

La educación española y los ciclos económicos

por

Juan de Bayas Pérez

Una tesis presentada conforme a los requisitos
del Máster en Economía, Finanzas y Computación

Universidad de Huelva y Universidad Internacional de Andalucía

uhu.es

un
i **Universidad**
Internacional
de Andalucía
A

Noviembre 2017

La educación española y los ciclos económicos

Juan de Bayas Pérez

Máster en Economía, Finanzas y Computación

Jesús Rodríguez López
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla

2017

Resumen

El objetivo de este estudio consiste en analizar el comportamiento cíclico de la educación postobligatoria en España en las últimas décadas. Para este fin, hemos realizado correlogramas sobre datos reales de la economía y sobre otros simulados mediante un modelo DSGE. Hemos encontrado que ha habido un cambio en este comportamiento a lo largo del período de estudio, pasando de ser procíclico a contracíclico. En la simulación consideramos que este cambio se ha producido debido a factores diversos como son los de preferencias de hábitos, factores de producción e institucionales.

Códigos de clasificación JEL: C53, E32, E37, I25, I26, J24.

Key words: ciclos económicos, educación postobligatoria, crecimiento económico, macroeconomía, modelo DSGE.

Abstract

The objective of this study is to analyze the cyclical behavior of post-compulsory education in Spain in recent decades. For this purpose, we have made correlograms on real data of the economy and on others simulated by means of a DSGE model. We have found that there has been a change in this behavior throughout the study period, going from procyclical to countercyclical. In the simulation, we consider that this change has occurred due to diverse factors such as preferences for habits, factors of production and institutions.

Tabla de contenidos

1.- Introducción	p. 1
2.- Análisis del correlograma observado	p. 2
3.- Modelo	p. 7
4.- Equilibrio del modelo	p. 9
4.- Análisis del correlograma simulado	p. 17
5.- Conclusiones	p. 20
Referencias	p. 22
Apéndice	p. 23

Lista de Tablas

- 1.- Correlograma España, 1970-2016. p. 7
- 2.- Datos de inversión y FBCF para equipos y estructuras, 2003. p. 14
- 3.- Datos calculados en la calibración según H_1 y H_2 . p. 17

Lista de Figuras

- 1.- Serie matriculados en educación superior y tendencia según filtro HP. p. 4
- 2.- Serie PIB y su tendencia según filtro HP. p. 5
- 3.- Componente cíclico HP de las series matriculados en educación superior y PIB. p. 6
- 4.- Efectos sobre los ingresos y el tiempo de estudio dado un shock de TFP y de ISTC y según la calibración con H_1 y con H_2 . p. 19
- 5.- Efectos sobre los ingresos dado un shock de TFP y de ISTC según la calibración con H_1 y con H_2 . p. 20
- 6.- Gasto en educación postobligatoria de los hogares. p. 26
- 7.- Evolución de los stocks de capital y de su formación de capital brutos para España. p. 27
- 8.- Simulación del modelo según shocks de A y para el valor de H_1 . p. 28
- 9.- Simulación del modelo según shocks de A y para el valor de H_1 . p. 29
- 10.- Simulación del modelo según shocks de A y para el valor de H_2 . p. 30
- 11.- Simulación del modelo según shocks de Q y para el valor de H_2 . p. 31
- 12.- Diferencia de las respuestas de la simulación del modelo para el valor de H_1 respecto a la de H_2 , según shocks de A y Q . p. 32

Lista de Apéndices

- | | |
|---|-------|
| 1.- Obtención de las ecuaciones de primer orden. | p. 23 |
| 2.- Análisis del gasto de los hogares en educación postobligatoria. | p. 26 |
| 3.- Evolución de los stocks de capital y de la formación bruta de capital fijo. | p. 27 |
| 4.- Simulación del modelo en Dynare. | p. 28 |

1 Introducción

Durante el último ciclo económico afectado por la burbuja inmobiliaria y financiera se hizo muy evidente el comportamiento contracíclico de la educación, sobre todo en el sector de la construcción, donde gran cantidad de la mano de obra de baja cualificación se creó fácilmente en la expansión a la vez que se destruyó en la recesión. Parece que la población española tiene una conciencia clara de la importancia que tiene la formación voluntaria para acceder al empleo, sobre todo si existen altas tasas de desempleo, pues el coste de oportunidad es menor y ayuda a tener mayores oportunidades laborales futuras. El presente trabajo pretende analizar a lo largo de las últimas décadas el comportamiento cíclico de la educación en España y sus implicaciones en materia de crecimiento económico. Comprobaremos empíricamente que existe un comportamiento contracíclico y lo compararemos con el de décadas anteriores, que resulta ser procíclico. A raíz de este planteamiento simularemos un modelo DSGE para ambos escenarios, analizando el comportamiento de los individuos a shocks tecnológicos y mostraremos la diferencia de crecimiento entre ambos escenarios en término de ingresos.

El modelo que presentamos en este trabajo incorpora la formación de habilidades laborales como variable endógena, que depende del tiempo de estudio empleado para adquirirlas. A su vez, las nuevas habilidades permiten una mayor eficiencia del nuevo equipamiento creado en la economía, un tipo de capital físico incluido en nuestro modelo junto al de estructura. Dependiendo de cómo se combinen estos tipos de inversión y cómo calibremos nuestro modelo las decisiones de estudio de los individuos serán diferentes y la economía tendrá una mayor o menor tasa de crecimiento.

Este estudio, además de demostrar la existencia del actual comportamiento contracíclico de la educación postobligatoria, finaliza demostrando que tal externalidad negativa tiene costes en términos de ingresos conforme disminuye el valor económico del capital humano. En períodos de expansiones económicas la motivación para ponerse a trabajar es mayor cuanto menor es el grado de empleabilidad y de productividad de los individuos por su formación y experiencia profesional. Todo esto a pesar de que el incremento de los salarios por el shock sea menor que en una economía con individuos más cualificados y donde no se da un comportamiento tan contracíclico en la educación.

2 Análisis del correlograma observado

Como paso previo a la modelización de esta realidad que hemos planteado vamos a comprobar que efectivamente el componente cíclico de la educación es contrario al del crecimiento económico. Para ello necesitaremos una variable del PIB, y otra que represente la educación que está adquiriendo la población en ese momento concreto, es decir, dos variables flujo con la misma periodicidad. Una condición que hemos establecido a priori en la elección de estas series ha sido que abarcasen el mayor número de años posible.

Una serie de ingreso que vimos adecuada es la del PIB de la OCDE, que coincide con la del EuroStat, pero estimándoles los valores desde 1970 hasta 1995. Esta serie es anual y en euros a precios constantes de 2010.

En cuanto a la educación creemos que lo más adecuado para representar una variable flujo es elegir el nivel de demanda de educación en todos los cursos de un nivel educativo. Para ello, acudimos a la base de datos EDUCAbase del Ministerio de Educación que dispone de series anuales de los matriculados en los distintos niveles del sistema educativo español. De estos pensamos que los niveles educativos no obligatorios pueden representar mejor los ciclos de la educación debido a que son los estudiantes de estos los que están en plena voluntad de decidir si continuar con sus estudios o no.

En la educación no obligatoria podemos encontrarnos con el Bachillerato, los grados de formación superior y los estudios universitarios, es decir, grados y másteres. Estos han estado sujetos a reformas conforme se realizaban cambios en la legislación de educación (LGE, LOGSE, LOE y LOMCE). En EDUCAbase disponemos de cifras de matriculados en toda la etapa del bachillerato, pero incluyen BUP y COU, enseñanzas que se desarrollan en 4 cursos en lugar de los 2 cursos de bachillerato que se empieza a impartir con la implantación de la LOGSE en 1990. Similar es el caso de las formaciones profesionales (FPI y FPII) que de durar 3 cursos pasan a 2. Por este motivo y ya que no disponemos de estadísticas por curso, las series de matriculados en estas enseñanzas se reducían drásticamente con esta reforma y hacían imposible la consecución de nuestro análisis utilizando datos de estos niveles. Además, aquí también nos encontramos con que las edades en las que ingresan y se gradúan los alumnos en los cursos van variando. Estos problemas de heterogeneidad nos motivan a valorar los restantes niveles educativos para su elección como variable idónea de matriculados.

Eligiendo la serie de matriculados en la universidad o la de matriculados en los ciclos superiores reducimos estos problemas ya que la edad habitual de acceso a la universidad o al grado superior siempre ha sido de 17-18 años y el número de cursos de ambos niveles educativos se ha mantenido estable. En este aspecto, aunque antes de entrar en el Espacio Europeo de Educación Superior en 2007 los estudios universitarios siempre han durado de entre tres a seis años, después, pasaron a durar de cuatro a seis. Pese a esto, pensamos que el ciclo superior creado en 1990 con la LOGSE añadió más poder de elección de estudios por ser un título que dura dos cursos académicos. Por estas razones, usaremos la serie de matriculados en la universidad y la de matriculados en los ciclos superiores agregándolas y definiéndola como serie de matriculados en la educación superior. Finalmente, conseguimos para esta y la serie del PIB 47 observaciones en cada una de ellas, que van desde 1970¹ hasta 2016.

Justificada la elección de las variables cabe comentar un problema de alineación que se da al intentar analizar conjuntamente la serie del PIB y cualquiera de matriculados, la serie del número de matriculados ha sido adelantada varios meses para ponerla sobre el mismo eje temporal que el PIB, ya que el número de matriculados se cuenta por curso académico y desde que se realizan las matriculaciones (Junio-Octubre). Esto, como veremos a continuación tiene influye en los resultados del análisis de ciclo.

¹ Además de los datos obtenidos de EducaBASE, tuvimos que obtener datos adiciones de los matriculados universitarios desde 1970 a 1985 en documentos anuales del INE.

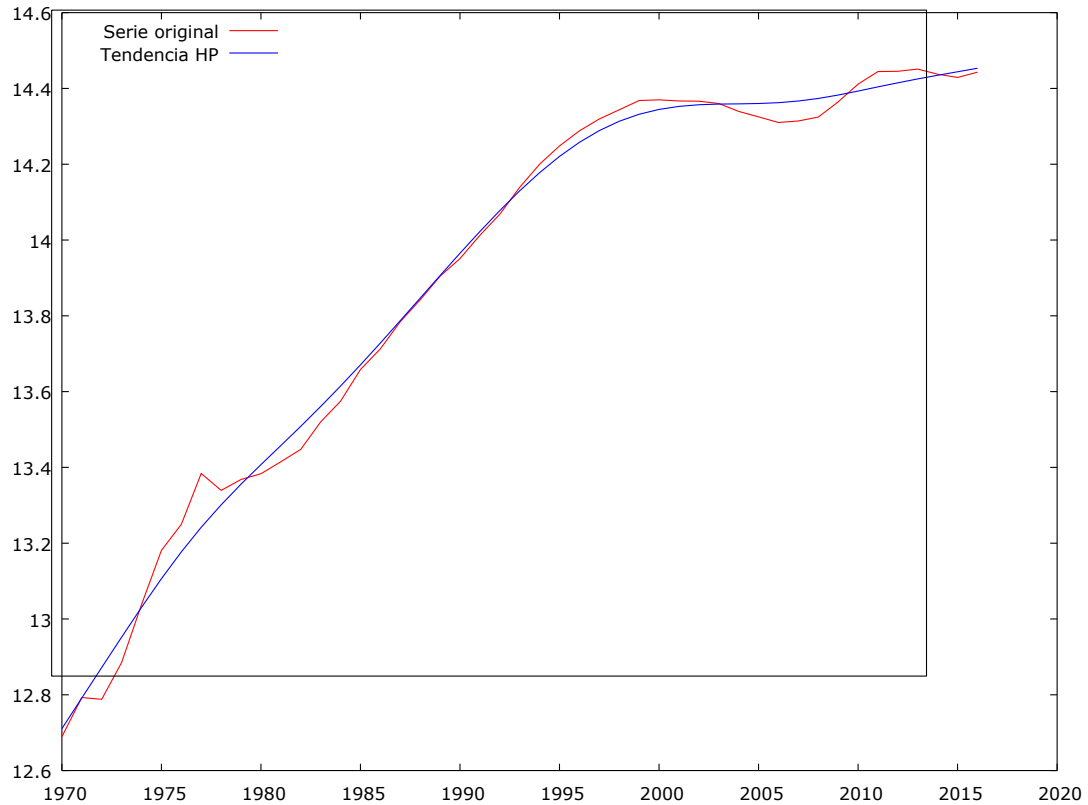


Figura 1. Serie matriculados en educación superior y tendencia según filtro HP (logarítmica, lambda igual a 100). Fuente: elaboración propia a partir de los datos de EDUCAbase.

