Oferta y demanda agregada dinámicas y regla de política monetaria

Elmer Sánchez
Universidad de Lima
esanchez@ulima.edu.pe

Objetivo:

El presente documento tiene por objetivo establecer los conceptos básicos del modelo de oferta agregada y demanda agregada dinámica y la regla de política monetaria. La literatura a nivel de pregrado respecto a este tema es relativamente escasa y la actualmente existente tiene un nivel de postgrado. La presente nota de clase trata de dar un pequeño paso en cubrir esta escasez en la literatura a nivel pregrado.

1. Introducción:

El modelo de Mundell-Fleming (IS-LM en economías abiertas) dejó de ser utilizado entre los años 1970 y 1980 como políticas macroeconómicas de estabilización y esto debido a que este modelo está sujeto a la discrecionalidad y no a una regla óptima. La autoridad monetaria no elije la masa monetaria en cada periodo de manera aleatoria, sino, más bien guía su política monetaria de acuerdo a algún objetivo de estabilización, ya sea con respecto a una meta de inflación, de brecha producto, o ambos. Tanto la política monetaria como la política fiscal están sujetas a reglas. La política monetaria por ejemplo está sujeta a metas explicitas de inflación; mientras que la política fiscal está sujeta a reglas fiscales; sin embargo, es común en la práctica teorizar el gasto fiscal como una variable exógena G ya que esta normalmente se fija anualmente.

La política macroeconómica de estabilización preferida y efectiva en el corto plazo bajo este modelo es la política monetaria en lugar de la política fiscal. Preferida porque en tiempo de recesión la política monetaria no tiene rezago de implementación, es decir se puede cambiar en casi cualquier momento. Un shock aleatorio, de demanda u oferta, hace que la política monetaria actúe prácticamente de inmediato subiendo o bajando la tasa de interés, aunque de manera diferenciada dependiendo del shock. Por otro lado, la respuesta de política fiscal ante este shock aleatorio es más rígida, ya que esta por lo general se fija año a año, con lo que la posibilidad de aumentar o disminuir el gasto fiscal en un horizonte corto es mucho más complicada. Además, la política monetaria es más efectiva que la política fiscal debido a que la gran mayoría de economías modernas usan alguna forma de flotación cambiaria, lo que unido a altos grados de movilidad de capitales hacen que la política monetaria y no la política fiscal sea más efectiva para afectar el producto.

Lo anterior no quiere decir que la política fiscal no tenga ninguna utilidad. La política fiscal juega un papel fundamental en la economía, a través de la provisión de bienes públicos, y en particular en las economías en desarrollo, en la provisión de programas sociales. También puede jugar un rol importante en circunstancias especiales, como por ejemplo en la salida de la Gran Depresión de los 30, en la Gran Recesión del 2008 - 2009 y también en la crisis del Gran Confinamiento 2020 – 2021. Sin embargo, desde el punto de vista de política económica de estabilización de corto plazo es preferible la política monetaria y como esta interactúa con las diferentes variables de la economía.

Bajo el enfoque de reglas, la política monetaria está sujeta a una meta explicita de inflación la cual el Banco Central se compromete a cumplir. Si la inflación se mantiene siempre (o casi siempre) dentro del rango explícito de inflación, la política monetaria es cada vez más efectiva ya que el Banco Central logra anclar las expectativas de los agentes económicos respecto a la meta establecida ganando credibilidad. Por lo tanto, la meta explicita de inflación no puede cambiar periódicamente, ya que no se lograría anclar las expectativas de los agentes económicos. Entonces, el objetivo es encontrar una inflación objetivo en la cual el Banco Central pueda cumplir su meta y las expectativas de inflación puedan anclarse a este objetivo.

2. Marco teórico entre discrecionalidad y reglas monetarias

Una política monetaria se considera discrecional cuando las medidas adoptadas de manera periódica por parte del Banco Central siguen un patrón de optimización. En este caso, el ente monetario puede usar su discreción para fijar la oferta monetaria, la tasa de interés o el tipo de cambio. Por su parte, la regla monetaria es una "promesa" hecha por el Banco Central respecto al logro de algún objetivo específico, generalmente a una tasa de inflación meta. Esta "promesa" no debe ser cambiante en el tiempo; ya que sino la política monetaria perdería efectividad debido a que los agentes económicos no podrían anclar sus expectativas a un objetivo cambiante.

Según Lars Svensson (1998), las reglas monetarias se clasifican en dos grupos: reglas instrumentales (instrumental rules) y reglas objetivo (targeting rules). Las reglas instrumentales definen la trayectoria deseada del instrumento de política monetaria como una función predeterminada de información pasada, proyectada, o de una combinación de ambas; mientras que, las reglas objetivo consideran que los bancos centrales definen su política monetaria minimizando una función de pérdida social creciente en la desviación entre la variable objetivo y su nivel realizado. Las reglas instrumentales se pueden subdividir en dos: las reglas instrumentales explicitas que se construyen empleando información del pasado y las reglas instrumentales implícitas que se construyen utilizando información proyectada para los periodos futuros (forward looking rules), está última es la que se asemeja al esquema de inflación objetivo o inflation targeting (Dorich y Triveño, 2000).

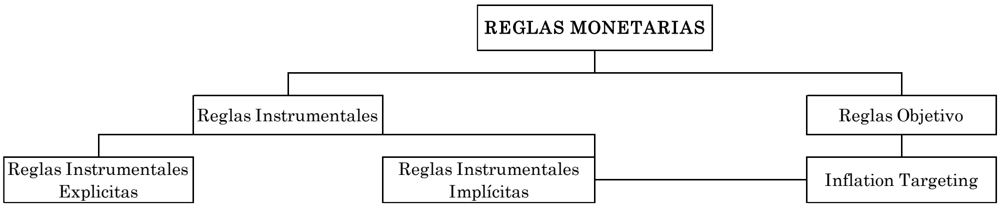

Figura1: Tipo de Reglas Monetarias.

