



Trabajo Fin de Grado

**Análisis del mercado de divisas.
El modelo Overshooting de Dornbusch y la
paridad de los tipos de interés**

Autor

Ángel Morata Abril

Director

Jorge Bielsa Callau

**Facultad de Economía y Empresa
Año 2020**

RESUMEN

De acuerdo con el modelo Overshooting de Dornbusch, que utilizaremos como base para la realización de este trabajo, la diferencial de tipos de interés entre dos países es capaz de, en cierto modo, predecir la dirección que tomará la tasa de variación del tipo de cambio.

Es en esta diferencial de tipos de interés en la que nos centraremos para realizar un análisis econométrico de la ecuación teórica del modelo y observar si efectivamente los tipos de interés nacional y extranjero son significativos a la hora de explicar las variaciones en el tipo de cambio. También será fundamental para el desarrollo del trabajo determinar qué países formarían parte del tipo de interés extranjero adecuado.

ABSTRACT

According to Dornbusch's Overshooting model, which we will use as the basis for this work, the interest rate differential between two countries is able to, in a way, predict the direction that the exchange rate will take.

It is in this interest rate differential that we will focus to perform an econometric analysis of the theoretical equation of the model and observe whether or not domestic and foreign interest rates are significant in explaining exchange rate variations. It will also be crucial for the development of the work to determine which countries would be part of the appropriate foreign interest rate.

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Aspectos teóricos	5
2.1. Supuestos básicos.....	5
2.2. Consecuencias y relaciones.....	6
2.3. Modelo Overshooting de Dornbusch.....	9
3. Análisis econométrico de las diferenciales del tipo de interés.....	12
3.1. Detección de errores de medida o transcripción	13
3.2. Estimación	17
4. Conclusiones	23
5. Bibliografía	25

INTRODUCCIÓN

Tanto el análisis del tipo de cambio como de los tipos de interés es de vital importancia en nuestro día a día, ya que su evolución nos influye directa o indirectamente. Por esta razón hemos elegido realizar nuestro trabajo acerca del mercado de divisas tomando como referencia el tipo de cambio euro/dólar utilizando como base el modelo *Overshooting* de Dornbusch.

Dicho modelo recoge el efecto de las expectativas de variación en el tipo de cambio sobre el comportamiento de la economía a corto plazo. El denominado efecto “*Overshooting*” es en el que se produce inicialmente una apreciación o depreciación excesiva de la moneda nacional y, posteriormente, un retroceso hasta el que será el tipo de cambio de equilibrio, por lo que se produce un rebote a esa sobrerreacción con signo contrario.

Concretamente nos centraremos en uno de los supuestos básicos del modelo para la realización del trabajo, que es la paridad de los tipos de interés. Ésta viene defendiendo que cuando la movilidad de capitales es perfecta y los inversores son neutrales frente al riesgo, los activos exteriores e interiores deben tener la misma tasa esperada de rendimiento, debido a la condición de arbitraje, es decir que los tipos de interés interiores y extranjeros deben converger si los tipos de cambio no experimentan variaciones. Este último hecho es que el contrastaremos econométricamente a partir de la ecuación teórica del modelo utilizando como herramienta el programa Gretl.

El motivo de la elección de este tema ha sido observar cómo se producen estas sobrerreacciones en el tipo de cambio y sobre todo analizar si efectivamente la paridad de tipos de interés se cumple, ya que en los últimos años las condiciones de tipos prácticamente nulos complican el análisis de los datos y la lectura de sus efectos econométricamente.

El trabajo se divide en dos partes. En la primera, hemos llevado a cabo un análisis de las condiciones que han de cumplirse en la economía que junto con una serie de supuestos fundamentales permiten que el modelo tenga la coherencia necesaria para analizar cualquier variación de oferta monetaria. En este mismo análisis hemos descrito ampliamente la paridad de tipos de interés que será el eje de nuestro trabajo.

La segunda se trata de una parte más práctica, para la que ha sido necesaria la elaboración de una extensa base de datos, estos provienen del sistema de búsqueda de información estadística del Banco de España. Todo ello requiere además de una armonización entre los datos, dado que no todos pueden obtenerse con los mismos intervalos temporales ni en los mismos formatos. También cabe destacar la necesidad que hemos tenido de realizar una media con datos de países adicionales para poder explicar mejor la variabilidad en los datos de nuestro trabajo.

Tras este análisis econométrico obtenemos una serie de conclusiones que dan luz a la idea de que el modelo que venimos contrastando puede no estar funcionando correctamente en la actualidad debido a hechos tan característicos como los tipos de interés nulos e incluso negativos.

1. ASPECTOS TEÓRICOS

Para comenzar analizaremos los supuestos básicos que debe cumplir nuestra economía para que nuestro análisis arroje unos resultados adecuados, una economía abierta con gran movilidad de capitales, agentes neutrales frente al riesgo y con un tipo de cambio flexible.

También analizamos las consecuencias que estos supuestos tienen sobre el entorno de una economía abierta. Estas consecuencias serán cruciales en el desarrollo de nuestro trabajo, sobre todo una de ellas, la paridad de los tipos de interés, en la que se basa la parte práctica de este trabajo.

1.1 Supuestos básicos

Tal y como indican los apuntes de la asignatura Macroeconomía IV impartida en nuestro grado:

-Consideraremos la economía nacional como una economía pequeña de forma que no puede influir en el tipo de interés ni en los precios de los bienes del resto del mundo.

r^* : tipo de interés del resto del mundo (o tipo de interés internacional).

P^* : precio de los bienes del resto del mundo (o extranjeros).

r : tipo de interés de la economía nacional.

P : precio de los bienes nacionales.