Una vez representadas ambas series comenzamos a realizar el análisis de los ciclos (Figura 1 y Figura 2, esta última en la siguiente página). Para ello, hallamos los componentes cíclicos mediante el filtro Hodrick-Prescott con lambda igual a 100 y los representamos gráficamente en la Figura 3 para poder ver que existe un comportamiento procíclico en los años comprendidos entre el 1970 y 1985 y un comportamiento contracíclico para los años posteriores hasta 2016. Para realizar comentarios más sólidos sobre estos ciclos realizamos un correlograma hallando tanto la autocorrelación del PIB como la correlación del número de matriculados sobre el PIB. Además, estos cálculos los repetimos para las muestras mencionadas de nuestro período de estudio, dividiéndolo en el período que aparentemente es procíclico y en el contracíclico.

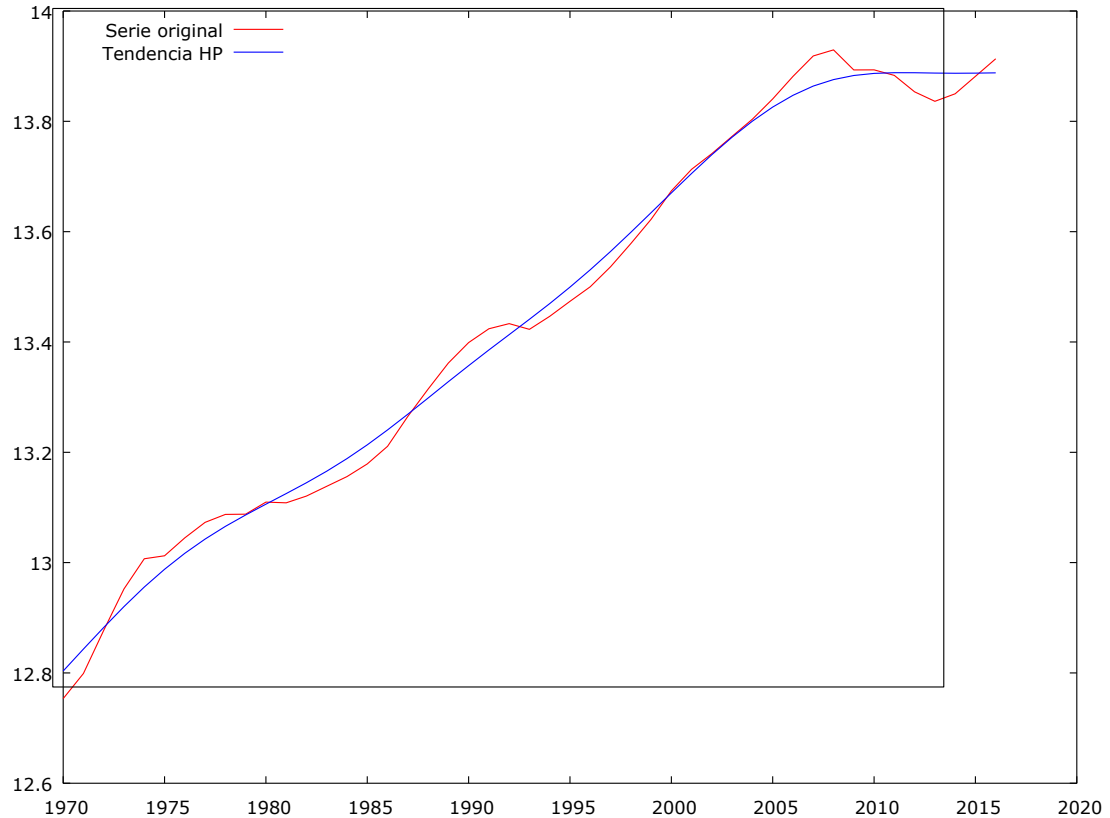


Figura 2. Serie PIB y su tendencia según filtro HP (logarítmica, lambda igual a 100). Fuente: elaboración propia a partir de los datos de OCDE.

De esta forma, vemos en la Tabla 1 que en los coeficientes de correlación entre la serie de matriculados y la del PIB retardada son negativos y significativos sin retardos y, con retardos, negativos. Por otro lado, encontramos valores mayores en los coeficientes con retardos positivos y negativos respecto al coeficiente sin retardo, lo que no nos sugiere nada para suponer que las matriculaciones en educación superior sea un indicador adelantado o retardado del PIB. En los resultados obtenidos de las muestras tenemos que en el período procíclico nuestra serie sí que se comporta como indicador retardado y en el contracíclico como indicador adelantado. Estos comentarios deben de tomarse con cautela por el problema de alineación entre ambas series que comentamos, pudiendo estar el correlograma descentrado y estar todos coeficiente de correlación de las matriculaciones sobre el PIB desplazados hacia la izquierda.

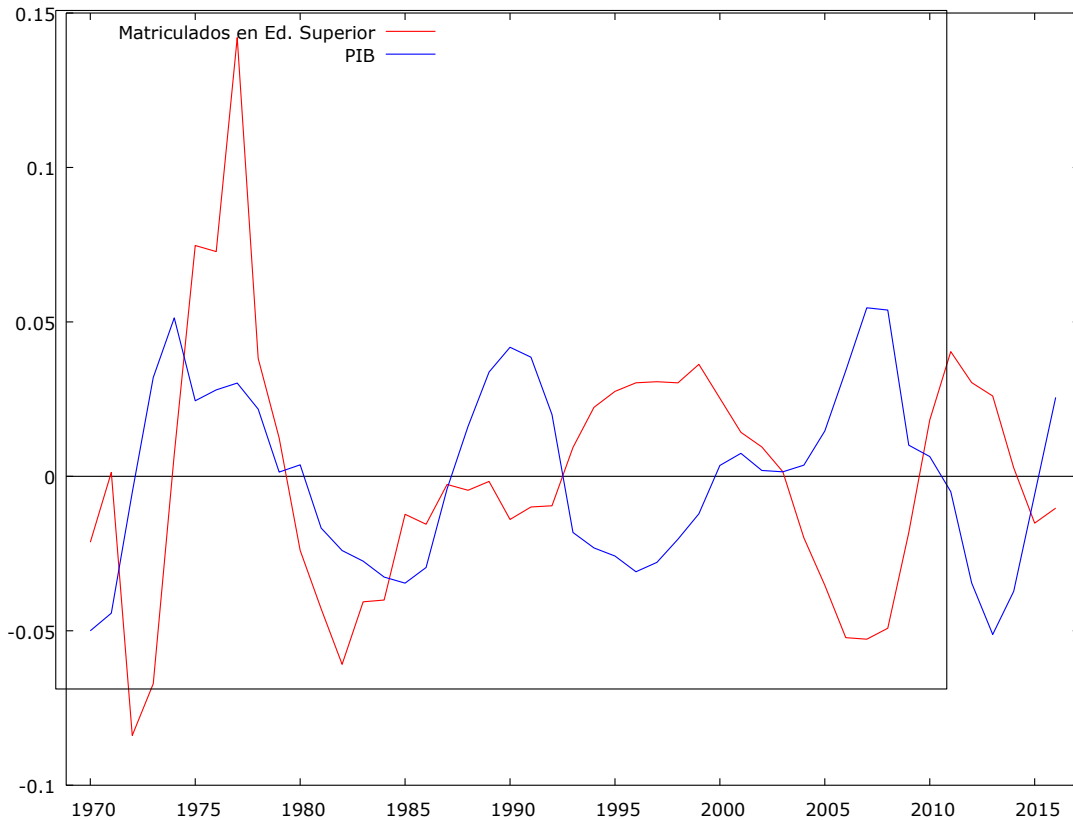


Figura 3. Componente cíclico HP de las series matriculados en educación superior y PIB (logarítmica, lambda igual a 100). Fuente: elaboración propia a partir de los datos de EDUCAbase y OCDE.

Por último, otra utilidad que encontramos en el correlograma es la del estudio de la volatilidad gracias a la relación entre las desviaciones típicas de los ciclos de ambas series. Según estas la serie de matriculados en educación superior es volátil en la primera muestra de entre 1970 y 1985 (este valor es efectivamente superior a la unidad), después permanece estable (entorno a la unidad). En toda la serie podemos confirmar generalmente que el número de matriculados en educación superior es volátil.

Tabla 1. Correlograma España, 1970-2016.

Período	Variable x	$\sigma(x)/\sigma(\text{PIB})$	Correlación del ciclo en el PIB con respecto al ciclo en x						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1970-2016	PIB	1.00	0.00	0.36	0.76	1.00	0.76	0.36	0.00
	Matriculados Ed. Sup.	1.41	-0.07	-0.15	-0.14	-0.04	0.13	0.27	0.25
1970-1985	PIB	1.00	0.03	0.32	0.72	1.00	0.72	0.32	0.03
	Matriculados Ed. Sup.	1.92	0.05	0.13	0.30	0.48	0.66	0.69	0.46
1986-2016	PIB	1.00	-0.02	0.35	0.75	1.00	0.75	0.35	-0.02
	Matriculados Ed. Sup.	0.95	-0.29	-0.59	-0.74	-0.72	-0.55	-0.27	-0.01

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de EDUCAbase y OCDE.

Resulta llamativo cómo a partir de la fecha en la que España se hizo miembro de la Comunidad Económica Europea consiguió tener un efecto contracíclico de los estudios respecto al PIB. Esa primera etapa de expansión económica española, donde se incrementó fuertemente la inversión extranjera y surgieron nuevas oportunidades de negocio pudo hacer que el deseo de formarse de muchos se viese interrumpido por querer unirse a ese empleo nuevo. En cambio, también podríamos hablar de individuos afectados por el fracaso escolar o abandono escolar en épocas de burbuja inmobiliaria.

3 Modelo

Nuestro modelo incluye dos tipos de agentes representativos, las familias, que maximizan su utilidad sujeta a una restricción presupuestaria, y las empresas, que maximizan sus beneficios. En este no consideramos la existencia ni de un sector público ni exterior. En el caso de las **familias**, pueden tener diferentes preferencias en el consumo de bienes finales c_t y en el tiempo de trabajo l_t , que es la diferencia del tiempo restante que le dedican al ocio o_t y al estudio s_t . De esta forma, la **función de utilidad** de estas quedaría de la siguiente manera:

$$(1) \quad u(c_t, l_t) = \ln(c_t) + \psi_o \ln(o_t)$$

donde ψ_o es el parámetro que mide el peso relativo del tiempo de ocio en la función de utilidad.