Los beneficios de mantener una regla monetaria es que el Banco Central puede retroalimentar su política monetaria; además de que el Banco Central sigue un comportamiento de minimización de costo social no ligado al ciclo político. En este sentido, las expectativas de inflación por parte de los agentes económicos juegan un papel crucial para el cumplimiento y eficiencia de las reglas monetarias.

La adopción de reglas monetarias también resuelve el problema de la inconsistencia dinámica que surge cuando existe un dilema entre la autoridad monetaria y los agentes económicos al momento de adoptar decisiones, ya que cada uno las adopta asumiendo cierto comportamiento por parte del otro, justamente porque no existe una "regla de política". Una política es dinámicamente consistente (inconsistente) si esta (no) es totalmente creíble.

Pese a las aparentes ventajas que tendría las reglas monetarias sobre la discrecionalidad, los bancos centrales no hacen explicita su regla óptima de política monetaria, más si su objetivo, y esto debido a que una política monetaria predecible tiene poco o ningún efecto en la economía ya que los agentes económicos podrían adelantarse a las decisiones de la entidad minimizando así los efectos de la política monetaria. El uso de reglas monetarias no descarta la opción de utilizar excepcionalmente medidas discrecionales por parte del Banco Central siempre y cuando estén bien fundamentadas; sin embargo, el uso de estas en un régimen de reglas genera sorpresas monetarias que terminan impactando en la credibilidad del Banco Central.

3. El modelo básico de oferta y demanda agregada en economías abiertas con tipo de cambio flexible.

La política monetaria solo es efectiva en economías abiertas que usan alguna forma de flotación cambiaria, ya sea bajo un esquema flexible o bajo un esquema de flotación sucia. Por lo tanto, el modelo básico consiste en determinar el equilibrio de las ecuaciones de oferta y demanda agregada en economías abiertas con algún grado de flexibilidad cambiaria. En primer lugar, se necesita que ambas ecuaciones estén representadas por una variable endógena: la inflación; en función de sus variables exógenas: brecha producto, inflación esperada, inflación objetivo, tipo de cambio real y shocks aleatorios. Por el lado de la oferta agregada tenemos una curva de Phillips aumentada por expectativas para una economía abierta:

$$\pi_t = E_t\pi_{t+1}^e + \theta(y_t - \bar{y}) + \delta(q_t - \bar{q}) + \varepsilon_t \ldots (1)$$

Donde π_t, $E_t\pi_{t+1}^e$ son la inflación actual y la expectativa de inflación formada en el periodo actual respecto a la inflación del periodo siguiente. Por su parte, θ y δ son parámetros positivos que expresan la sensibilidad de la inflación actual ante un cambio en la brecha producto $(y_t - \bar{y})$, y la sensibilidad de la inflación actual ante un cambio de la brecha de tipo de cambio real respecto a su valor de largo plazo $(q_t - \bar{q})$, respectivamente. Finalmente, ε_t es un shock inflacionario corriente.

Por el lado de la demanda agregada tenemos la siguiente curva IS, escrita como desviaciones del producto respecto de pleno empleo para una economía abierta:

$$y_t - \bar{y} = A - \emptyset(i_t - E_t\pi_{t+1}^e) + \alpha q_t + \mu_t \ldots (2)$$

Donde A es una constante que considera el gasto autónomo, incluyendo el gasto fiscal, el consumo autónomo y la inversión autónoma. Por su parte, ϕ es un parámetro positivo que expresa la sensibilidad del producto a la tasa de interés real $(i_t - E_t\pi_{t+1}^e)$, α es el parámetro de sensibilidad del producto ante cambios en el tipo de cambio real (q_t) y μ_t corresponde a un shock de demanda corriente.

Si juntamos la ecuación de la demanda agregada con la oferta agregada tendríamos el equilibrio real de la economía, es decir en términos de y y r, pero no el equilibrio nominal o monetario que es el que nos interesa. Por lo tanto, aún no podemos establecer el equilibrio en términos de la inflación comparando la ecuación de oferta con la ecuación de demanda. Entonces, para obtener el equilibrio en términos de la inflación se procede a utilizar las siguientes condiciones de equilibrio de largo plazo $(t = \infty)$:

Los shocks exógenos desaparecen: $E_t\varepsilon_t = E_t\mu_t = 0 \ldots (3)$

El producto de largo plazo es igual a su valor potencial: $y_t = \bar{y} \ldots (4)$

Las expectativas de inflación convergen al valor objetivo: $E_t\pi_t^e = \bar{\pi} \ldots (5)$

La ecuación de Fisher es: $i_t = r_t + E_t\pi_t^e \ldots (6)$

La tasa de interés real nacional es igual a la internacional: $r_t = r^* \ldots (7)$

La ecuación de paridad real: $r_t = r^* + \bar{q} - q_t \ldots (8)$

Con las ecuaciones antes descritas podemos hallar el comportamiento del tipo de cambio real de largo plazo. Para ello, utilizamos las ecuaciones (3), (4), (6) y (7) en la ecuación de la demanda agregada (2). En donde se cumpliría la siguiente ecuación.

$$q_t = \bar{q} = \frac{\emptyset r^* - A}{\alpha} \quad \rightarrow \ \phi r^* = \alpha\bar{q} + A \ \ldots (9)$$