Esto implica que r^* y P^* son variables exógenas y r y P son variables endógenas (incógnitas que determinaremos en el modelo).

-La economía nacional está especializada de forma que los bienes que produce no son sustitutivos perfectos de los bienes producidos en el resto del mundo (si bien es cierto que la sustituibilidad es alta), lo que implica que el precio relativo entre bienes extranjeros y nacionales P^*/P puede cambiar, lo que afectará a la balanza comercial.

-Debido al gran avance tecnológico y a la globalización la movilidad de capitales es perfecta de forma que no hay trabas ni costes ligados al movimiento de capitales entre la economía nacional y el resto del mundo.

-Agentes económicos neutrales frente al riesgo.

-El tipo de cambio es flexible, se ajusta instantáneamente, pero los precios y la producción se ajustan más lentamente.

1.2 Consecuencias y relaciones

Todos estos supuestos que hemos mencionado anteriormente generan una serie de consecuencias muy importantes que nos permiten derivar unas relaciones fundamentales del mercado de divisas. A partir de ellas realizaremos un análisis exhaustivo de las variaciones del tipo de cambio provocadas por las diferenciales en los tipos de interés nacionales y extranjeros, tomando como referencia la Zona Euro y EEUU, esta no es otra que la paridad descubierta de los tipos de interés, que analizamos a continuación:

- Paridad descubierta de los tipos de interés

$$r_t = r_{*t}^* + e_t^e$$

Siendo \dot{e}_t la tasa de crecimiento esperada del tipo de cambio nominal E_t (euros por divisa).

$$e_t = \ln E_t \quad \dot{e}_t = \frac{de_t}{dt} = \frac{d \ln E_t}{dt} = \frac{\dot{E}_t}{E_t}$$

Cuando la movilidad de capitales es perfecta y los agentes son neutrales frente al riesgo (supuestos básicos), los activos exteriores e interiores deben tener la misma tasa esperada de rendimiento, debido a la condición de arbitraje.

$$1 + r_t = (1 + r_{*t}) \frac{E_{t+1}}{E_t}$$

Esta ecuación explica que la rentabilidad de destinar un euro a la economía nacional es igual a la rentabilidad de invertir un euro en el resto del mundo.

En efecto, en ausencia de riesgo, los inversores financieros irán allí donde se les retribuya más. Cualquier diferencial de rentabilidad generará instantáneamente un flujo de capitales muy grande (desde el punto de vista de país pequeño), bien hacia dentro o hacia fuera, de forma que la igualdad de rendimientos se restablecerá.

La evolución esperada del tipo de cambio depende del diferencial de tipos de interés:

-Si el tipo de interés nacional está por encima del tipo de interés internacional es porque los agentes esperan una depreciación de la moneda nacional

-Si el tipo de interés nacional está por debajo del tipo de interés internacional es porque los agentes esperan una apreciación de la moneda nacional.

¿Cómo afectan los cambios en las expectativas sobre el tipo de cambio al tipo de cambio actual? Si aumenta el tipo de cambio esperado la rentabilidad esperada de los activos financieros externos aumentará, aumentará también la demanda de divisa, que es lo mismo que decir que aumenta el tipo de cambio actual o que la moneda nacional se deprecia. En consecuencia, la depreciación efectiva de la moneda elimina las diferencias entre tipo de cambio actual y esperado; es decir, elimina las expectativas de depreciación y la paridad de tipos de interés nominales se vuelve a cumplir.

La implicación más importante de esta relación es que los tipos de interés nominales nacionales se determinan en última instancia en los mercados internacionales de capital. Esto supone que nuestra economía pequeña ha perdido en la práctica la posibilidad de influir sobre los tipos de interés. Con tipo de cambio flexible, solo mediante un control de los movimientos de capitales se podría recuperar nuevamente la capacidad de influir en los mismos.

Otra relación importante derivada de los supuestos básicos sería la paridad del poder adquisitivo que se consigue derivar de la siguiente variable, conocida como tipo de cambio real:

$$E^r = \frac{EP^*}{P}$$

siendo P^* el precio de los bienes exteriores en divisas, $E P^*$ es el precio de los bienes exteriores expresado en moneda nacional y P es el precio de los bienes interiores en unidades de la moneda nacional. El tipo de cambio real indica el número de unidades del bien interior al que debe renunciarse para adquirir una unidad del bien exterior.

Para expresar este hecho en términos dinámicos, es útil expresar el tipo de cambio real en logaritmos:

$$e^r = e + p^* - p$$

y diferenciarlo con respecto al tiempo:

$$\dot{e}^r = \dot{e} + \pi^* - \pi$$

donde \dot{e}^r es la tasa de depreciación (apreciación) del tipo de cambio real, \dot{e} es la tasa de depreciación (apreciación) del tipo de cambio nominal, π^* es la tasa de inflación del resto del mundo y π es la tasa de inflación nacional. Según nuestra última ecuación, la depreciación porcentual del tipo de cambio real es igual a la depreciación nominal más la diferencia de inflación entre la economía extranjera y la nacional.

Para que la economía esté en equilibrio a medio plazo, el tipo de cambio real tiene que ser constante. Si introducimos esa condición de equilibrio a medio plazo $\dot{e}^r = 0$, obtenemos la siguiente condición de equilibrio en términos dinámicos: $\dot{e} = \pi - \pi^*$ que no es otra que la **paridad relativa del poder adquisitivo** y nos informa de que, a medio plazo, la tasa de depreciación nominal debe corresponder a la diferencia entre la tasa de inflación extranjera y la nacional.