El nivel de consumo de las familias en los bienes finales estará definido por lo que ahorren. Esto es la suma de la retribución proveniente de la inversión en capital físico de equipo $R_{eq,t}k_{eq,t}$, la de la inversión en capital físico de estructuras $R_{str,t}k_{str,t}$ y la de la inversión en capital humano $W_t l_t h_t$, menos las nuevas inversiones realizadas en ambos tipos de capital físico $x_{eq,t} + x_{str,t}$ y los gastos de nueva formación $p_t s_t$. Así, los R_t son las ganancias de capital físico por unidad invertida para cada tipo, W_t el salario y p_t el precio de la educación en término de consumo. En este modelo, los precios de los bienes y del ingreso han sido normalizados a uno. Nótese en la **restricción presupuestaria**, que se muestra a continuación, que las ganancias laborales no sólo dependen del número de horas trabajadas l_t sino también de la dotación de capital humano de ese hogar.

$$(2) \quad c_t + x_{eq,t} + x_{str,t} + p_t s_t = R_{eq,t}k_{eq,t} + R_{str,t}k_{str,t} + W_t l_t h_t.$$

Por otro lado, para la producción final de cada una de las **empresas** se necesita una combinación de trabajo y capital, siguiendo la siguiente **función de producción** con rendimientos constantes de escala.

$$(3) \quad y_t = A_t k_{str,t}^{1-\theta} [b(l_t h_t)^\rho + (1-b)k_{eq,t}^\rho]^{\theta/\rho}, \quad 0 < \theta < 1$$

siendo A_t la productividad total de los factores (TFP), b el peso relativo entre del capital humano obtenido trabajando y los equipos, ρ la elasticidad de sustitución entre el equipamiento y el capital humano y θ la elasticidad de los factores anteriores sobre la producción. Respecto a la variación del stock de **capital físico** con depreciación, viene dada por la próxima ecuación que se muestra, donde δ_K es la tasa de depreciación y x_t las nuevas inversiones en capital físico respectivamente para cada tipo. Concretamente, para el capital físico de equipo, parte de esa nueva inversión puede ser adquirida por una unidad de producción, la equivalente a Q_t . A esta última variable se la conoce como cambio tecnológico específico de la inversión (ISTC) y la desarrollaremos posteriormente.

$$(4) \quad k_{eq,t+1} = (1 - \delta_{eq})k_{eq,t} + Q_t x_{eq,t}, \quad 0 < \delta_{eq} < 1$$

$$(5) \quad k_{str,t+1} = (1 - \delta_{str})k_{str,t} + x_{str,t}, \quad 0 < \delta_{str} < 1$$

La variación del stock de **capital humano** es similar, aunque la nueva formación viene determinada por el stock actual más el tiempo dedicado al estudio. Estos tienen rendimientos dados

por σ , y dependen de un parámetro de eficiencia B , que representa la capacidad de adaptación que tiene esta formación a las nuevas necesidades del mercado laboral.

$$(6) \quad h_{t+1} = (1 - \delta_h)h_t + B^{1-\sigma}(h_t s_t)^\sigma, \quad 0 < \delta_H < 1$$

Agregando la anterior función de producción y restándole los costes de producción, como son los de inversión en capital físico y humano, obtenemos el beneficio que deben maximizar las empresas y bajo el cual elegirán las cantidades de capital físico y de mano de obra a emplear.

$$(7) \quad \max_{K_t, l_t} A_t K_{str,t}^{1-\theta} [b(l_t H_t)^\rho + (1-b)K_{eq,t}^\rho]^{\theta/\rho} - R_{eq,t} K_{eq,t} - R_{str,t} K_{str,t} - W_t l_t H_t.$$

Ahora que el lector ya ha comprobado la existencia de dos fuentes de **progreso tecnológico**, TFP y ISTC, vamos a desarrollar sus funciones como un proceso autorregresivo de orden uno sin término constante. Aunque los precios de los bienes han sido normalizados y fijados, el del coste de la educación estará también determinado de forma dinámica como se muestra a continuación.

$$(8) \quad A_t = \gamma_A A_{t-1} + u_{A,t},$$

$$(9) \quad Q_t = \gamma_Q Q_{t-1} + u_{Q,t},$$

$$(10) \quad p_t = \gamma_p p_{t-1} + u_{p,t}.$$

Los términos de error $u_{i,t}$ incorporados en las ecuaciones anteriores son procesos de ruido blanco con media igual a cero y varianza igual a Λ_i .

$$(11) \quad u_{i,t} \sim N_i(0, \Lambda_i) \quad \text{para } i = A, Q, p.$$

4 Equilibrio del modelo

Para maximizar sus niveles de felicidad ambos agentes interactúan decidiendo una pauta de comportamiento conjunta en un entorno competitivo. Los hogares la determinan cuánto van a consumir, invertir, trabajar y estudiar, mientras que las empresas cuando producen. Este nivel de producción viene marcado por la cantidad de los factores productivos empleados, cuyos precios se determina por la productividad marginal de los mismos. Esto es un equilibrio competitivo general,

porque todos los mercados, de bienes, de capitales y de trabajo, están en equilibrio y garantizan el bienestar social máximo en el sentido de Pareto.

4.1 Condiciones de primer orden

Dado que nuestro modelo se encuadra en un entorno competitivo o descentralizado, los agentes toman sus decisiones maximizando sus respectivas funciones objetivo. De esta manera, maximizando el lagrangiano que se muestra en el Apéndice 1, obtenemos las siguientes (4) ecuaciones de Euler:

$$(12) \quad \frac{o_t}{\psi_o} = \frac{c_t}{w_t H_t},$$

$$(13) \quad \frac{1}{c_t} = \beta E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} \frac{Q_t}{Q_{t+1}} (1 - \delta_{eq} + Q_{t+1} R_{eq,t+1}) \right],$$

$$(14) \quad \frac{1}{c_t} = \beta E_t \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 - \delta_{str} + R_{str,t+1}) \right],$$

$$(15) \quad \frac{\psi_o}{\sigma o_t H_t} \left(1 + \frac{p_t}{w_t H_t} \right) \left(\frac{s_t H_t}{B} \right)^{1-\sigma} = \beta E_t \left\{ \frac{\psi_o}{\sigma o_{t+1} H_{t+1}} \left[\left(1 + \frac{p_{t+1}}{w_{t+1} H_{t+1}} \right) \left[\frac{1}{\sigma} (1 - \delta_h) \left(\frac{s_{t+1} H_{t+1}}{B} \right)^{1-\sigma} + s_{t+1} \right] + l_{t+1} \right] \right\}.$$

Éstas, son las que consideramos Funciones Impulso-Respuesta (FIR), ecuaciones que recogen los impactos inducidos por los shocks en nuestras variables de estado exógenas, $\{A, B, Q\}$. Aunque aparentemente sólo estén expresadas estas variables en la segunda y última ecuación de Euler, también están presentes en el resto como bien veremos una vez definidos los productos marginales. A continuación, procedemos con la interpretación de cada una de estas ecuaciones.

En estas vemos cómo la (12) relaciona el salario real con el tiempo del ocio. Esto es, que, a mayor tiempo de ocio disfrutado, mayor salario real es necesario haber obtenido el mismo período para este disfrute. Aquí, nos referimos al salario real a la cantidad de bienes que el trabajador puede adquirir con la cuantía de dinero que percibe por su trabajo. Este salario nominal, como también ocurre en la última ecuación de Euler, está expresado según el nivel de capital humano, de forma que cuanta más formación disponga un individuo mayor percibe de retribución por su trabajo. Además, en estas el ocio viene ponderado por el parámetro que marcaba el peso del tiempo de ocio en la función de producción. Dado un valor fijo de este parámetro, un shock de TFP (incluido en

la definición del salario) provocaría necesariamente una disminución del tiempo de ocio o un aumento de la cantidad de consumo.

En las ecuaciones (13) y (14), tenemos la relación entre el ratio del consumo marginal y la rentabilidad real del capital físico, para cada uno de los dos. Así que un individuo que invierta más en cada uno de los capitales físicos podrá conseguir mayores niveles de consumo en el futuro respecto al presente. La existencia de ambas ecuaciones a la vez implica la no existencia de oportunidad de arbitraje. Las rentabilidades reales de ambos tipos de capital físico serían la misma de ser $Q_t, Q_{t+1} = 1$, es decir, siendo los estados de la tecnología para producir ambos tipos de capital físico los mismos. Si el nuevo estado fuese superior a la unidad, bien debido a un shock de ISTC o por ajuste automático, los equipos estarían siendo menos rentables que las estructuras. Esto resultaría ser todo lo contrario a si se produce un shock de TFP.

Finalmente, la ecuación (15) es la que relaciona el tiempo de ocio y el capital humano, presentes y futuros. Estos están expresados de forma inversa y dependen coste educativo real y del nivel formativo adquirido con las horas de estudio. En este último caso también se le resta la depreciación futura del capital humano. El desajuste temporal entre ambos niveles de ocio, coste relativo de estudio y de capital humano marca el tiempo de estudio y de trabajo futuro. Si expresamos el nivel de formación y el tiempo de ocio de forma marginal, es decir, mediante el cociente entre los momentos del siguiente período y los momentos actuales, vemos cómo los individuos que pasan a emplear más tiempo de ocio en el siguiente período o tienen mayor nivel de formación se ven motivados en el futuro a trabajar y a estudiar más tiempo en el futuro. Al ser el tiempo limitado, entendemos que un mayor nivel de formación motiva a los individuos aprovechar más el tiempo. En esta ecuación vemos cómo afecta B al tiempo de estudio y nivel de formación, presentes y futuros, restándoles potencial.

Como ya hemos dicho, además de las ecuaciones de Euler, tenemos que añadir las otras condiciones de primer orden que son los siguientes productos marginales de los capitales físicos y del humano, precios a los que las empresas contratan capital y mano de obra:

$$(16) \quad R_{eq,t} = A_t K_{str,t}^{1-\theta} [b(l_t H_t)^\rho + (1-b)K_{eq,t}^\rho]^{\theta/\rho-1} \theta (1-b) K_{eq,t}^{\rho-1} = \theta Y_t \frac{(1-b)K_{eq,t}^{\rho-1}}{b(l_t H_t)^\rho + (1-b)K_{eq,t}^\rho},$$

$$(17) \quad R_{str,t} = A_t(1 - \theta)K_{str,t}^{-\theta} [b(l_t H_t)^\rho + (1 - b)K_{eq,t}^\rho]^{\theta/\rho} = (1 - \theta) \frac{Y_t}{K_{str,t}},$$

$$(18) \quad W_t = A_t K_{str,t}^{1-\theta} [b(l_t H_t)^\rho + (1 - b)K_{eq,t}^\rho]^{\theta/\rho - 1} \theta b H_t^\rho l_t^{\rho-1} = \theta Y_t \frac{b H_t^\rho l_t^{\rho-1}}{b(l_t H_t)^\rho + (1-b)K_{eq,t}^\rho}.$$

Todas estas condiciones de primer orden tienen que cumplir la restricción de factibilidad temporal, $1 = o_t + l_t + s_t$, y la de gasto, $Y_t = C_t + p_t s_t + X_{eq} + X_{str}$.