Además de las condiciones anteriormente mencionadas, para precisar los determinantes de la inflación también necesitamos especificar la Regla de Política Monetaria (RPM). Una primera aproximación a esta es utilizar la regla de Taylor, en la cual sugiere que la tasa de interés nominal se ajusta ante cambios en la inflación respecto a su objetivo y la brecha producto:

$$i_t = r^* + \bar{\pi} + a(\pi_t - \bar{\pi}) + b(y_t - \bar{y}) \;\dots (10)$$

Cuando la inflación sube, la tasa de interés debe subir en un valor igual al parámetro a para que en un subsiguiente periodo se pueda reducir la inflación. De la misma manera, cuando el producto crece por encima de su potencial la economía se está recalentado con lo cual la tasa de interés debe subir en un valor igual al parámetro b para que así la inflación se reduzca en un subsiguiente periodo. La razón de a/b representa la aversión de la autoridad a la inflación. Si $b = 0$, la autoridad monetaria solo mueve su tasa de interés ante desviaciones de la inflación respecto a su meta, pues no da importancia a las fluctuaciones del producto. Por otro lado, si $a = 0$, la autoridad monetaria solo mueve su tasa de interés ante desviaciones de producto, pues no da importancia a la desviación de la inflación respecto a su meta.

La única condicion de la regla de Taylor es que para asegurar que exista convergencia de la política monetaria a un valor en particular es que el parámetro a tiene que tener un valor mayor a 1. A esta condición se le conoce como el principio de Taylor. De Gregorio (2007, p. 619) lo explica de la siguiente manera: "… si la inflación sube (baja) y la autoridad desea enfriar (estimular) la economía, para que la inflación baje (suba), el aumento (la reducción) de la tasa de interés debe ser mayor que el aumento (la disminución) de la inflación, así se tendrá un alza (una baja) en la tasa de interés real y una consecuente caída (alza) en la demanda agregada."

Con la regla de Taylor podemos derivar la curva de demanda agregada en función de la inflación. Para ello, primero debemos reemplazar la regla de Taylor en la curva IS (2) y luego se procede a eliminar la tasa de interés real de largo plazo utilizando la ecuación (9). Para finalmente expresar la inflación en términos del resto de variables.

$$y_t - \bar{y} = A - \emptyset(r^* + \bar{\pi} + a(\pi_t - \bar{\pi}) + b(y_t - \bar{y}) - E_t\pi_{t+1}^e) + \alpha q_t + \mu_t$$

$$(1 + b\phi)(y_t - \bar{y}) = A + \alpha q_t - \alpha\bar{q} - A + \phi(E_t\pi_{t+1}^e - \bar{\pi}) - \phi a(\pi_t - \bar{\pi}) + \mu_t$$

$$\phi a(\pi_t - \bar{\pi}) = -(1 + b\phi)(y_t - \bar{y}) + \alpha(q_t - \bar{q}) + \phi(E_t\pi_{t+1}^e - \bar{\pi}) + \mu_t$$

$$(\pi_t - \bar{\pi}) = \left(\frac{1}{a}\right)(E_t\pi_{t+1}^e - \bar{\pi}\,) - \left(\frac{1 + \phi b}{\phi a}\right)(y_t - \bar{y}) + \left(\frac{\alpha}{\phi a}\right)(q_t - \bar{q}) + \left(\frac{1}{\phi a}\right)\mu_t \;\dots (11)$$

Finalmente, utilizando la ecuación de paridad real (8) y las ecuaciones (5) y (6) en la regla de Taylor (10), podemos hallar una expresión para el diferencial del tipo de cambio real respecto a su valor de largo plazo, es decir: $q_t - \bar{q} = -a(\pi_t - \bar{\pi}) - b(y_t - \bar{y})$ y reemplazandolo en (11), obtenemos **la curva de demanda agregada para economías abiertas**.

$$(\pi_t - \bar{\pi}) = \left(\frac{\phi}{a(\phi + \alpha)}\right)(E_t\pi_{t+1}^e - \bar{\pi}) - \left(\frac{1 + \phi b + b\alpha}{a(\phi + \alpha)}\right)(y_t - \bar{y}) + \left(\frac{1}{a(\phi + \alpha)}\right)\mu_t \ldots (12)$$

Esta última ecuación expresa la demanda agregada en función de la brecha producto, el shock de demanda y el efecto de las expectativas de inflación en la inflación corriente. Si queremos estudiar como los shocks a las expectativas de inflación afectan en el equilibrio general tenemos que utilizar la ecuación ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.. Sin embargo, si no queremos considerarlos, podemos simplificar esta ecuación de demanda agregada asumiendo que $E_t\pi_{t+1}^e = \pi_t$. Con lo cual, luego de simplificar obtenemos la nueva demanda agregada:

$$(\pi_t - \bar{\pi}) = -\left(\frac{1 + \phi b + b\alpha}{\phi(a - 1) + \alpha a}\right)(y_t - \bar{y}) + \left(\frac{1}{\phi(a - 1) + \alpha a}\right)\mu_t \ldots (13)$$

De esta última ecuación se puede observar el principio de Taylor, ya que para asegurar que la pendiente de la demanda agregada sea negativa, se debe tener que $a > 1$. Esta condición garantiza la estabilidad y lógica del sistema.