Una vez conocidas ambas paridades podemos combinarlas (de tipos de interés nominales y de poder de compra) para obtener otra importante relación. Si a medio plazo $\dot{e} = e_{+1}^e - e$, entonces se deduce que:

$$r - \pi = r^* - \pi^*$$

El primer miembro de la igualdad es el tipo de interés real interior ex post y el segundo, es el tipo de interés real exterior medido ex post. A medio plazo, el tipo de interés real de la pequeña economía abierta es igual al tipo de interés real, exógeno, del exterior.

Esta relación se conoce con el nombre de **paridad de los tipos de interés reales**. Si se cumple esta condición, la diferencia entre los tipos de interés reales ex post de dos países cualesquiera de la economía mundial debería tender a fluctuar en torno a un valor medio de cero. En otras palabras, la determinación de una variable tan relevante como el tipo de interés real ya no descansa en la igualdad ahorro inversión a nivel local, sino que está ligada a esa igualdad a nivel mundial, es decir, al valor $r^* - \pi^*$

2. Modelo de Overshooting de Dornbusch.

Para llevar a cabo nuestro análisis del mercado de divisas vamos a utilizar el modelo Overshooting de Dornbusch como base, ya que es necesario para analizar la relación existente entre tipo de interés – tipo de cambio.

En 1976, Rudi Dornbusch escribió su artículo más famoso e influyente: *Expectations and exchange rate dynamics* (*Expectativas y dinámica de los tipos de cambio*), sobre la elevación excesiva de los tipos de cambio, en él aparecía dicho modelo.

Se trata de un modelo que incorpora todos los aspectos relevantes de economía abierta del apartado anterior en un marco dinámico que permite razonar en el corto y en el medio plazo.

2.1 Ecuaciones:

Tal y como indican Bellido, M. y Huamán Aguilar, R. en su libro *Dinero e inflación: el overshooting y el canal del tipo de cambio* y los apuntes de la asignatura Macroeconomía IV , existen 6 ecuaciones fundamentales en el modelo:

$$1) \quad r = r^* + \dot{e}^e \quad (\text{Paridad descubierta de los tipos de interés})$$

$$2) \quad y^d = \delta(e + p^* - p) - \sigma(r - \dot{p}^e) + g \quad \delta > 0 \quad \sigma > 0$$

Nos indica que la demanda agregada del bien es una función creciente del tipo de cambio real y del gasto público y decreciente del tipo de interés real.

$$3) \quad \dot{p} = \alpha(y^d - y_n) \quad \alpha > 0 \quad \alpha \sigma < 1$$

Esta es una ecuación de oferta agregada a medio plazo, que nos dice que, si la demanda es mayor que la oferta correspondiente al equilibrio estacionario, suben los precios y si bajan si es menor. Como vemos, el lado de la oferta se simplifica al máximo, presentando una producción natural constante a medio plazo (no hay crecimiento de la población ni progreso tecnológico). Cualquier oscilación con respecto a dicha producción natural supone **ciclos inflacionistas o deflacionistas** dependiendo de si estamos por encima o por debajo de la misma.

$$4) \quad m - p = \emptyset y_N - \lambda r \quad \emptyset > 0 \quad \lambda > 0$$

Es la ecuación de equilibrio en el mercado de dinero, donde se iguala oferta real de dinero a la demanda de saldos reales

$$5) \dot{p}^e = \dot{p}$$

$$6) \dot{e}^e = \dot{e}$$

Las expectativas coinciden con las variaciones reales, esto es, hay previsión miópica perfecta.

Las letras minúsculas denotan que las variables están expresadas en logaritmos. De esta forma, la variación en el tiempo de las variables en logaritmo puede interpretarse como la tasa de variación de la variable en cuestión, de este modo, \dot{p} es la tasa de variación del nivel general de precios. Por su parte, $(e+p^*-p)$ es el logaritmo del tipo de cambio real.

2.2 El equilibrio estacionario y el diagrama de fases

El funcionamiento del modelo se sintetiza en dos ecuaciones que explican las derivadas con respecto al tiempo de p y de e .

$$1) \dot{p} = \frac{\alpha}{1-\alpha\sigma} \left[-\left(\delta + \frac{\sigma}{\lambda} \right) p + \delta e + \frac{\sigma}{\lambda} m + g + \delta p^* - \left(\frac{\sigma\phi}{\lambda} + 1 \right) y_N \right]$$

$$2) \dot{e} = \frac{1}{\lambda} (p - m + \phi y_N) - r^*$$

El equilibrio estacionario corresponde a la situación en la que $\dot{e} = \dot{p} = 0$. Vamos a analizar el comportamiento del modelo por medio del diagrama de fases del sistema de ecuaciones diferenciales. Un diagrama de fases tiene como elementos fundamentales las funciones de delimitación, que son aquellas en las que se cumple que $\dot{e} = 0$ y $\dot{p} = 0$

Si hacemos $\dot{e} = 0$, obtenemos la primera función de delimitación:

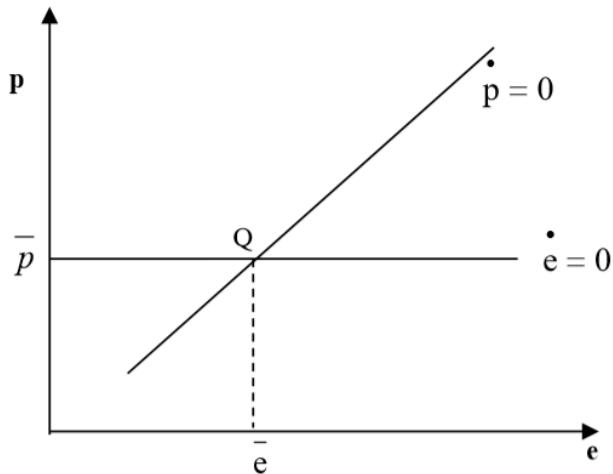
$$p = \lambda r^* + m - \phi y_N$$

Y al imponer $\dot{p} = 0$ en la segunda:

$$p = \frac{1}{\delta + \frac{\sigma}{\lambda}} \left[\delta e + \frac{\sigma}{\lambda} m + g + \delta p^* - \left(1 + \frac{\sigma\phi}{\lambda} \right) y_N \right]$$

Estas dos funciones contienen los pares de valores (p, e) que garantizan que $\dot{e} = 0$ y $\dot{p} = 0$. Si hay algún punto que satisface las dos, el sistema estará en equilibrio estacionario. En el gráfico 1 es el punto Q.