4.2 El estado estacionario

Una vez obtenido el equilibrio de nuestra economía, pasamos a definir los valores de su estado estacionario, según los cuales la economía crecerá en un largo plazo a una tasa constante igual a cero y sin ciclos. Este modelo partirá de dicha situación de equilibrio a largo plazo sobre la cual introduciremos una perturbación en la misma y hallaremos el nuevo estado estacionario. Para comenzar, hallamos las (10) **condiciones estacionarias** quitándoles los índices a los momentos de las anteriores condiciones de primer orden:

$$(19) \quad \psi_o \frac{1}{\sigma^*} = \theta \frac{Y^*}{C^*} \frac{b(l^*)^{\rho-1} (H^*)^{\rho+1}}{b(l^* H^*)^\rho + (1-b)(K_{eq}^*)^\rho},$$

$$(20) \quad \frac{1}{\beta} = 1 - \delta_{eq} + Q^* Y^* \frac{\theta(1-b)(K_{eq}^*)^{\rho-1}}{b(l^* H^*)^\rho + (1-b)(K_{eq}^*)^\rho},$$

$$(21) \quad \frac{1}{\beta} = 1 - \delta_{str} + (1 - \theta) \frac{Y^*}{K_{str}^*},$$

$$(22) \quad \frac{1}{\beta} = (1 - \delta_h) + \sigma \left(\frac{B}{s^* H^*} \right)^{1-\sigma} \left[s^* + l^* / \left(1 + \frac{p^*}{w^* H^*} \right) \right],$$

$$(23) \quad \delta_{eq}^* K_{eq}^* = Q^* X_{eq}^*,$$

$$(24) \quad \delta_{str}^* K_{str}^* = X_{str}^*,$$

$$(25) \quad (\delta_h^*)^{1/1-\sigma} H^* = B (s^*)^{\sigma/1-\sigma},$$

$$(26) \quad Y^* = C^* + p^* s^* + X_{eq}^* + X_{str}^*,$$

$$(27) \quad 1 = o^* + l^* + s^*,$$

$$(28) \quad Y^* = A^*(K_{str}^*)^{1-\theta} [b(l^*H^*)^\rho + (1-b)(K_{eq}^*)^\rho]^{\theta/\rho}.$$

A partir de aquí, podemos hallar los valores iniciales de las variables, de entre los cuales tenemos los siguientes (10) parámetros:

$$\{\beta, \psi_o\}$$

$$\{\theta, b, \rho\}$$

$$\{\delta_{eq}, \delta_{str}, \delta_h, \sigma\}$$

y los siguientes (13) momentos:

$$\{Y^*, C^*, X_{eq}^*, X_{str}^*, K_{eq}^*, K_{str}^*, H^*, A^*, Q^*\}$$

$$\{p^*\}$$

$$\{o^*, l^*, s^*\}$$

En el siguiente apartado vamos a indicar nuestras fuentes de datos para los momentos mencionados, describir la forma en la que calcularemos el valor de los parámetros y, así, calibrar nuestro modelo.

4.3 Calibración

En este subapartado presentamos los datos de referencia para el proceso de calibración del modelo. Nuestras fuentes datos en este caso son EU KLEMS y el Instituto Nacional de Estadística. Por razones de disponibilidad de datos y evitar cualquier influencia de los ciclos económicos sobre estos decidimos usar los fechados del año 2003.

Los datos de los stocks de capital y de formación bruta de capital los hemos extraído de la base de datos de EU KLEMS, los cuales los hemos clasificados en equipos y estructuras. Los datos de equipos los hemos obtenido agregando los del equipo informático, de telecomunicaciones, de

transporte y otra maquinaria y equipos, mientras que los de estructura las estructuras residenciales y las inversiones no residenciales. Todos estos datos, que están normalizados respecto al VAB de todos los sectores, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Datos de inversión y FBCF para equipos y estructuras, 2003.

Variable	Dato original (M€)	Dato normalizado
Y^*	727685	1.0000
K_{eq}^*	682380	0.3931
K_{str}^*	268263	2.5326
X_{eq}^*	1728190	0.0770
X_{str}^*	52527	0.1931

Fuente: EU KLEMS y cálculos propios.

Junto con estos datos sólo nos quedaría saber el gasto en educación postobligatoria en términos de renta para poder hallar el valor inicial del consumo. Para ello, hicimos una consulta a las estadísticas de la OCDE para descubrir que en 2005 el gasto, tanto privado como público y en términos corrientes, se situaba en torno al 1.2% del PIB. En el Apéndice 2 se incluye un análisis del gasto de los hogares en educación postobligatoria, con precios del 2006, según las estadísticas de la Encuesta de Presupuestos Familiares del INE. En esta se aprecia cómo ha venido aumentando en proporción al consumo de los hogares en la última década. De esta forma, tenemos:

$$p^* s^* = 0.011,$$

$$p^* s^* + C^* = Y^* - X_{eq}^* - X_{str}^* = 0.7299,$$

$$C^* = 0.7189.$$

Además, con los valores iniciales de los stocks de capital y de formación bruta de capital podemos calcular los valores de las depreciaciones de capital, suponiendo que $Q^* = 1$:

$$\delta_{eq} = Q^* \frac{X_{eq}^*}{K_{eq}^*} = 0.1958,$$

$$\delta_{str} = \frac{X_{str}^*}{K_{str}^*} = 0.0762.$$

Por último, en lo que respecta a los stocks de capital físico y a las formaciones brutas de capital, hallamos el parámetro θ considerando un tipo de interés a largo plazo del 5%:

$$\frac{1}{\beta} = 1 + r = 1.05,$$

$$\theta = 1 - (\delta_{str} + r) \frac{K_{str}^*}{Y^*} = 0.6803.$$

Antes de pasar a hablar del capital humano, variable según la cual vamos a hallar los dos escenarios que simularemos intentando parecerse a los ciclos de España en educación, vamos a tratar las variables temporales. Estas las hemos obtenido de la Encuesta de Empleo del Tiempo del INE de 2002-2003 para darles los siguientes valores normalizados:

$$l^* = 0.341,$$

$$s^* = 0.137,$$

$$o^* = 0.522.$$

Llegados a este punto, ya podemos calcular cual es el precio de formación del gasto en educación postobligatoria:

$$p^* = 0.0803.$$

En nuestro modelo consideraremos que equipamiento y el capital humano tienen una elasticidad de sustitución media. Dándole este valor al parámetro correspondiente configuramos la función de producción como un híbrido entre la lineal y la de Leontief.

$$\rho = 0.5$$

Finalmente, antes de pasar a hallar los últimos datos mediante una calibración, vamos a mostrarles los valores que les hemos dados al parámetro de la tasa de depreciación y al de eficiencia de la formación, además del de stock de capital humano. Empezando por la tasa de depreciación, según

Arrazola y de Hevia (2004), la tasa de depreciación del capital humano para la economía española se ha venido situando en torno el 1-1.5%, luego suponemos una del 1%. Respecto al parámetro de eficiencia de la formación suponemos que es igual a la unidad.

En cuanto al stock de capital humano, calculamos los valores normalizados haciendo uso las estadísticas del valor del capital humano que el IVIE estimó para todos los trabajadores en edad de trabajar. Elegiremos datos de 1977, el primer año de la serie, y de 2003, dato en el que se sitúa nuestra calibración. El primer dato, según el cual calibraremos y representaremos un escenario donde se muestra el comportamiento de la educación sin ciclos, lo denotaremos como H_1 y, el segundo dato, el caso contrario afectado por el comportamiento contracíclico H_2 .

$$\delta_h = 0.01,$$

$$H_1 = 0.8518,$$

$$H_2 = 0.1207,$$

$$B = 1.$$

Obsérvese que el dato de la proporción del valor del capital humano sobre el VAB más reciente es inferior al de 1977. Esto es porque este indicador, que recoge la valoración que el mercado de trabajo atribuye a través de los salarios a su dotación de capital humano, ha venido creciendo a crecido a una tasa muy inferior a como lo ha hecho el VAB. Así, se puede decir que los individuos en edad de trabajar de los primeros años que abarca nuestro análisis tenían una experiencia laboral y nivel de formación mayor para el nivel de producción de su época que el de las últimas décadas. Este indicador no debe confundirse con la productividad del trabajo, pues es esta la que determina en mayor medida la proporción de puestos de trabajo de mayor cualificación de un país. La evolución del valor del capital humano la mostramos en el Anexo 3, donde también se muestra los valores porcentuales de los stocks de capital físico y de la formación bruta de capital.

Dicho lo cual, tenemos finalmente (5) incógnitas que debemos hallar en los dos valores que le hemos dado a los stocks de capital humano. Estos valores han sido escogidos conscientemente para reflejar los dos casos de estudio, uno ajustándose al efecto contracíclico de la educación que ha tenido la economía española en las últimas décadas y otra sin este.

Tabla 3. Datos calculados en la calibración según H_1 y H_2 .

Variable/Parámetro	Dato según H_1	Dato según H_2
B	3.2580	0.1614
A^*	1.6761	5.6729
b	0.8754	0.9491
ψ_o	1.0586	0.1500
σ	1.7862	2.1487

Fuente: cálculos propios.

En el siguiente apartado realizaremos unos comentarios sobre la diferencia de valor entre estos parámetros y variables, además del análisis impulso-respuesta comparado entre ambos escenarios.

5 Análisis del correlograma simulado

Al igual que en el apartado del análisis del correlograma observado mostramos los ciclos de los ingresos y de la educación para España, aquí lo haremos con los datos de la simulación realizada partiendo de los valores de calibración hallados para el equilibrio estacionario. En los modelos DSGE los ciclos se consideran efectos generados por perturbaciones exógenas, normalmente a la función de producción, y, como es en este caso adicionalmente, a la ecuación de estado de los equipos. Estas perturbaciones, de TFP y de ISTC respectivamente, alteran las decisiones de trabajo y estudio, consumo e inversión, de los agentes que se encontraban en equilibrio. Debido a su comportamiento optimizador, estos terminarán ajustando el comportamiento dinámico de las variables macroeconómicas para alcanzar un nuevo equilibrio estacionario.

El cálculo de los parámetros en la calibración es fundamental para que el modelo simule los datos observados, el correlograma simulado es la prueba de ello. Paso previo al análisis de impulso-respuesta entre ambos escenarios, lo mostramos en la siguiente figura demostrándose que, tanto por un shock de la TFP como de la ISTC, el comportamiento contracíclico de la educación es más

destacable en la calibración del escenario con H_2 que en el de H_1 . Esto viene dado por la calibración, haciendo que un menor nivel de capital humano venga acompañado de un mayor peso del capital humano obtenido trabajando en relación con los equipos (dado por b), mayor TFP (A^*) y una mayor tasa de rendimientos crecientes del capital humano adquirido estudiando (σ). A diferencia de estos datos mayores, la adaptación de la formación a las necesidades laborales (B) es menor, al igual que la elasticidad de sustitución entre el equipamiento y el capital humano (ρ) y elasticidad de los factores anteriores sobre la producción (θ). Los individuos de una economía con estas características prefieren reducir precipitadamente su tiempo de estudio, bien estudiando menos en horario extraescolar o bien abandonando directamente sus estudios. Además, al ser también menor la preferencia del tiempo de ocio (ψ_o), hacia donde se ven más motivados los individuos es a trabajar.