Ahora podemos expresar la oferta agregada en términos de las expectativas de inflación, brecha producto y su shock inflacionario corriente. Para ello, reemplazamos el diferencial del tipo de cambio real respecto a su valor de largo plazo, es decir: $q_t - \bar{q} = -a(\pi_t - \bar{\pi}) - b(y_t - \bar{y})$, en la curva de Phillips (1).

$$\pi_t = E_t\pi_{t+1}^e + \theta(y_t - \bar{y}) + \delta(-a(\pi_t - \bar{\pi}) - b(y_t - \bar{y})) + \varepsilon_t$$

$$(1 + a\delta)\pi_t = a\delta\bar{\pi} + E_t\pi_{t+1}^e + (\theta - b\delta)(y_t - \bar{y}) + \varepsilon_t$$

$$\pi_t = \frac{E_t\pi_{t+1}^e + \delta a\bar{\pi}}{(1 + \delta a)} + \frac{(\theta - \delta b)}{(1 + \delta a)}(y_t - \bar{y}) + \left(\frac{1}{1 + \delta a}\right)\varepsilon_t \ \ldots (14)$$

La ecuación (14) es **la curva de oferta agregada para economías abiertas** que incluye dentro de su comportamiento a la regla de Taylor. Si bien, nuestro modelo se encuentra ya completo luego de haber obtenido las curvas de demanda y oferta agregada para economías abiertas, un punto interesante de análisis macroeconómico es examinar cuál es la reacción del Banco Central ante diversas eventualidades. Podemos hallar la función de reacción del Banco Central, es decir la tasa de interés nominal, en función de sus determinantes, para ello es imprescindible partir de un equilibrio entre la oferta agregada y la demanda agregada, para así luego este poder reemplazarlo en la regla de Taylor. Entonces, igualando la demanda agregada con (12) con la oferta agregada (14), y despejando este en términos de la brecha producto, tenemos que[1]:

$$(y_t - \bar{y}) = \left(\frac{\phi(1 + \delta a) - a(\phi + \alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi + \alpha)}\right)(E_t\pi_{t+1}^e - \bar{\pi}) + \left(\frac{1 + \delta a}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi + \alpha)}\right)\mu_t - \left(\frac{a(\phi + \alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi + \alpha)}\right)\varepsilon_t$$

[1] El procedimiento matemático paso a paso se puede encontrar en el Anexo Matemático 1.

Ahora, reemplazando este término en la brecha producto de la regla de Taylor, podemos obtener **la función de reacción del Banco Central**, y esta es :

$$i_t = r^* + \rho\bar{\pi} + a\pi_t + \sigma E_t\pi_{t+1}^e + \left(\frac{b(1+\delta a)}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}\right)\mu_t - \left(\frac{ba(\phi+\alpha)}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}\right)\varepsilon_t \ldots (15)$$

Donde $\rho = \left(\frac{(1+b\alpha)-a(\delta(a-1)+\theta\phi(a-1)+\theta\alpha(a-1)+1+b\phi\delta)}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}\right)$ y $\sigma = \frac{b[\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)]}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}$. La única condición a cumplirse con la función de reacción del Banco Central es que para que todo el modelo tengo la lógica económica adecuada es necesario que el parámetro de las expectativas de inflación formadas en el periodo actual respecto a la inflación del siguiente periodo sea positivo, es decir: $\phi(1+\delta a) > a(\phi+\alpha)$.

3.1. La efectividad de la política monetaria en economía abiertas versus economías cerradas.

Ahora podemos analizar la efectividad de la política monetaria para el caso de una economía abierta versus el de una economía cerrada. Utilizando la ecuación de demanda agregada (12) se puede analizar **el efecto en la inflación ante presiones de demanda** por el lado de producto, es decir cuando el crecimiento corriente se encuentra por encima del crecimiento potencial de la economía. Asumiendo una economía perfectamente abierta $(\alpha \to \infty)$, el efecto es de:

$$\left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial(y_t - \bar{y})}\right| = \left(\frac{1+\phi b + b\alpha}{\phi(a-1)+a\alpha}\right) \to \left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial(y_t - \bar{y})}\right| = \frac{\infty}{\infty}$$

Aplicando la regla de L'hopital para poder resolver, nos da un resultado igual a:

$$\left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial(y_t - \bar{y})}\right| = \frac{b}{a} \ldots (16)$$

Mientras que para una economía cerrada $(\alpha = 0)$ el efecto será igual a:

$$\left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial(y_t - \bar{y})}\right| = \left(\frac{1+\phi b}{\phi(a-1)}\right) \to \left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial(y_t - \bar{y})}\right| = \frac{1}{\emptyset(a-1)} + \frac{b}{(a-1)} \ldots (17)$$

Si comparamos las ecuaciones (16) y (17) podemos darnos cuenta que el efecto siempre será mayor en una economía cerrada que en una economía abierta $\left(\frac{1}{\emptyset(a-1)} + \frac{b}{(a-1)} > \frac{b}{a}\right)$. En otras palabras, **la inflación se desvía en mayor medida respecto a la inflación objetivo en una economía cerrada que en una economía abierta**. La explicación de este resultado viene por el lado de los canales de transmisión de la política monetaria en economías abiertas versus cerradas. En este último, la política monetaria solo influye en la demanda agregada a través del consumo y de la inversión; mientras que, en una economía abierta, se le suma el efecto de una apreciación del tipo de cambio que termina impactando en menores niveles de inflación.

El impacto exacto en la inflación dependerá de la inversa de la aversión a la inflación (b/a) por parte del ente monetario. Mientras mayor es la aversión de la autoridad a la inflación (a/b elevado) la demanda agregada será más horizontal, por lo cual ante cualquier shock la inflación se desvía de su meta por un valor pequeño; mientras que el producto se desvía del potencial en un valor muy grande, esto debido a que el Banco Central prioriza el objetivo inflacionario. Por el contrario, cuanto menor es la aversión de la autoridad a la inflación (a/b pequeño), o, en otras palabras, cuando se cumple apenas el principio de Taylor, esto debido a que a está muy cerca de 1, la demanda agregada será más vertical, por lo cual ante cualquier shock la inflación se desvía de su meta por un valor muy grande; mientras que el producto se desvía de su potencial por un valor muy pequeño, esto debido a que el Banco Central prioriza el objetivo de pleno empleo.