Gráfico 1.- Equilibrio estacionario en el modelo de Dornbusch



Fuente: Tema 1 Macroeconomía IV. Unizar

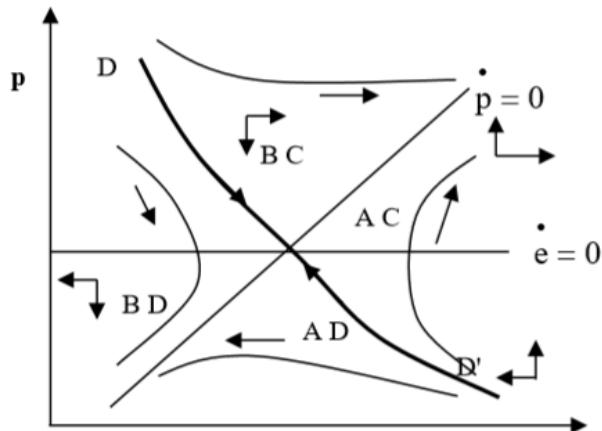
Los valores que resultan son:

$$\bar{p} = \lambda r^* + m - \phi y_N$$

$$\bar{e} = \left(\lambda + \frac{\sigma}{\delta} \right) r^* + m + \left(\frac{1}{\delta} - \phi \right) y_N - \frac{g}{\delta} - p^*$$

Al ser un modelo dinámico en las variables (p, e) , el gráfico 1 representa un diagrama de fases con el movimiento que se recoge en el gráfico 2. Hay cuatro zonas en las que el comportamiento dinámico es claramente diferente, de tal manera que sólo hay posibilidad de que la economía se mueva a corto plazo por una senda muy concreta. La razón es que, para la dinámica de las distintas zonas, la solución general del sistema de ecuaciones diferenciales se puede representar como un mapa de curvas de nivel, que por definición no pueden cortarse.

Gráfico 2.- Diagrama de fases del modelo de Dornbusch



Fuente: Tema 1 Macroeconomía IV. Unizar

3. Análisis econométrico de las diferenciales de tipo de interés

En la parte práctica de nuestro trabajo nos centraremos en observar el efecto que tienen las diferenciales de tipos de interés sobre el tipo de cambio tomando como referencia EEUU y Europa.

Como hemos visto anteriormente estas diferenciales deben de ser nulas, pero existen muchos casos en los que presentan variaciones que alteran los tipos de cambio y es en ese aspecto en el que vamos a centrarnos.

Para examinar nuestro modelo llevaremos a cabo un análisis econométrico del mismo, para el que utilizaremos el programa Gretl, analizando primero las variables individualmente para evitar cualquier problema de estimación y finalmente realizaremos un exhaustivo análisis de la estimación del modelo teórico en su conjunto.

Recordamos que la ecuación que tomamos como referencia teórica mide el efecto que tienen las diferenciales de tipos de interés sobre el tipo de cambio, la denominada paridad de los tipos de interés.

$$\dot{e}^e = r - r^*$$

$$r = r^* + \dot{e}^e$$

Para ello trabajaremos con las siguientes bases de datos, que hemos obtenido en el sistema de búsqueda de información estadística del Banco de España:

- Tipos de cambio: utilizaremos como referencia la base de datos del tipo de cambio Euro/Dólar (dólares estadounidenses por euro) que tienen una frecuencia mensual.

[http://app.bde.es/bie/www/gestiondeficheros/SeriesBIE\[1\].xls](http://app.bde.es/bie/www/gestiondeficheros/SeriesBIE[1].xls).

- Tipo de interés Euro: en este caso se trata del tipo de interés del mercado interbancario con periodicidad también mensual, índice del tipo del euro a un día (Eonia).

[http://app.bde.es/bie/www/gestiondeficheros/SeriesBIE\[1\].xls](http://app.bde.es/bie/www/gestiondeficheros/SeriesBIE[1].xls)

- Tipo de interés dólar: con el dólar utilizaríamos también el tipo de interés interbancario de EEUU, con periodicidad mensual.

[http://app.bde.es/bie/www/gestiondeficheros/SeriesBIE\[1\].xls](http://app.bde.es/bie/www/gestiondeficheros/SeriesBIE[1].xls)

A nuestro conjunto de datos le daremos una estructura de serie temporal, con frecuencia mensual de las series. El rango de observación abarca desde enero de 2001 hasta marzo de 2020, la razón es tener el mayor número posible de datos para observar la variabilidad de las series.

Las tres variables con las que trabajaremos son variables discretas y nominales cuyas unidades de medida son, el dólar y el euro para el tipo de interés del dólar y tipo de interés del euro respectivamente y dólares por euro en el caso del tipo de cambio euro/dólar.