La representación del correlograma simulado la realizaremos según un escenario y otro para cada tipo de shock tecnológico. Puesto que la intensidad de los ciclos no es la misma para los ingresos como para el tiempo de estudio, decidimos dejar libre la escala de ambas variables para así observar mejor el comportamiento de estos. Sin embargo, comparten el mismo eje de abscisas para que se pueda comparar fácilmente la evolución de ambos ciclos a la vez. En el Anexo 4 mostramos de forma completa la respuesta de todas variables a los shocks tecnológicos según la simulación de nuestro modelo en Dynare.

Aun así, la respuesta de las variables en cada escenario es muy similar, a diferencia de la respuesta que se da en el tiempo de estudio, el stock de capital humano y la inversión en capital humano. A parte de que la variable del tiempo de estudio nos sirviese para identificar el escenario donde se da el comportamiento contracíclico de la educación y el que está menos afectado por este, interpretamos que el hecho de partir de un stock de capital humano mayor hace que la inversión en capital humano aumente, y viceversa. Esto último sólo ocurre para un shock de TFP y no de ISTC, bajo el cual para ambos escenarios aumenta la inversión y stock de capital humano. Como ya previmos en el apartado anterior, la perturbación de ISTC es la excepción bajo la cual todas las respuestas de rentabilidades y de salarios son positivas, pues esta provoca una reducción de la rentabilidad de los equipos.

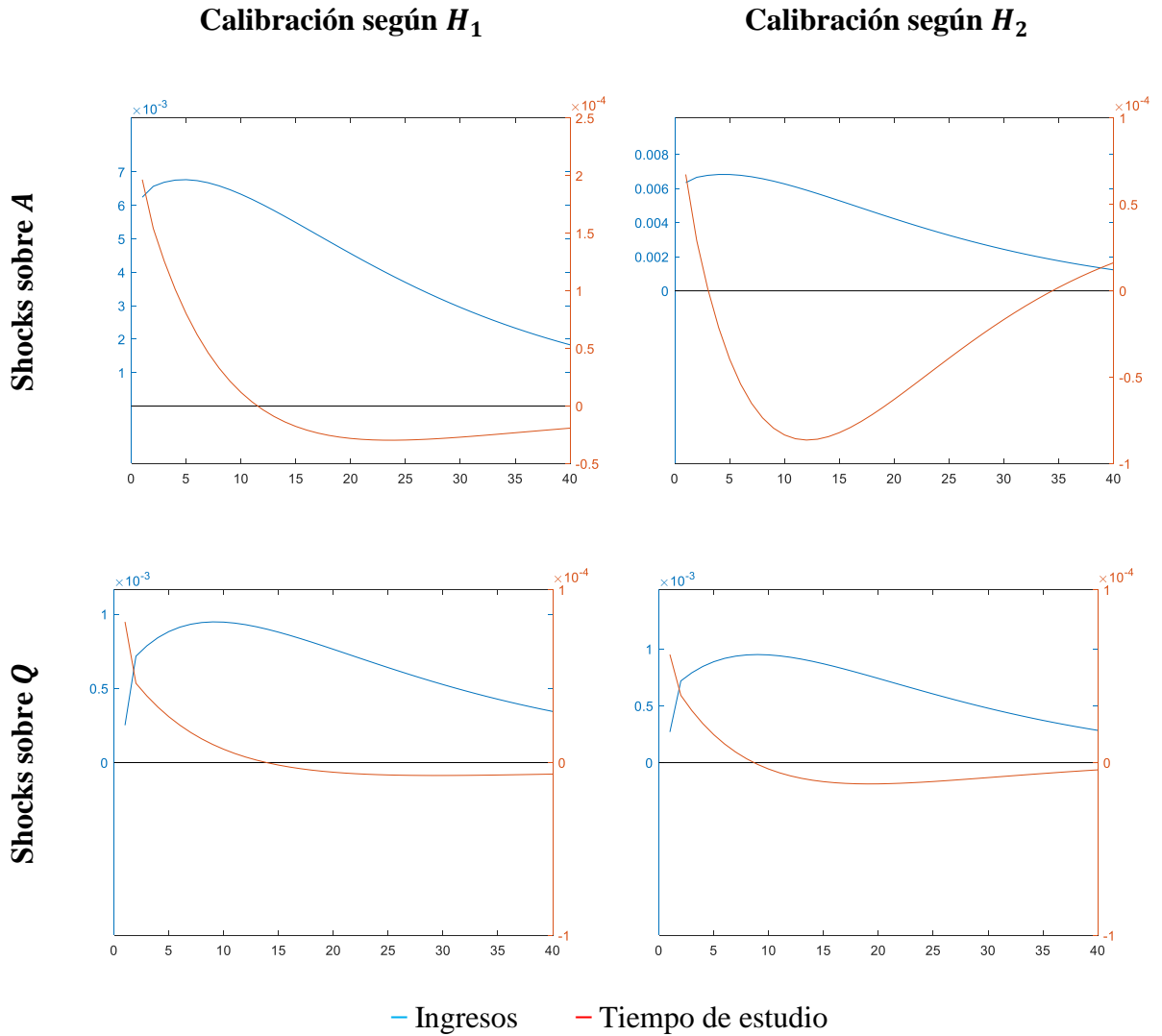


Figura 4. Efectos sobre los ingresos y el tiempo de estudio dado un shock de TFP y de ISTC y según la calibración con H_1 y con H_2 . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.

Para poder analizar el resto de variables tomamos diferencias entre sus respuestas en ambos escenarios, teniendo como resultado la Figura 12 del Anexo 4. Aquí vemos, especialmente debido al efecto ocasionado por un shock de TFP, que todas respuestas de las variables son generalmente superiores en el escenario de H_1 , donde el comportamiento cíclico de la educación es menor. En muchas existen excepciones en el corto plazo, reduciéndose la respuesta positiva de las inversiones en capital físico y de sus stocks dado que sus rentabilidades comienzan siendo menores.

Para finalizar, como propusimos al comienzo de este estudio y acabamos de entrever, nos gustaría remarcar que, según nuestro modelo, una economía afectada en mayor medida por un comportamiento contracíclico de la educación es más probable que tenga índices de crecimiento inferiores. En la siguiente figura representamos sólo los efectos de los ingresos para ambos escenarios conjuntamente, y para cada shock tecnológico por separado.

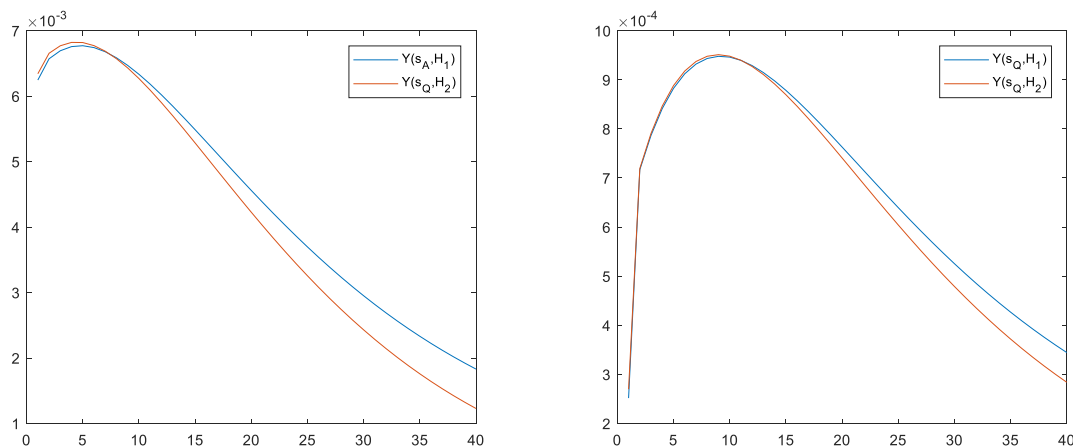


Figura 5. Efectos sobre los ingresos dado un shock de TFP y de ISTC según la calibración con H_1 y con H_2 . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.

Haciendo unos cálculos sencillos como es tomar la media de las diferencias entre la respuesta de los ingresos a un shock según H_1 y la de según H_2 , podemos decir que el aumento de los ingresos con H_1 es 3.0126×10^{-4} y 2.4057×10^{-5} puntos porcentuales superiores a los de los ingresos con H_2 para el shock de TFP y el de ISTC.

6 Conclusiones

Tras esta última crisis económica, España logró ser el país europeo que más puestos de trabajo perdió durante ésta, viéndose afectados especialmente los jóvenes con baja cualificación. Además de que la economía se caracterice por partir de un desempleo estructural alto para este colectivo, sus ciclos suelen ser muy intensos. Estos parece que siempre fueron así a excepción de su relación

con los ciclos del PIB. Tras la crisis del petróleo y a partir de la entrada de España en la Comunidad Económica Europea, se comienza a observar un comportamiento contracíclico de la educación cuando previamente se distingue uno procíclico. Dado que la diferencia entre ambos escenarios se debe a un cambio en las decisiones de los agentes económicos, según el coste de oportunidad de estudio, pretendimos analizarlo mediante la simulación de un modelo DSGE.

Según nuestro modelo, el comportamiento procíclico de la educación no es posible, pues un individuo siempre se ve motivado a estudiar y a trabajar menos tiempo ante un shock tecnológico que siempre aumenta los salarios. Sin embargo, este ciclo siempre puede ser más sensible bajo ciertas circunstancias que otras. Nuestro estudio encuentra que una mayor tasa de rendimientos crecientes del capital humano adquirido estudiando y una menor preferencia del tiempo de ocio hace que el individuo prefiera trabajar más a aumentar su tiempo extralaboral. También, una menor adaptación de la formación a las necesidades laborales, elasticidad de sustitución entre el equipamiento y el capital humano y elasticidad de los factores anteriores sobre la producción hace que el comportamiento de la educación sea más contracíclico. Estos escenarios vienen determinados en gran medida por el grado de empleabilidad y de productividad de los individuos por su formación y experiencia profesional, forma a través de la cual hemos cuantificado el stock de capital humano. Una economía con mayor valor del capital humano tiene más impulso para incrementar su stock de capital que otra cuyo valor es menor. Esto es porque quienes tienen más posibilidades de formarse son aquellos individuos que son más activos en la búsqueda de empleo.

Esto anterior tiene implicaciones en materia de crecimiento económico, pues una reducción drástica del tiempo de estudio en una expansión hace que la inversión en capital humano se reduzca y, así, los ingresos nacionales futuros terminen siendo menores que si el tiempo de estudio se hubiese mantenido más estable. Aquí se demuestra que el papel que juegan las políticas educativas es fundamental como cohesionador social y que su diseño ha de estar en sintonía con el de políticas de empleo. La organización institucional no debe sólo de garantizar una formación de calidad, sino que además la asigne de la manera más óptima posible. Más allá del fracaso escolar, los individuos han de tener una visión clara de su carrera profesional y pretender formarse y trabajar acorde a esta. Así se evitaría el desplazamiento de trabajadores formados a puestos de trabajo de menor o distinta cualificación, y viceversa.