También se puede analizar el efecto de los **shocks exógenos de demanda en la inflación**. Asumiendo una economía abierta $(\alpha \to 0)$, el efecto de un shock exógeno de demanda sobre la inflación es de:

$$\left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial \mu_t}\right| = \left(\frac{1}{a(\phi + \alpha)}\right) \ \ldots (18)$$

Mientras la economía más se abra al mundo, el efecto de un shock exógeno de demanda en la inflación es cada vez menor. En el caso extremo, en donde la economía es perfectamente abierta $(\alpha \to \infty)$, el efecto será prácticamente nulo $\left(\lim_{\alpha \to \infty} \left(\frac{1}{a(\emptyset+\alpha)}\right) \approx 0\right)$. Por su parte, para una economía cerrada $(\alpha = 0)$ el efecto de un shock exógeno de demanda en la inflación es igual a:

$$\left|\frac{\partial(\pi_t - \bar{\pi})}{\partial \mu_t}\right| = \left(\frac{1}{a\phi}\right) \ldots (19)$$

El resultado es que la inflación se desvía en mayor medida respecto a la inflación objetivo en una economía cerrada que en una economía abierta, es decir: $\left(\frac{1}{a\phi}\right) > \left(\frac{1}{a(\phi+\alpha)}\right)$. Esto debido a que en economía abierta se cuenta con un canal adicional de transmision de la política monetaria. Los resultados son similares cuando se analiza el efecto de las expectativas de inflación en la brecha inflacionaria, pero su impacto es diferente: $\frac{1}{a} > \frac{\phi}{a(\phi+\alpha)}$. En resumen, la **política monetaria siempre es más efectiva bajo un escenario de economía abierta que de economía cerrada**.

3.2. La función de reacción del Banco Central ante shocks de demanda y oferta.

Es importante también analizar la reacción del Banco Central, por medio de su tasa de interés, ante shocks aleatorios de demanda y de oferta. Para ello, utilizamos la función de reacción de la ecuación (15). Ante un shock de demanda, el Banco Central reacciona moviendo su tasa de interés de la siguiente manera:

$$\frac{\partial i_t}{\partial \mu_t} = \frac{b(1 + \delta a)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi + \alpha)} \ldots (20)$$

Mientras que la reacción del Banco Central ante un shock de oferta es:

$$\frac{\partial i_t}{\partial \varepsilon_t} = -\frac{ba(\phi + \alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi + \alpha)} \dots (21)$$

En primer lugar, los signos de los shocks son diferentes y estos son los esperados. Un shock positivo de demanda, entiéndase por ejemplo como un cambio inesperado en la inversión privada, hace que la economía se empiece a recalentar por su nivel de equilibrio, por lo cual el Banco Central tiene que subir la tasa de interés para enfriar la economía y así la inflación corriente vuelva a la inflación objetivo. Mientras que un shock positivo de oferta, entiéndase por ejemplo como un shock de productividad, genera un abaratamiento de los costos de producción lo cual genera menor nivel de precios en la economía, por lo cual el Banco Central debe reaccionar disminuyendo su tasa de interés para generar presiones inflacionarias por el lado de la demanda agregada y así acercar la inflación corriente a la inflación objetivo.

Ahora, podemos comparar intuitivamente la agresividad del Banco Central ante un shock aleatorio de demanda y de oferta. La respuesta es bastante clara cuando se trata de un shock aleatorio de demanda, ya que un shock de demanda afecta a la inflación por dos canales: el canal de producto y de precios con lo cual el Banco Central debe subir su tasa de interés para volver a la inflación objetivo ($\bar{\pi}$). Si vemos la Figura 2a, un shock de demanda produce un desplazamiento de toda la curva a la derecha ($DA_1 \rightarrow DA_2$), encontrándonos en un equilibrio temporal con presiones inflacionarias por el lado del producto y de precios (B), ante ambos efectos, la respuesta es bastante clara para el Banco Central ya que este debería subir la tasa de interés. En cambio, si analizamos un shock de costos, Figura 2b, la respuesta del Banco Central no es del todo clara, por lo cual, el Banco central no podría reaccionar inmediatamente ya que, si bien tiene presiones inflacionarias por el lado de shock de precios, el producto está por debajo de su potencial (B), por lo cual este genera menores presiones inflacionarias. Si vemos la Figura 1b, un shock de costos produce un desplazamiento de toda la curva a la izquierda ($OA_1 \rightarrow OA_2$), encontrándonos en un equilibrio temporal con mayor nivel de inflación en la economía, pero un menor nivel de producción respecto al valor potencial. En caso el Banco Central llegue a reaccionar subiendo su tasa de interés, la agresividad de la reacción del Banco Central es mucho menor que ante un shock de demanda.

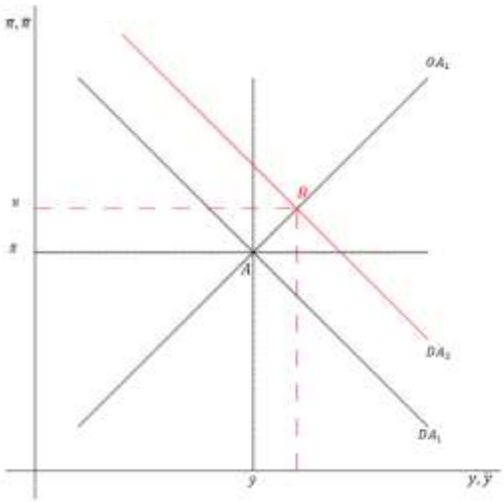

Figura 2a: Shock de demanda.

