = \frac{\omega}{\phi} \quad \varphi_f = \frac{\beta\theta}{\phi} \quad \lambda = \frac{(1-\omega)(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\phi}$$

$$\phi = \theta + \omega(1 - \theta(1 - \beta))$$

**b) Optimización función de pérdida ecuación 1.4 (Whelan, 2016).**

Se parte del concepto de minimizar la función de pérdida, la cuál expresa el costo de penalización cuadrático que las empresas enfrentan por desviarse del precio óptimo  $p_{t+j}^*$  tomando en cuenta la probabilidad de continuidad de los contratos  $\gamma$  y un factor de descuento intertemporal  $\beta$  por lo que el objetivo es reducir la brecha a su mínimo para que los precios  $z_t$  sean equivalentes a los precios óptimos. Este ejercicio de minimización indica a las empresas cuándo se deben de reestablecer los precios tomando en cuenta la duración de los contratos.

$$L(z_t) = \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t (z_t - p_{t+j}^*)^2$$

$$\frac{dL}{dz_t} = 2 \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t (z_t - p_{t+j}^*) = 0$$

$$\frac{dL}{dz_t} = E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j z_t - E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j p_{t+j}^* = 0$$

$$\frac{1}{1-\beta\theta} z_t = E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j p_{t+j}^* \quad z_t = (1-\beta\theta) E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j p_{t+j}^*$$

Sustituyendo el precio  $z_t$  por la variable contratos  $x_t$  y el precio óptimo  $p_{t+j}^*$  por su definición  $p_{t+j}^* = \mu + mc_t$  (precio igual al margen de ganancia más el costo marginal, finalmente se obtiene la ecuación solución de precios óptimo.

$$x_t = (1-\beta\theta) \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j E_t (\mu + mc_{t+j})$$

## Anexo Obtención parámetros estructurales del modelo

La manera más sencilla de obtener los parámetros estructurales del coeficiente de pendiente de la Curva de Phillips Neokeynesiana híbrida es mediante desarrollo algebraico utilizando los parámetros estimados  $\gamma_b, \gamma_f, \lambda$ . Partiendo de la ecuación (1.7), se desarrolla para despejar el coeficiente de theta, dejando la ecuación en términos de las variables de las expectativas de inflación.

$$(1.7) \quad \phi = \theta + \omega(1 - \theta(1 - \beta))$$

$$\theta = \frac{\phi - \omega}{1 - \omega + \omega\beta}$$

**Expresando theta en términos de expectativas de inflación se obtiene:**

$$(1.8) \quad \phi - \phi\gamma_b = \theta(1 - \phi\gamma_b) + \phi^2\gamma_b\gamma_f$$

$$\theta = \frac{\phi - \phi\gamma_b - \phi^2\gamma_b\gamma_f}{(1 - \phi\gamma_b)}$$

La ecuación (1.8) se sustituye con los valores estimados de las expectativas de inflación  $\gamma_b, \gamma_f$  mediante GMM y al resolver la división de polinomios resultante se obtiene el valor de  $\theta = 0.610445\phi$

De este modo, se puede encontrar el valor de phi ( $\phi$ ) en la ecuación (1.6) al sustituir los valores de los parámetros estimados de  $\gamma_b, \gamma_f, \lambda$ . Al desarrollar algebraicamente se forma una ecuación de tercer grado.

$$(1.6) \quad \lambda = \frac{(1-\omega)(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\phi}$$

$$0.054271 = \frac{(1 - 0.382998\phi)(1 - 0.610445\phi)(1 - 0.610445\phi)}{\phi}$$

La ecuación de tercer grado formada es la siguiente:

$$0.14272156 \phi^3 - 0.84424421\phi^2 + 1.664716\phi - 1 = 0$$

Al resolver la ecuación de tercer grado finalmente se obtiene el valor de phi ( $\phi$ ):

$$\phi = 1.101186101$$

Una vez que se encuentra el valor de phi ( $\phi$ ) ya se pueden encontrar los valores de la fracción de las empresas que utilizan una regla retrospectiva de precios ( $\omega$ ), el grado de rigideces nominales en el país ( $\theta$ ) y el factor subjetivo de descuento ( $\beta$ ).

$$\omega = \phi\gamma_b = 0.42175207$$

$$\theta = \frac{\phi - \phi\gamma_b - \phi^2\gamma_b\gamma_f}{(1 - \phi\gamma_b)} = 0.68470037$$

$$\beta = \frac{\phi\gamma_f}{\theta} = 0.98176309$$

### Comprobación parámetros estructurales de la dinámica de inflación de corto plazo

Utilizando la ecuación (1.6) para comprobar los valores de la dinámica de inflación de corto plazo se obtiene el valor del coeficiente de pendiente:

$$(1.6) \lambda = \frac{(1-\omega)(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\phi}$$
$$\lambda = \frac{(1 - 0.42175207)(1 - 0.68470037)(1 - 0.6722135)}{1.101186101}$$
$$\lambda = \mathbf{0.054271}$$