Referencias

- Arrazola, M. y Hevia, J. (2004). More on the estimation of the human capital depreciation rate. *Applied Economics Letters*, 11(3).
- Cueto, B. y Suárez, P. (2011). Formación para el empleo en España. ¿Quién se forma? *Moneda y Crédito*, vol. 233.
- EDUCAbase (2017). Series de alumnado. Ministerio de Educación.
- EU KLEMS (2017). Growth and Productivity Accounts: Statistical Module, ESA 2010 and ISIC Rev. 4 industry classification.
- Garrido, L. (2010). El impacto de la crisis sobre la desigualdad en el trabajo. *Papeles de Economía Española*, 124.
- INE (2011). Encuesta de Empleo del Tiempo del INE. Resultados detallados 2002-2003.
- INE (2017). Encuesta de Presupuestos Familiares. Serie 2006 - 2015. Resultados con clasificación COICOP.
- Ivie (2017). Base de datos. Valor económico del capital humano según relación con la actividad.
- OECD (2017). Database. Educational finance indicators.
- OECD (2017). Database. Aggregate National Accounts, SNA 2008 (or SNA 1993).
- Oreopoulos, P., T. von Wachter y A. Heisz (2012). The short- and long-term career effects of graduating in a recession. *American Economic Journal: Applied Economics*, 4(1).
- Serrano, L. y Soler, A. (2013). Dotaciones de capital humano 1964-2013: 50 años de mejoras educativas y transformaciones productivas. *Ivie*.
- Torres, J. L. (2009). Introducción al Equilibrio General Dinámico Macroeconómico

Apéndices

1. Obtención de las ecuaciones de Euler

Antes de montar el lagrangiano para posteriormente obtener las ecuaciones de Euler es necesario dejar claro el papel que tiene cada variable en estas ecuaciones. Para comenzar, tenemos nuestras variables de estado endógenas:

$$\{Y, K_{eq}, K_{str}, H\}$$

cuyos valores son obtenidos a partir de la función de producción y de las ecuaciones de acumulación de capital, sea físico o humano. Por otro lado, tenemos las variables de estado exógenas:

$$\{A, B, Q\}$$

y las variables de control:

$$\{C, X_{eq}, X_{str}\}$$

$$\{l, s\}$$

Según conozcamos los valores de la formación bruta de capital fijo, sabremos los de inversión en capital, y, con estos a su vez, el consumo. De la misma forma, podemos hallar o sabiendo l y s . A continuación, se muestra el lagrangiano que incluye la función de utilidad con el presupuesto y las ecuaciones de estado:

$$(2910) \mathcal{L} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{ \ln(C_t) + \psi_o \ln(o_t) + \lambda_t [R_{eq,t} K_{eq,t} + R_{str,t} K_{str,t} + W_t l_t H_t - C_t - X_{eq,t} - X_{str,t} - p_t s_t] + \mu_t [(1 - \delta_{eq}) K_{eq,t} + Q_t X_{eq,t} - K_{eq,t+1}] + \nu_t [(1 - \delta_{str}) K_{str,t} + X_{str,t} - K_{str,t+1}] + \xi_t [(1 - \delta_h) H_t + B^{1-\sigma} (H_t s_t)^\sigma - H_{t+1}] \}.$$

De este obtendremos las siguientes (8) derivadas de las cuales obtendremos nuestras ecuaciones de Euler:

$$(30) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dC_t} = 0 \quad \frac{1}{C_t} = \lambda_t,$$

$$(31) \quad \frac{d\mathcal{L}}{ds_t} = 0 \quad \psi_o \frac{1}{o_t} + \lambda_t p_t = \xi_t \sigma B^{1-\sigma} s_t^{\sigma-1} H_t^\sigma,$$

$$(32) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dl_t} = 0 \quad \psi_o \frac{1}{o_t} = \lambda_t W_t H_t,$$

$$(33) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dK_{eq,t+1}} = 0 \quad \mu_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} R_{eq,t+1} + \mu_{t+1} (1 - \delta_{eq})],$$

$$(34) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dK_{str,t+1}} = 0 \quad \nu_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} R_{str,t+1} + \nu_{t+1} (1 - \delta_{str})],$$

$$(35) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dX_{eq,t+1}} = 0 \quad \lambda_t = \mu_t Q_t,$$

$$(36) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dX_{str,t+1}} = 0 \quad \lambda_t = \nu_t,$$

$$(37) \quad \frac{d\mathcal{L}}{dH_{t+1}} = 0 \quad \xi_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} W_{t+1} l_{t+1} + \xi_{t+1} (1 - \delta_h + \sigma B^{1-\sigma} H_{t+1}^{\sigma-1} S_{t+1}^\sigma)],$$

para obtener, a partir de la ecuación (32), la condición que relaciona el ratio del nivel de consumo y el ocio con el salario percibido:

$$(38) \quad \psi_o \frac{1}{o_t} = \frac{1}{c_t} W_t H_t.$$

Combinando las ecuaciones (33) y (34) con la (30), (35) y (36) obtenemos las condiciones que igualan, para cada tipo de capital físico, el ratio marginal del consumo con el de la inversión:

$$(39) \quad \frac{1}{c_t} = \beta E \left[\frac{1}{c_{t+1}} \frac{Q_t}{Q_{t+1}} (1 - \delta_{eq} + Q_{t+1} R_{eq,t+1}) \right],$$

$$(40) \quad \frac{1}{c_t} = \beta E \left[\frac{1}{c_{t+1}} (1 - \delta_{str} + R_{str,t+1}) \right].$$

Para obtener la última ecuación, despejo los multiplicadores de Lagrange de las ecuaciones (31) y (32):

$$(41) \quad \xi_t = \frac{1}{\sigma H_t} \left(\psi_o \frac{1}{o_t} + \lambda_t p_t \right) \left(\frac{s_t H_t}{B} \right)^{1-\sigma},$$

$$(42) \quad \lambda_t = \frac{\psi_o}{o_t W_t H_t},$$

y sustituimos en (37):

$$\frac{1}{\sigma H_t} \left(\psi_o \frac{1}{o_t} + \frac{\psi_o}{o_t W_t H_t} p_t \right) \left(\frac{s_t H_t}{B} \right)^{1-\sigma} = \beta E_t \left[\frac{\psi_o}{o_{t+1} W_{t+1} H_{t+1}} W_{t+1} l_{t+1} + \frac{1}{\sigma H_{t+1}} \left(\psi_o \frac{1}{o_{t+1}} + \frac{\psi_o}{o_{t+1} W_{t+1} H_{t+1}} p_{t+1} \right) \left(\frac{s_{t+1} H_{t+1}}{B} \right)^{1-\sigma} (1 - \delta_h + \sigma B^{1-\sigma} H_{t+1}^{\sigma-1} s_{t+1}^\sigma) \right].$$

Despejando obtenemos la condición que relaciona el ratio marginal del tiempo de ocio y del capital humano con el tiempo de estudio y de trabajo empleado en el futuro:

$$(43) \quad \frac{\psi_o}{\sigma o_t H_t} \left(1 + \frac{p_t}{W_t H_t} \right) \left(\frac{s_t H_t}{B} \right)^{1-\sigma} = \beta E_t \left\{ \frac{\psi_o}{o_{t+1} H_{t+1}} \left[\left(1 + \frac{p_{t+1}}{W_{t+1} H_{t+1}} \right) \left[\frac{1}{\sigma} (1 - \delta_h) \left(\frac{s_{t+1} H_{t+1}}{B} \right)^{1-\sigma} + s_{t+1} \right] + l_{t+1} \right] \right\}.$$

2. Análisis del gasto de los hogares en educación postobligatoria

El gasto en educación postobligatoria realizado por los hogares ha venido creciendo en la última década como bien describen los datos obtenidos de la Encuesta de Presupuestos Familiares del INE. Esta tendencia viene marcada fundamentalmente por el mayor gasto realizado en los estudios de educación superior.

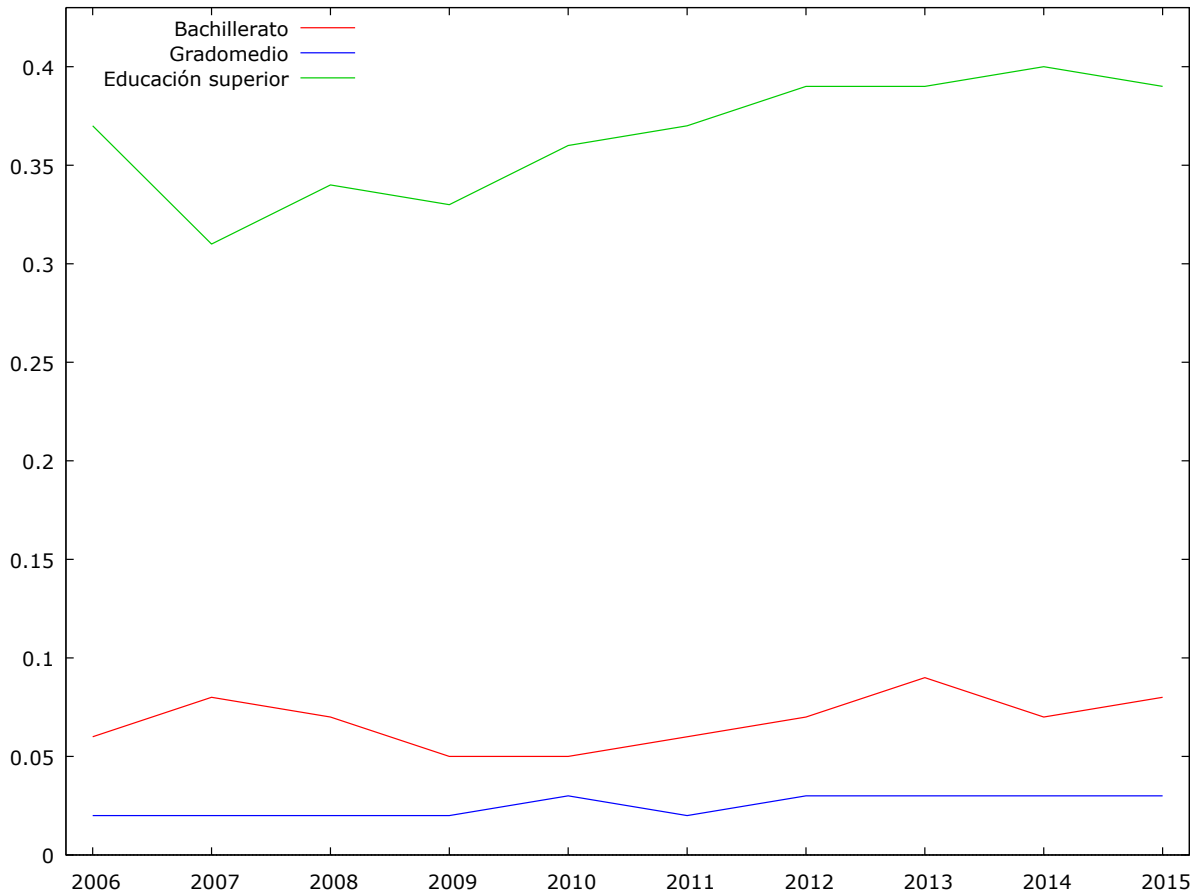


Figura 6. Gasto en educación postobligatoria de los hogares (porcentaje sobre el total del gasto, precios 2006). Fuente: elaboración propia a partir de los datos del INE.

Por lo tanto, podemos decir que, para los valores entre el 2006 y 2015, el gasto en educación postobligatoria oscila entre el 0.60% y 0.75% del gasto total. Concretamente en el gasto en la educación superior destaca un notable descenso desde el 2006 al 2007 que afecta a la serie total.