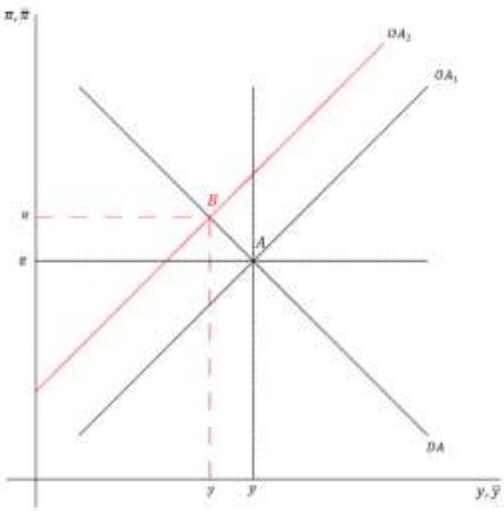

Figura 2b: Shock de oferta.

4. Aplicaciones del modelo: ejercicios de estática comparativa.

Para analizar los ejercicios de estática comparativa sobre la inflación y la reacción del Banco Central de diferentes shocks es importante tener en cuenta las funciones de demanda y oferta agregada, así como también la función de reacción del Banco Central. La oferta agregada del modelo está representada por la ecuación (14) que proviene de la Curva de Phillips aumentada por expectativas. La demanda agregada proviene de la Regla de Taylor en la ecuación IS y está representada por la ecuación (12), se utiliza esta curva de demanda agregada ya que incluye dentro de sus determinantes a las expectativas de inflación.

Es importante destacar que los análisis presentados a continuación son de carácter estáticos, aunque la explicación proveniente de ellos se hace de una manera dinámica. Todos los análisis presentados parten de un equilibrio entre oferta y demanda agregada y la RPM.

A) Reducción temporal en las expectativas de inflación.

Una reducción temporal en las expectativas de inflación afecta tanto a la oferta como a la demanda agregada, pero de manera diferenciada $\left(\frac{1}{1+\delta a} > \frac{\phi}{a(\phi+\alpha)}\right)$. Mientras más abierta es la economía, una reducción temporal de las expectativas de inflación afecta en mayor medida a la oferta agregada que a la demanda agregada. Por simplicidad, asumiremos una economía perfectamente abierta ($\alpha \rightarrow \infty$), por lo que una reducción temporal de las expectativas de inflación solo afecta la oferta agregada ($OA_1 \rightarrow OA_2$) lo cual genera un nuevo punto de equilibrio temporal en B. Aquí, el Banco Central no está cumpliendo su meta de inflación objetivo, por lo cual la tasa de interés debe disminuir para poder generar paulatinamente presiones inflacionarias por el lado de la demanda agregada ($DA_2 \rightarrow DA_{\dots} \rightarrow DA_t$) hasta que la inflación corriente sea igual a la inflación objetivo, y esto se da en el punto de equilibrio temporal C. Debido a que es un shock temporal en las expectativas de inflación, este shock debe desaparecer y la oferta agregada debe volver a su valor inicial en donde $OA_1 = OA_t$. Si bien el shock desaparece, las expectativas de inflación se ajustan lentamente hasta llegar al valor final ($OA_3 \rightarrow OA_{\dots} \rightarrow OA_t$) generando un nuevo equilibrio temporal en D. Aquí, nuevamente el Banco Central no está cumpliendo su meta de inflación objetivo, por lo cual sube su tasa de interés para poder generar presiones de demanda y para que así las expectativas de inflación se ajusten lentamente hasta el valor de la demanda agregada inicial.

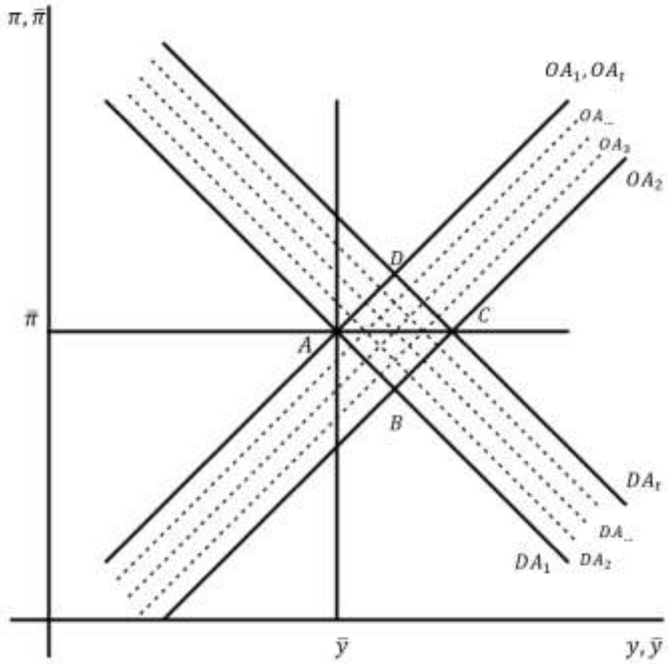

Figura 3: Reducción temporal de las expectativas de inflación.

B) Reducción permanente de la meta explícita de inflación.

Supongamos ahora que queremos analizar una nueva meta de inflación del Banco Central ($\bar{\pi}_1 \rightarrow \bar{\pi}_2$). Si analizamos las ecuaciones de demanda agregada (13) y oferta agregada (14), con una menor meta de inflación en ambos casos se contaría con una menor inflación corriente; y podemos intuir matemáticamente que mientras más abierta es la economía, el impacto es mayor en la demanda agregada que en la oferta agregada $\left(1 > \frac{\delta a}{(1+\delta a)}\right)$, por lo cual se tendría el nuevo punto de equilibrio temporal de B. En este punto la inflación corriente (π_B) está aún por encima de la nueva inflación objetivo ($\bar{\pi}_2$); por lo tanto, para llegar al nuevo objetivo de inflación el Banco Central debe tener una política agresiva en su tasa de interés para anclar las expectativas de los agentes económicos. Si los agentes económicos creen que la nueva meta es factible, las expectativas de inflación de la oferta agregada se irán ajustando lentamente al equilibrio final ($OA_2 \rightarrow OA_3 \rightarrow OA_{...} \rightarrow OA_t$) que se ubicará en el punto C. Durante todo el trayecto al nuevo equilibrio, la economía se ha recesado por unos cuantos periodos temporales, pero al final se vuelve a un equilibrio de largo plazo. La rapidez con la que la economía vuelve a su valor de largo plazo es cuán rápida se ajustan las expectativas de los agentes económicos respecto a la nueva meta de inflación. Si el Banco Central cuenta con credibilidad histórica, el costo de la recesión será mucho menor.