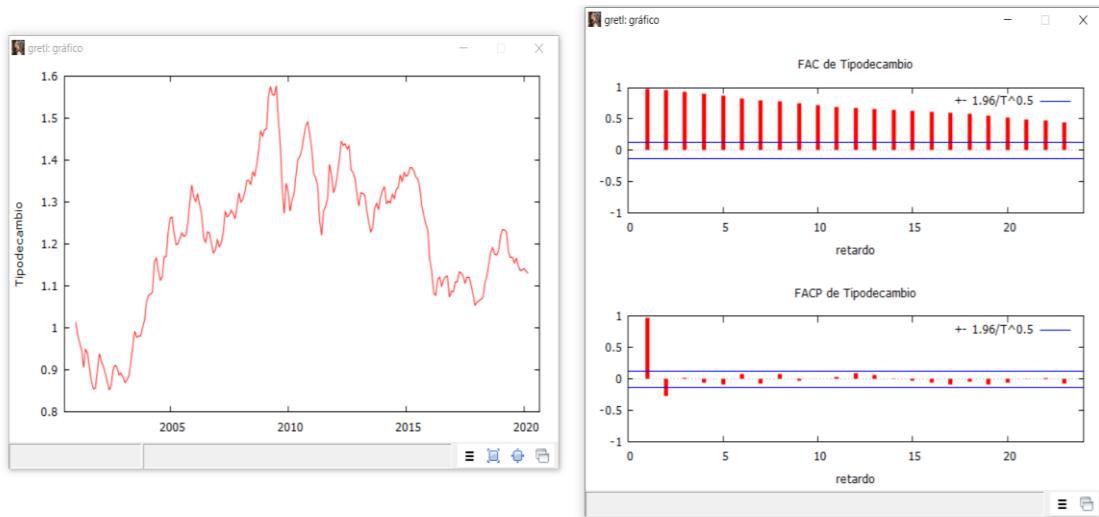
3.1 Detección de errores de medida o transcripción

Primero vamos a analizar el orden de integración de las tres variables que son de interés en el estudio: tipo de cambio euro/dólar, tipo de interés del euro y tipo de interés del dólar:

Tipo de cambio euro/dólar:

Analizaremos si esta serie es estacionaria o no, y en caso de no serlo, cuál es su orden de integración. Para ello la representaremos gráficamente y analizaremos su correlograma:

Gráfico 3.- Análisis visual estacionariedad de la variable Tipodecambio



Fuente: elaboración propia

Como podemos observar, la variable “Tipodecambio” es no estacionaria ni en media ni en varianza, ya que la media no permanece constante a lo largo del tiempo, y la variabilidad tampoco es constante, por lo que podría haber al menos una tendencia estocástica. El correlograma es el típico de las variables no estacionarias, ya que la Función de Autocorrelación (FAC) muestra que todos los retardos son positivos y significativas, mostrando un lento decrecimiento y la Función de Autocorrelación Parcial (FACP) muestra como los primeros retardos son significativos, pero éstos decrecen rápidamente hacia 0.

Por todo ello, podemos decir de una forma aproximada que la variable “Tipodecambio” es no estacionaria, pero esto solo lo podemos afirmar con toda seguridad mediante el Contraste Aumentado de Dickey Fuller (ADF).

Contraste ADF:

Ho: la serie es al menos de orden 1; I(1) → no estacionaria.

Ha: la serie es estacionaria; I(0) → estacionaria.

Figura 1.- Contraste aumentado de Dickey Fuller para la variable Tipodecambio

```

gretl: ADF test

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para Tipodecambio
Contrastar desde 6 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 229
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo un retardo de (1-L)Tipodecambio
Modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): -0.02167
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -2.02559
Valor p asintótico 0.2759
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.016

Regresión aumentada de Dickey-Fuller
MCO, usando las observaciones 2001:03-2020:03 (T = 229)
Variable dependiente: d_Tipodecambio

Coeficiente Desv. tipica Estadístico t valor p

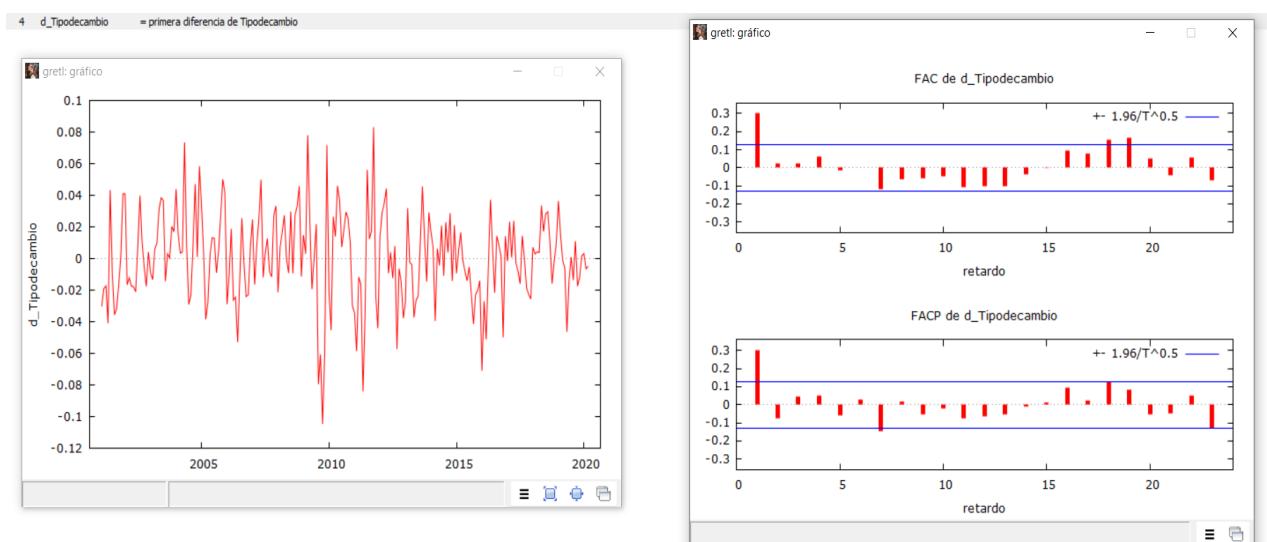
```

Fuente: elaboración propia

Como el p-valor > 0'05 ($0.2759 > 0.05$) → Acepto H_0 , por lo que puedo afirmar que la serie es no estacionaria y que por tanto será al menos integrada de orden 1.