3. Evolución de los stocks de capital y de la formación bruta de capital fijo

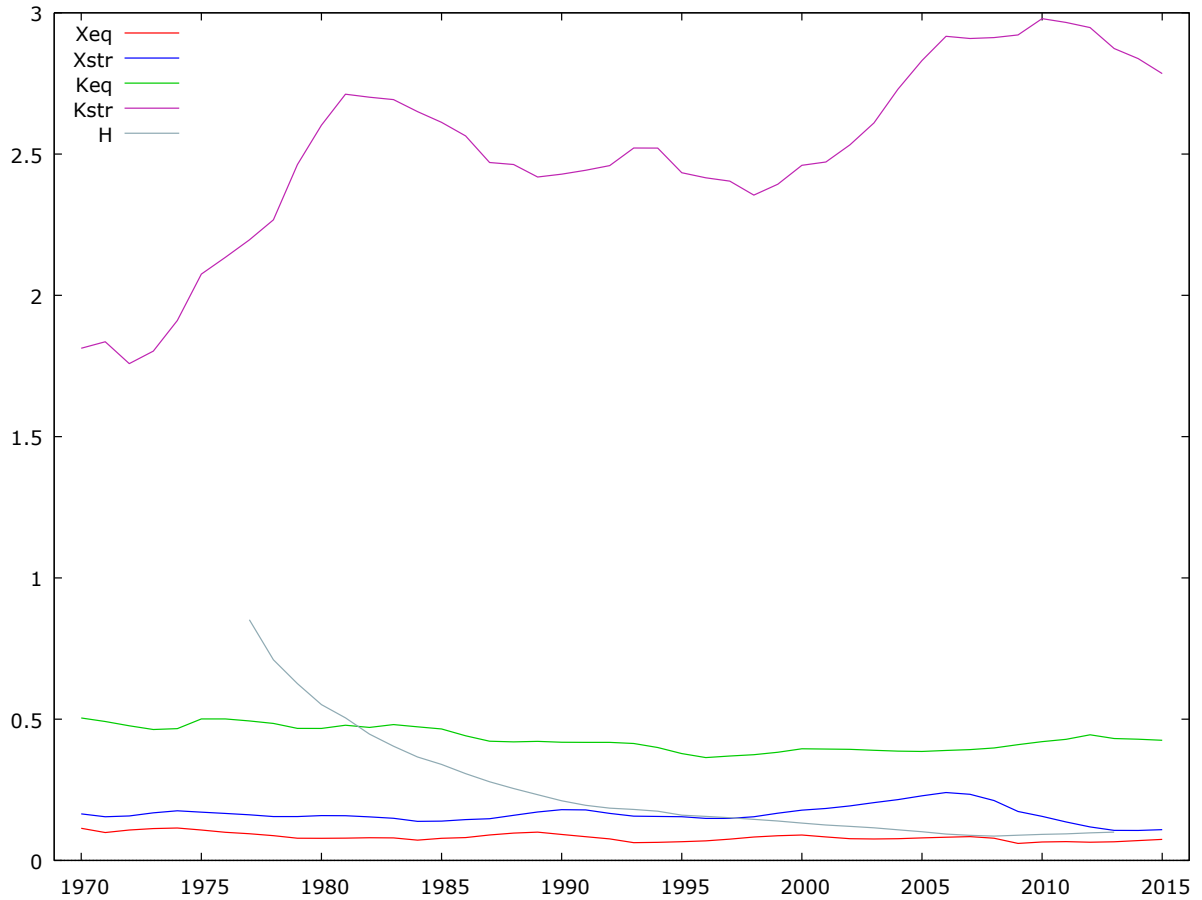


Figura 7. Evolución de los stocks de capital y de su formación de capital bruta para España. En términos corrientes y en términos relativos respecto al VAB. Fuente: elaboración propia a partir de datos de EU KLEMS y IVIE.

4. Simulación del modelo en Dynare

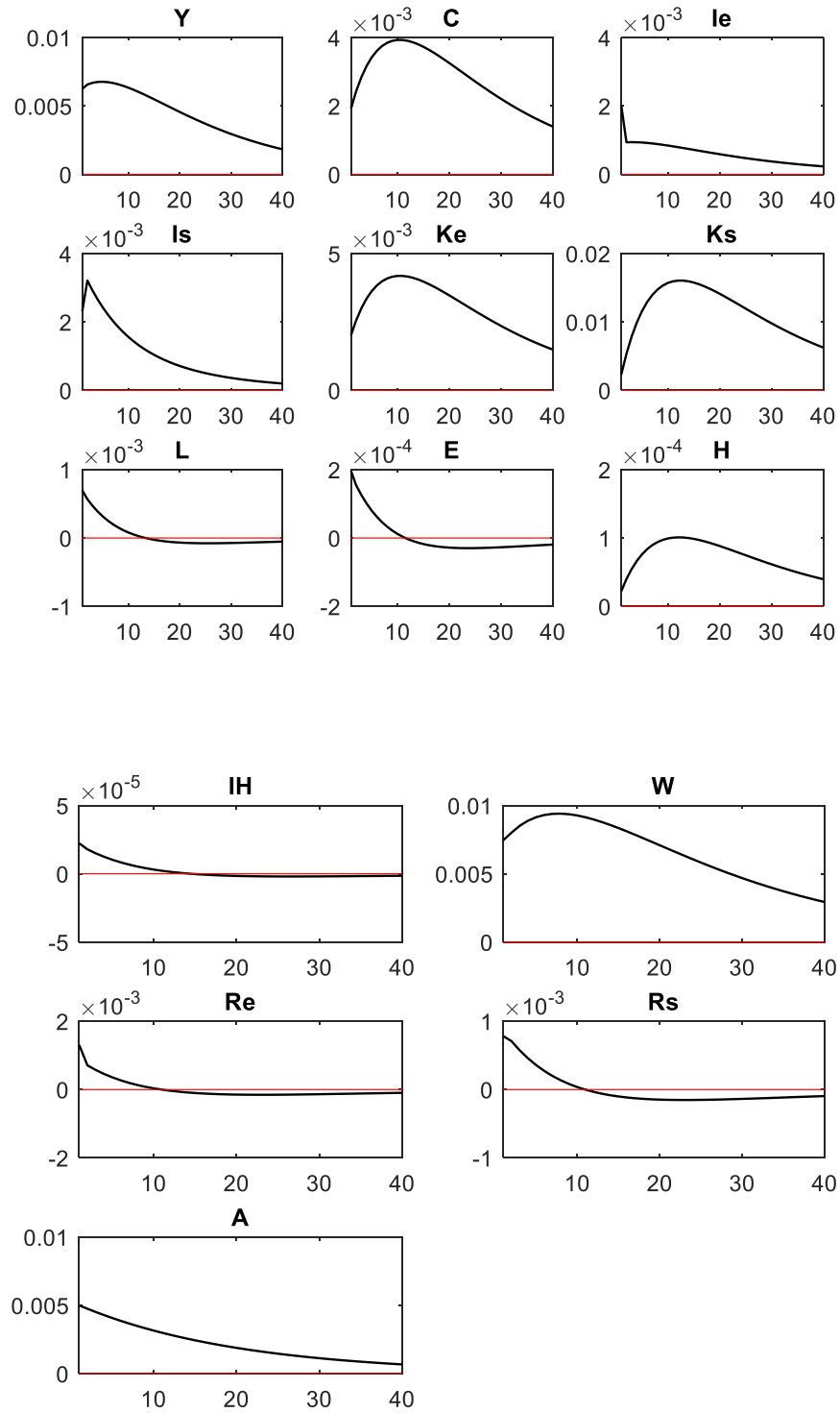


Figura 8. Simulación del modelo según shocks de A y para el valor de H_1 . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.

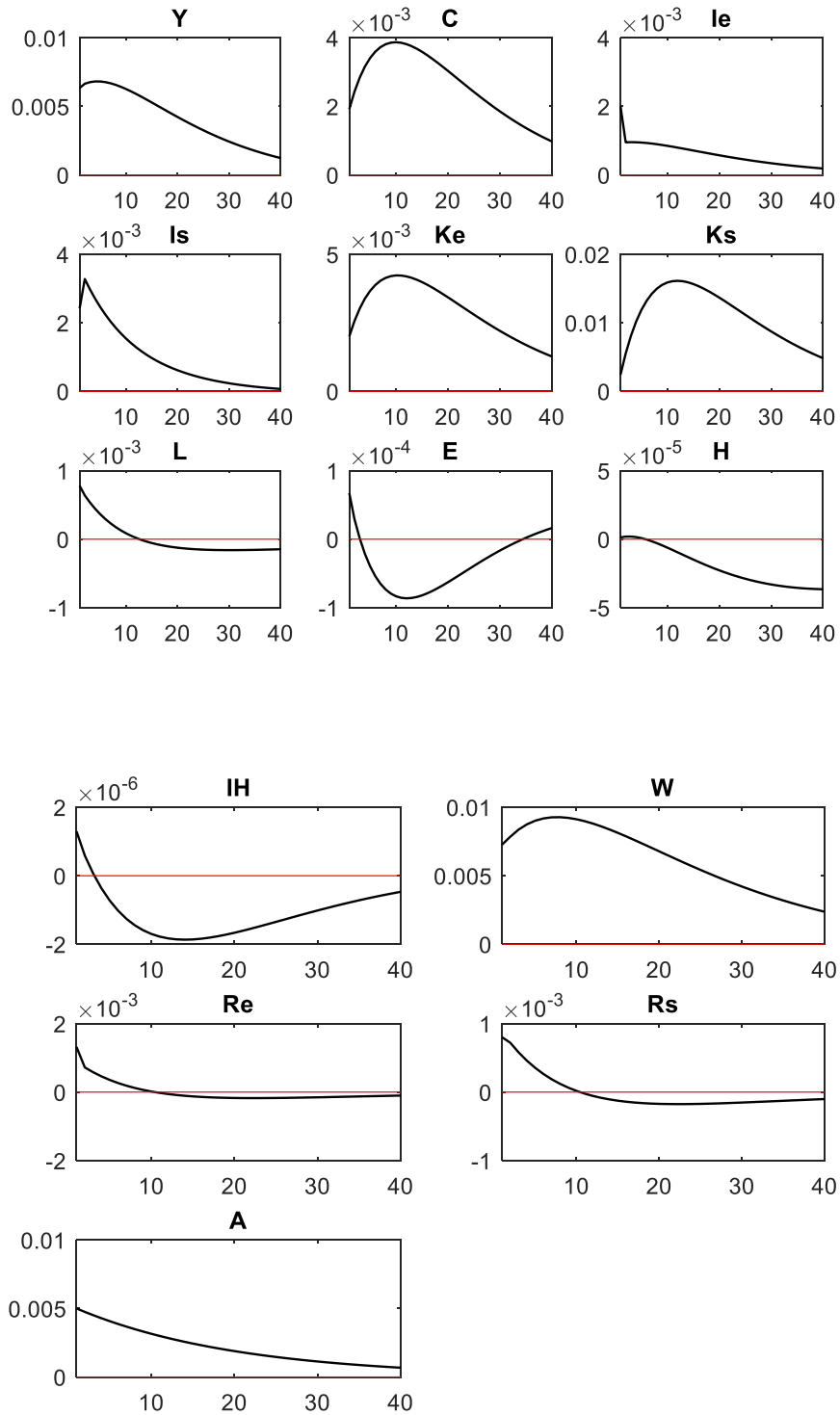


Figura 9. Simulación del modelo según shocks de A y para el valor de H_2 . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.