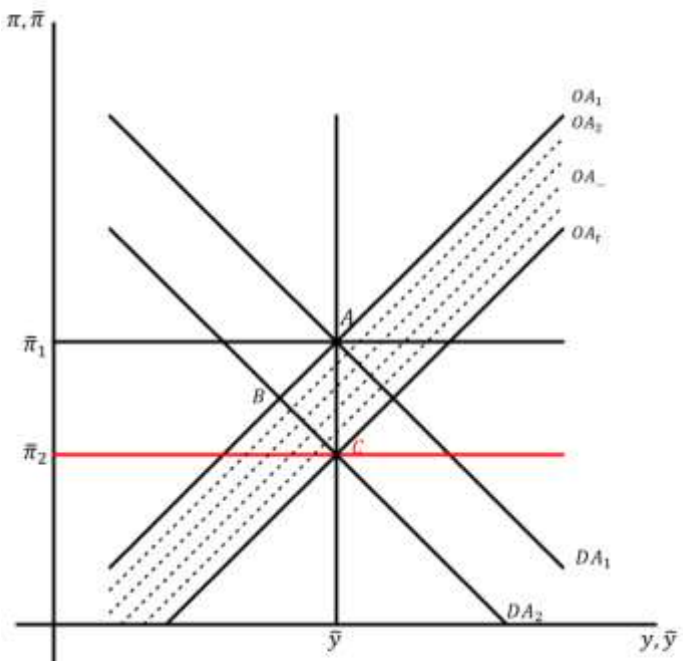

Figura 4: Reducción permanente de la inflación objetivo.

Referencias.

Clarida, R., Jordi, G. y Mark, G. (1999). The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective. *Journal of Economic Literature,* XXXVII(4), 1661-1707.

De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía: Teoría y políticas.* México, D.F., Pearson Educación.

De Vroey, M. (2016). *A history of Macroeconomics: from Keynes to Lucas and Beyond.* Cambridge University Press.

Dorich, J. y Triveño, L. (2000). Reglas Monetarias para el Perú. *Revista Estudios Económicos.* 6(1), 1-24.

Glenn, R. y Svensson, L. (1998). Policy Rules for Inflation Targeting. *National Bureau of Economic Research.*

Mankiw, G. (2014). *Macroeconomía.* (8va Edición). New York., Worth Publishers.

Perea, H. y Soto, C. (1997). Consideraciones sobre el esquema de objetivo inflación explicito (inflation targeting). *Revista de Estudios Económicos*. 1(1). 1-23.

Rhenals, R. y Saldarriaga, JP. (2008). Una regla de Taylor óptima para Colombia. *Lecturas de Economía.* 69(2), 9-39.

Simons, H. (1936). Rules versus Authorities in Monetary Policy. *Journal of Political Economy*. 44(1), 1-30.

Taylor, J. (1993). Discretion versus Policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy,* 39, 195-214

Walsh, C. (2002). Teaching Inflation Targeting: An analysis for Intermediate Macro. *Journal of Economic Education,* 33(4), 333-346.

Woodford, M. (2009). Convergence in Macroeconomics: Elements of the New Synthesis. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 1(1), 267-279.

Anexo Matemático 1:

Para hallar la función de reacción del Banco Central en el equilibrio del modelo, se procede a igualar la demanda agregada (12) con la oferta agregada (14):

$$\bar{\pi}+\left(\frac{\phi}{a(\phi+\alpha)}\right)(E_t\pi_{t+1}^e-\bar{\pi})-\left(\frac{1+\phi b+b\alpha}{a(\phi+\alpha)}\right)(y_t-\bar{y})+\left(\frac{1}{a(\phi+\alpha)}\right)\mu_t=\frac{E_t\pi_{t+1}^e+\delta a\bar{\pi}}{(1+\delta a)}+\frac{(\theta-\delta b)}{(1+\delta a)}(y_t-\bar{y})+\left(\frac{1}{1+\delta a}\right)\varepsilon_t$$

$$\left(\frac{1+\phi b+b\alpha}{a(\phi+\alpha)}+\frac{(\theta-\delta b)}{(1+\delta a)}\right)(y_t-\bar{y})=\left(\frac{\phi}{a(\phi+\alpha)}-\frac{1}{1+\delta a}\right)E_t\pi_{t+1}^e+\left(1-\frac{\phi}{a(\phi+\alpha)}-\frac{\delta}{(1+\delta a)}\right)\bar{\pi}+\left(\frac{1}{a(\phi+\alpha)}\right)\mu_t-\left(\frac{1}{1+\delta a}\right)\varepsilon_t$$

$$\left(\frac{(1+\phi b+b\alpha)(1+\delta a)+a(\phi+\alpha)(\theta-\delta b)}{a(\phi+\alpha)(1+\delta a)}\right)(y_t-\bar{y})=\left(\frac{\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)}{a(\phi+\alpha)(1+\delta a)}\right)E_t\pi_{t+1}^e+\left(\frac{a(\phi+\alpha)(1+\delta a)-\phi(1+\delta a)-\delta a(a(\phi+\alpha))}{a(\phi+\alpha)(1+\delta a)}\right)\bar{\pi}+\left(\frac{1}{a(\phi+\alpha)}\right)\mu_t-\left(\frac{1}{1+\delta a}\right)\varepsilon_t$$

$$[(1+\phi b+b\alpha)(1+\delta a)+a(\phi+\alpha)(\theta-\delta b)](y_t-\bar{y})=[\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)]E_t\pi_{t+1}^e+\left[a(\phi+\alpha)(1+\delta a)-\phi(1+\delta a)-\delta a\big(a(\phi+\alpha)\big)\right]\bar{\pi}+(1+\delta a)\mu_t-\big(a(\phi+\alpha)\big)\varepsilon_t$$