Por lo que aplicamos la primera diferencia de la variable y volvemos a realizar el mismo análisis de estacionariedad, en este caso obtenemos el siguiente gráfico y correlograma:

Gráfico 4.- Análisis visual estacionariedad de la variable d_Tipodecambio



Fuente: elaboración propia

Ahora sí que podríamos decir que la variable es estacionaria ya que en el gráfico se aprecia que la media permanece constante y el correlograma no muestra la forma típica de las variables no estacionarias. Del mismo modo que hemos realizado anteriormente, para conocer con exactitud si es I(1) o no (podría ser I(2) procedemos a efectuar de nuevo el contraste ADF pero en este caso sobre la variable en diferencias “d_Tipodecambio” de forma que ahora las hipótesis a contrastar son:

Ho: La serie es al menos integrada de orden 2, I(2)

Ha: La serie es integrada de orden 1, I(1)

Figura 2.- Contraste aumentado de Dickey Fuller para la variable d_Tipodecambio

```

gretl: ADF test
k = 0: AIC = -972.782

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_Tipodecambio
Contrastar desde 6 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 229
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de (1-L)d_Tipodecambio
Modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
Valor estimado de (a - 1): -0.698825
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -11.0715
valor p 7.093e-019
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.021

Regresión de Dickey-Fuller
MCO, usando las observaciones 2001:03-2020:03 (T = 229)
Variable dependiente: d_d_Tipodecambio

```

Fuente: elaboración propia

Como el p-valor < 0'05 ($7.093e-019 < 0'05$) → Rechazo H₀, ello implica que rechazo que la serie sea al menos integrada de orden 2, y aceptaremos la hipótesis alternativa; por lo que la variable Tipodecambio es integrada de orden 1; I(1).

Del mismo modo analizamos las otras dos variables; “Ti euro” y “Tidólar” que nos arrojan los siguientes resultados que resumimos a continuación:

Ti-euro:

Tras la inspección visual de la variable mediante el gráfico y el correlograma deducimos que podría tratarse de una variable no estacionaria, de modo que para asegurarnos procedemos a realizar el contraste ADF para la variable Tieuro que nos arroja un p-valor=0,229 > 0,05 lo que nos lleva a aceptar la hipótesis nula de no estacionariedad (serie al menos integrada de orden 1). De modo que añadimos las primeras diferencias de la variable y volvemos a realizar un análisis visual de la variable que nos indica que la serie podría ser estacionaria así que realizamos el contraste ADF para la variable en diferencias y obtenemos un p-valor=0,0004075 < 0,05 por lo que podemos rechazar la hipótesis nula y confirmamos la estacionariedad de la variable, de modo que “Tieuro” también sería integrada de orden 1.

Ti-dólar:

Tras realizar los mismos procedimientos que en los dos casos anteriores también llegamos a la conclusión de que la variable “Tidólar” es integrada de orden 1.

Figura 3.- Análisis estacionariedad

Análisis de estacionariedad de las variables objeto de estudio	
Variable	Orden de integración
Tipo de cambio	Integrada de orden 1
Tipo de interés euro	Integrada de orden 1
Tipo de interés dólar	Integrada de orden 1

Fuente: elaboración propia

3.2 Estimación

A continuación, estimaremos la ecuación de nuestro modelo con las variables en sus primeras diferencias utilizando el método de series temporales ARIMA, concretamente la ecuación estimada será un MA(1) ya que cuenta con un retardo de la variable dependiente.

Esta ecuación estará definida por:

- El incremento o variación del tipo de cambio euro/dólar en primeras diferencias, como variable dependiente.
- Una constante y los tipos de tipos de interés tanto del euro como del dólar también en primeras diferencias como variables explicativas.

Ecuación del modelo teórico → $\Delta d_Tipodecambio = \beta_0 + \beta_1 d_Tieuro + \beta_2 d_Tidolar + u_t$

Figura 3.- Estimación modelo teórico

```

Evaluaciones de la función: 23
Evaluaciones del gradiente: 9

Modelo 3: ARMAX, usando las observaciones 2002:02-2020:02 (T = 217)
Estimado usando AS 197 (MV exacta)
Variable dependiente: d_Tipodecambio
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

Coeficiente Desv. tipica z valor p
-----
const 0.00182551 0.00266849 0.6841 0.4939
phi_1 0.318197 0.0648578 4.906 9.29e-07 ***
d_Tieuro 0.0425042 0.0149793 2.838 0.0045 ***
d_Tidolar -0.00920449 0.0132635 -0.6940 0.4877

Media de la vble. dep. 0.000907 D.T. de la vble. dep. 0.028582
Media de innovaciones 0.000048 D.T. innovaciones 0.026636
Log-verosimilitud 478.7662 Criterio de Akaike -947.5323
Criterio de Schwarz -930.6329 Crit. de Hannan-Quinn -940.7056

Real Imaginaria Módulo Frecuencia
-----
AR
Raíz 1 3.1427 0.0000 3.1427 0.0000
-----
```

Fuente: elaboración propia

Tras realizar la estimación, podemos observar que los signos de los coeficientes son los esperados, es decir, el tipo interés nacional afecta de manera positiva al incremento del tipo de cambio euro/dólar y el tipo de interés de EEUU afecta de manera negativa, tal y como nos indica nuestro modelo teórico. Concretamente ante un aumento de un 1% del tipo de interés nacional el tipo de cambio aumentará en un 0.04% mientras que ante un aumento de un 1% en el tipo de interés de EEUU el tipo de cambio disminuirá en un 0.009%.