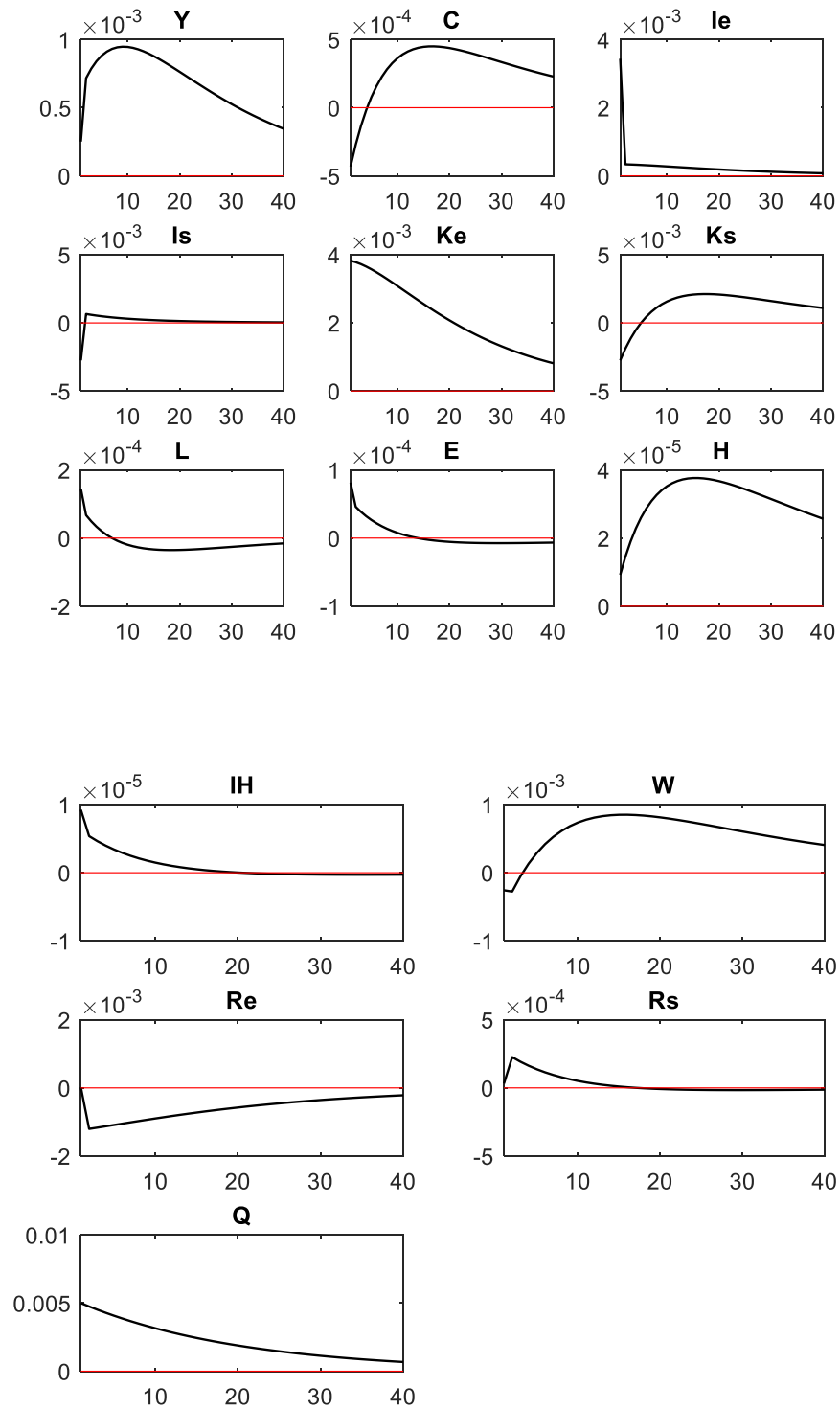


Figura 10. Simulación del modelo según shocks de Q y para el valor de H_1 . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.

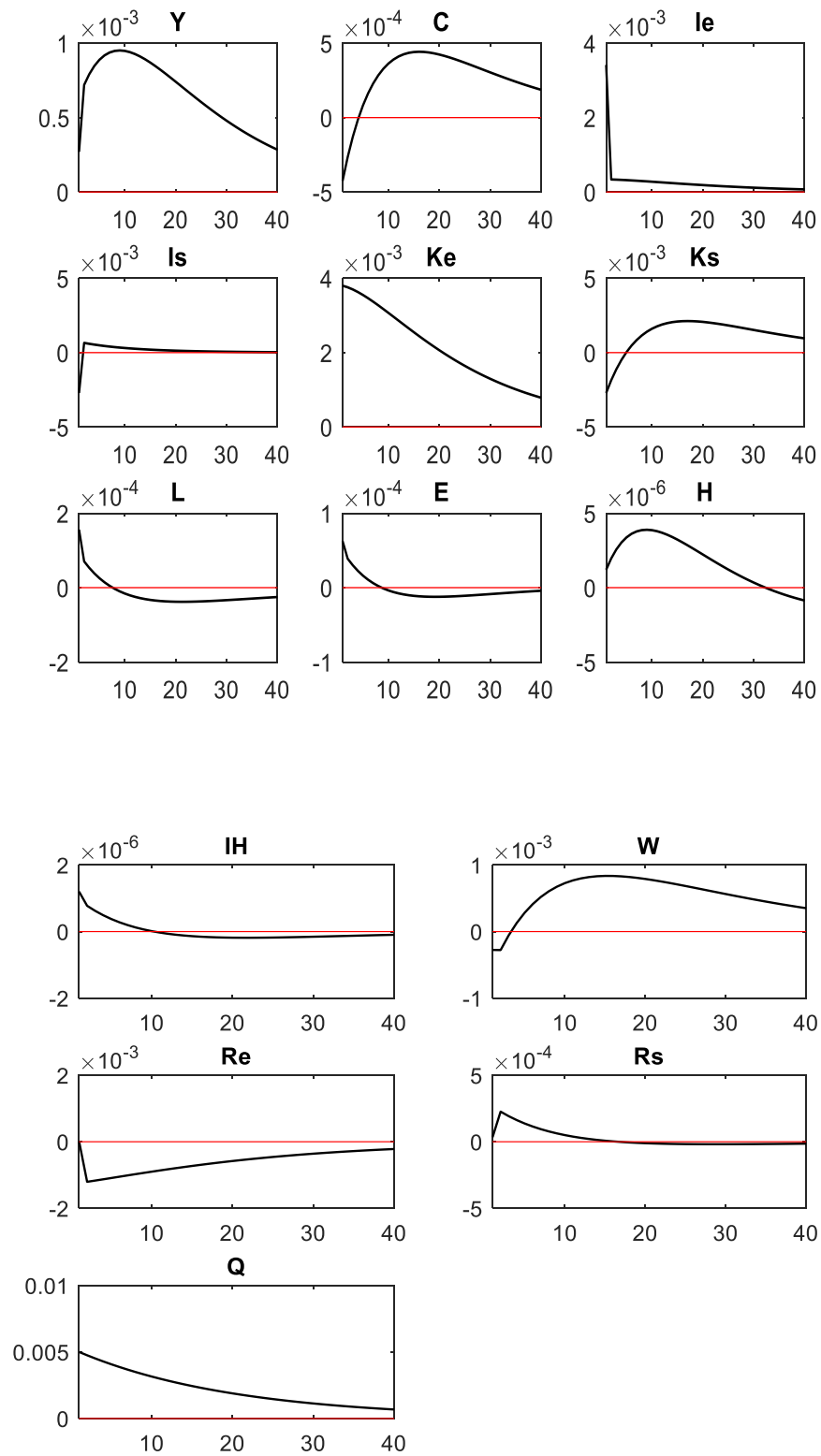


Figura 11. Simulación del modelo según shocks de Q y para el valor de H_2 . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.

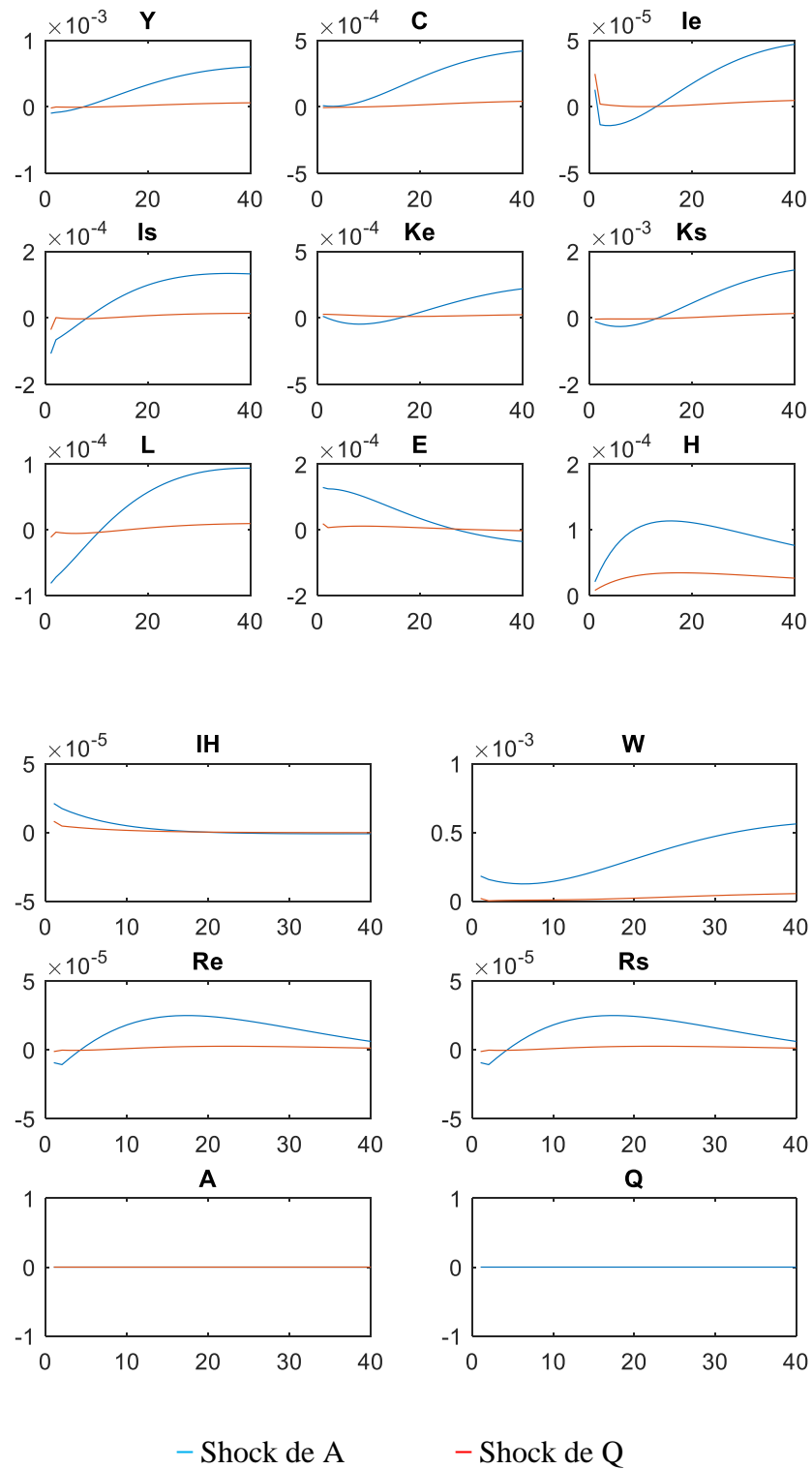


Figura 12. Diferencia de las respuestas de la simulación del modelo para el valor de H_1 respecto a la de H_2 , según shocks de A y Q . Fuente: elaboración propia a partir de la simulación.