Empezamos simplificando los párametros:

$$(1+\phi b+b\alpha)(1+\delta a)+a(\phi+\alpha)(\theta-\delta b)=1+\phi b+b\alpha+\delta a+\phi b\delta a+b\alpha\delta a+a\phi\theta-a\phi\delta b+a\alpha\theta-a\alpha\delta b=1+\phi b+b\alpha+\delta a+\theta a\phi+\theta a\alpha=1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)$$

$$a(\phi+\alpha)(1+\delta a)-\phi(1+\delta a)-\delta a\big(a(\phi+\alpha)\big)=a\phi+a\alpha+a^2\phi\delta+a^2\delta\alpha-\phi-\phi\delta a-a^2\delta\phi-a^2\delta\alpha=a\phi+a\alpha-\phi-\phi\delta a=-\phi(1+\delta a)+a(\phi+\alpha)$$

Entonces, tenemos que:

$$[1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)](y_t-\bar{y})=[\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)]E_t\pi_{t+1}^e-[\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)]\bar{\pi}+(1+\delta a)\mu_t-\big(a(\phi+\alpha)\big)\varepsilon_t$$

$$[1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)](y_t-\bar{y})=[\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)](E_t\pi_{t+1}^e-\bar{\pi})+(1+\delta a)\mu_t-\big(a(\phi+\alpha)\big)\varepsilon_t$$

Despejando en términos de la brecha producto, tenemos que:

$$(y_t-\bar{y})=\left(\frac{\phi(1+\delta a)-a(\phi+\alpha)}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}\right)(E_t\pi_{t+1}^e-\bar{\pi})+\left(\frac{1+\delta a}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}\right)\mu_t-\left(\frac{a(\phi+\alpha)}{1+a(\delta+\theta\phi+\theta\alpha)+b(\phi+\alpha)}\right)\varepsilon_t$$

Ahora, reemplazando este término en la brecha producto de la regla de Taylor, podemos obtener **la función de reacción del Banco Central**, y esta es:

$$i_t = r^* + \bar{\pi} + a(\pi_t - \bar{\pi}) + b\left(\left(\frac{\phi(1+\delta a) - a(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)(E_t\pi_{t+1}^e - \bar{\pi}) + \left(\frac{1+\delta a}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\mu_t - \left(\frac{a(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\varepsilon_t\right)$$

$$i_t = r^* + \left(1 - a - \frac{b\phi(1+\delta a) - ba(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\bar{\pi} + \left(\frac{b[\phi(1+\delta a) - a(\phi+\alpha)]}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)E_t\pi_{t+1}^e + \left(\frac{b(1+\delta a)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\mu_t - \left(\frac{ba(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\varepsilon_t$$

Empezamos simplificando el parámetro de la inflación objetivo:

$$1 - a - \frac{b\phi(1+\delta a) - ba(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)} = \frac{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha) - a - a^2(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) - ab(\phi+\alpha) - b\phi(1+\delta a) + ba(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}$$

$$\ldots \frac{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b\alpha - a - a^2(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) - b\phi\delta a}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)} = \frac{1 + a\delta + a\theta\phi + a\theta\alpha + b\alpha - a - a^2\delta - a^2\theta\phi - a^2\theta\alpha - b\phi\delta a}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}$$

$$\ldots \frac{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha - 1 - a\delta - a\theta\phi - a\theta\alpha - b\phi\delta) + b\alpha}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)} = \frac{1 + a(\delta(1-a) + \theta\phi(1-a) + \theta\alpha(1-a) - 1 - b\phi\delta) + b\alpha}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}$$

$$\ldots \frac{(1 + b\alpha) - a(\delta(a-1) + \theta\phi(a-1) + \theta\alpha(a-1) + 1 + b\phi\delta)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}$$

Reemplanzado en la tasa de interés nominal, hallamos nuestra función de reacción del Banco Central:

$$i_t = r^* + \left(\frac{(1 + b\alpha) - a(\delta(a-1) + \theta\phi(a-1) + \theta\alpha(a-1) + 1 + b\phi\delta)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\bar{\pi} + a\pi_t + \left(\frac{b[\phi(1+\delta a) - a(\phi+\alpha)]}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)E_t\pi_{t+1}^e + \left(\frac{b(1+\delta a)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\mu_t - \left(\frac{ba(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\varepsilon_t$$

La única condición a cumplirse con esta última ecuación para que todo el modelo tengo la lógica económica adecuada es que $\phi(1+\delta a) > a(\phi+\alpha)$. Con lo cual ya podemos renombrar esta función de reacción como:

$$i_t = r^* + \rho\bar{\pi} + a\pi_t + \sigma E_t\pi_{t+1}^e + \left(\frac{b(1+\delta a)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\mu_t - \left(\frac{ba(\phi+\alpha)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}\right)\varepsilon_t$$

Donde, $\rho = \frac{(1+b\alpha) - a(\delta(a-1) + \theta\phi(a-1) + \theta\alpha(a-1) + 1 + b\phi\delta)}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}$, y $\sigma = \frac{b[\phi(1+\delta a) - a(\phi+\alpha)]}{1 + a(\delta + \theta\phi + \theta\alpha) + b(\phi+\alpha)}$.