La variable del tipo de interés nacional si es significativa para explicar las variaciones en el tipo de cambio, pero nos encontramos con un problema, la no significatividad del tipo de interés de EEUU.

Esta última conclusión nos hace derivar el siguiente planteamiento. A raíz de la crisis de 2008, donde los tipos de interés en muchos países llegaron a niveles de 0% que son visibles todavía en la actualidad puede que no se cumpla esta paridad de tipos de interés que venimos contrastando, ya que siguiendo la teoría macroeconómica y distintos

modelos todo indica a que esos tipos deberían de haber sido incluso negativos, pero esto es algo que se ha evitado constantemente.

Aunque estemos analizando el tipo de cambio de dos países, a la hora de definir el tipo de interés extranjero no solo podemos tener en cuenta el del otro país observado, sino que probablemente influyen otros muchos más. Por lo que a continuación vamos a trabajar adicionalmente con los tipos de interés de China, Reino Unido y Japón que son otras de las divisas con mayores volúmenes de demanda.

Volvemos al sistema de búsqueda de información estadística del Banco de España y descargamos las siguientes bases de datos:

- Tipo de interés China: tipo de interés día a día del Yuan en el mercado interbancario con periodicidad mensual.
- Tipo de interés Japón: tipo de interés día a día del Yen en el mercado interbancario con periodicidad mensual.
- Tipo de interés Reino Unido: se trata del tipo de interés día a día de la Libra en el mercado interbancario con periodicidad mensual.

Para añadir estos datos a nuestro modelo realizaremos una media de los tres tipos de interés además del dólar y la añadiremos en nuestra ecuación como el tipo de interés extranjero.

El rango de observación en este caso quedará restringido con fecha de inicio en enero de 2007 hasta marzo de 2020 debido a la ausencia de datos de fechas anteriores para estas nuevas variables.

Imagen 1.- Media países tipo de interés extranjero

Fecha	TiEEUU	TiChina	TiJapón	TiReinoUnido	Media
ene-07	5,22	1,495	0,342	5,22	3,06925
feb-07	5,22	2,2661	0,388	5,3	3,293525
mar-07	5,24	1,5505	0,565	5,29	3,161375
abr-07	5,25	2,3683	0,554	5,28	3,363075
may-07	5,23	1,8206	0,536	5,48	3,26665
jun-07	5,24	2,0269	0,543	5,61	3,354975
jul-07	5,27	2,1659	0,492	5,83	3,439475
ago-07	5,23	1,9131	0,477	5,88	3,375025
sep-07	5,03	2,8305	0,558	5,8	3,554625
oct-07	4,77	2,7344	0,472	5,75	3,4316
nov-07	4,55	2,0021	0,514	5,77	3,209025
dic-07	4,36	1,9051	0,447	5,56	3,068025
ene-08	3,93	1,9832	0,428	5,49	2,9578
feb-08	3,03	2,2589	0,468	5,32	2,769225
mar-08	2,84	2,0847	0,481	5,26	2,666425
abr-08	2,36	2,2891	0,425	5,04	2,528525
may-08	2,06	2,5048	0,435	5	2,49995
jun-08	2,03	2,8183	0,491	5	2,584825
jul-08	2,08	2,5077	0,452	4,99	2,507425
ago-08	2,05	2,6609	0,46	4,98	2,537725
sep-08	2,33	2,7648	0,502	4,74	2,5842
oct-08	1,23	2,5032	0,47	3,95	2,0383
nov-08	0,35	2,1524	0,3	2,54	1,3356
dic-08	0,11	1,1229	0,18	1,59	0,750725
ene-09	0,11	0,8635	0,059	1,12	0,538125
feb-09	0,2	0,8265	0,051	0,67	0,436875

Fuente: elaboración propia

Del mismo modo que hemos realizado anteriormente, analizamos la estacionariedad o no de la serie y obtenemos que la variable “Tiextranjero” es integrada de orden 1.

Ahora ya estamos en condiciones de estimar nuestra ecuación con la variable “Tiextranjero” recogiendo los tipos de interés de EEUU, Japón, Reino Unido y China.

$$\Delta d_Tipodecambio = \beta_0 + \beta_1 d_Tieuro + \beta_2 d_Tiextranjero + u_t$$

Figura 4.- Estimación con nuevo tipo de interés extranjero

Evaluaciones de la función: 22				
Evaluaciones del gradiente: 8				
Modelo 4: ARMAX, usando las observaciones 2007:02-2020:02 (T = 157)				
Estimado usando AS 197 (MV exacta)				
Variable dependiente: d_Tipodecambio				
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano				
Coeficiente	Desv. típica	z	valor p	
const	0.000462356	0.00314103	0.1472	0.8830
phi_1	0.303339	0.0797140	3.805	0.0001 ***
d_Tieuro	0.0641999	0.0200612	3.200	0.0014 ***
d_Tiextranjero	-0.00695300	0.0123414	-0.5634	0.5732
Media de la vble. dep.	-0.000479	D.T. de la vble. dep.	0.029576	
Media de innovaciones	0.000037	D.T. innovaciones	0.027312	
Log-verosimilitud	342.4450	Criterio de Akaike	-674.8900	
Criterio de Schwarz	-659.6088	Crit. de Hannan-Quinn	-668.6838	
Real	Imaginaria	Módulo	Frecuencia	
AR				
Raiz 1	3.2966	0.0000	3.2966	0.0000

Fuente elaboración propia

Con esta última estimación obtenemos unos resultados similares a la anterior, con los signos esperados tanto del tipo de interés del euro (que afecta positivamente a las variaciones del tipo de cambio) como del tipo de interés extranjero que recordemos está compuesto por los tipos de interés de EEUU, Reino Unido, China y Japón (que afecta negativamente tal y como indica el modelo teórico).

Este tipo de interés extranjero sigue sin ser significativo a la hora de explicar las variaciones en el tipo de cambio euro/dólar, por lo que nuestros datos parecen confirmar que esta relación no se cumple, por lo que existirán otras razones que posiblemente expliquen las variaciones del tipo de cambio a corto plazo.

Finalmente podemos concluir que, a la vista de las estimaciones realizadas con los datos que hemos seleccionado como idóneos para cada variable del modelo teórico, este parece no cumplirse, es decir que las variaciones en el tipo de cambio no vienen explicadas únicamente por la diferencial de tipos de interés.

Un posible factor que puede influir en esta no significatividad sería el hecho de que durante estos últimos años los tipos de interés de muchas monedas se han mantenido muy bajos, muchos en valores cercanos a cero o incluso cero y esto puede generar problemas a la hora de analizar econométricamente nuestro modelo ya que impide determinar con exactitud los posibles efectos de las variaciones en ambas variables.

4. CONCLUSIONES

El modelo Overshooting de Dornbusch plantea la idea general de que ante un cambio no anticipado en la cantidad de dinero, el tipo de cambio nominal produce una sobrereacción por encima de su nivel de largo plazo, debido a la diferente velocidad de ajuste de los mercados. Esta diferencia de velocidades crea una expectativa futura de apreciación del tipo de cambio.

Este ajuste se produce mediante el aumento de precios internos, apreciando la moneda doméstica. En el largo plazo, este aumento de precios hará que la tasa de depreciación de la moneda local sea igual a la tasa de aumento de la oferta monetaria.

Una vez analizado dicho modelo de manera más teórica sacamos una serie de críticas o conclusiones acerca de los supuestos básicos de dicho modelo. Por un lado, el supuesto de país pequeño podría romperse en los estudios actuales ya que tanto EEUU como la zona euro en su conjunto lo incumplirían debido a que tienen el tamaño suficiente como para influir en el resto del mundo, de modo que ciertas variables que el modelo toma como endógenas podrían considerarse exógenas.

Por otro lado, debemos tener en cuenta que los modelos utilizados no tienen en cuenta el riesgo, y estamos en un periodo de un alto riesgo puesto que dentro del periodo estudiado se encuentra una de las mayores crisis de la historia y ello complica en gran medida el análisis de ciertos datos.

Una vez estudiada la parte más teórica del modelo centramos nuestra atención en la ecuación de la paridad de tipos de interés la cual nos indica que ante una situación estable donde no existe diferencia, o esta es muy leve, en cuanto a los precios internos y externos el tipo de cambio debe permanecer invariable.

Una vez eliminados los posibles problemas de estacionariedad de las variables que utilizaremos para medir esas variaciones del tipo de cambio nos encontramos con un problema y es que el tipo de interés extranjero no nos resulta significativo a la hora de explicar estas variaciones del tipo de cambio.

Quizá en una época como en la que nos encontramos en la actualidad, en un mundo tan globalizado influyan otros muchos tipos de interés en la evolución de dicho tipo de cambio, es por ello que decidimos ampliar nuestra variable de tipo de interés extranjero con los tipos de China, Japón y Reino Unido. Pero seguimos teniendo un problema ante

la no significatividad de dicha variable por lo que decidimos dejar de estimar y realizar una serie de conclusiones o críticas hacia el modelo:

El periodo que abarca de 2007 hasta buena parte de 2013 fue un periodo de gran riesgo donde las características de muchos modelos económicos quedaron quebradas ante esa nueva situación, donde los tipos de interés llegaron en muchos países a niveles de 0%. Debido a todas estas nuevas circunstancias es probable que el análisis de los datos sea mucho más complicado ya que dificulta en gran medida el cumplimiento de ciertos supuestos del modelo de manera que la lectura de ciertos efectos de las variables de los precios nacionales y extranjeros sobre el tipo de cambio sea realmente complicada por no decir errónea.

A mi juicio, el modelo no ha funcionado como esperábamos por todas las circunstancias mencionadas con anterioridad y sobre todo por ciertos supuestos básicos que probablemente se han quedado algo desactualizados. Bajo mi opinión, si dicho modelo incluyera aspectos como pueden ser el riesgo, el supuesto de países grandes y eliminará el hecho de que los agentes tienen expectativas racionales podría arrojar mejores resultados en una época como la que nos encontramos en la actualidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apuntes Moodle Unizar Macroeconomía IV Tema 1
- Olivier Blanchard. Macroeconomía. Séptima edición.
- Javier Nievaz López-Departamento de Análisis Económico Universidad de Zaragoza. Apuntes de Econometría para Economía
- Jeffrey M. Wooldridge. Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno. Cuarta edición.
- James H. Stock y Mark W. Watson. Introducción a la Econometría. Tercera edición.
- Sistema de búsqueda de información estadística del Banco de España:
<http://app.bde.es/bie/www/faces/bie/wwwias/jsp/op/Home/pHome.jsp>
- Bellido, M., & Huamán Aguilar, R. (2005). Dinero e inflación: el overshooting y el canal del tipo de cambio.
- Ajustes temporales del tipo de cambio, Ricardo Panza.
http://www.ricardopanza.com.ar/files/macro2/Macro_II_18_Overshooting_terminologia_alternativa.pdf
- Rudi Dornbusch.
https://elpais.com/diario/2002/08/18/negocio/1029676464_850215.html