

El sistema de pensiones y las proyecciones de población: una evaluación cuantitativa

Juan A. Rojas
Universidad Carlos III de Madrid

22 de noviembre de 1999

Resumen

En este trabajo utilizamos un modelo con un gran número de generaciones solapadas para evaluar el efecto del envejecimiento sobre la viabilidad del sistema de pensiones en España. Este análisis se realiza en diversas economías artificiales que sólo se diferencian entre sí en el grado de sustituibilidad de los trabajadores con distintos niveles de experiencia laboral. Los resultados muestran que existen diferencias cuantitativas importantes entre ambas economías respecto al ajuste necesario en el impuesto de la seguridad social para mantener equilibrado el sistema de pensiones en los próximos 50 años. Estas diferencias son debidas al distinto comportamiento de las ganancias laborales antes de la jubilación y a la evolución del ratio capital-trabajo, indicando que la no consideración de la interacción entre la estructura por edades de la población y los salarios por edades puede provocar errores importantes a la hora de formular políticas encaminadas a la reforma del sistema de pensiones.

Palabras clave: cambio demográfico, sistema de pensiones.

Clasificación JEL: J11, H3.

Abstract

In this paper we use a large overlapping generations model to assess the effect of aging on the sustainability of the pension system in Spain. We perform this analysis in several model economies that differ only in the degree of substitution of labor across different age groups. It is found that in sharp contrast to the standard literature that assumes perfect substitutability in the production function, there are important quantitative differences concerning the change in the tax rate needed to keep balanced the pension system over the next 50 years. These differences are driven by the different behavior of the labor earnings before retirement and the evolution of the capital-labor ratio, indicating that abstracting from cohort size effects may lead to important quantitative errors when evaluating the alternative policies aimed at assuring the sustainability of the social security system.

Key words: Demographic Change, Pension Systems.

JEL Classification: J11, H3.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es el estudio de la interacción entre el progresivo envejecimiento de la población en España y la viabilidad financiera del sistema de seguridad social. Aunque este tema ha recibido un interés creciente por parte de los investigadores, la mayoría de los estudios existentes han supuesto que no existe ninguna relación entre la composición por edades de la población y los ingresos labores de los individuos a lo largo del

El autor desea agradecer los comentarios recibidos de Michele Boldrin y los participantes del Macroeconomics Workshop de la Universidad Carlos III de Madrid.

ciclo vital. En este artículo se pretende responder a la siguiente cuestión: ¿Existen diferencias cuantitativas entre los modelos de generaciones solapadas usuales y los modelos que tienen en cuenta esta interacción adicional? En este trabajo se estudia este tema utilizando un modelo de generaciones solapadas calibrado para la economía española y las proyecciones de población para esta economía que son tomadas del U.S. Census Bureau, International Data Base. A continuación se analiza cuál es el ajuste necesario en el impuesto de la seguridad social para mantener el equilibrio presupuestario del sistema en diversas economías artificiales que sólo se diferencian en el grado de sustituibilidad de la oferta de trabajo de los individuos con distintos niveles de experiencia en el mercado de trabajo.

Hasta la fecha han aparecido muchos trabajos que han analizado diversos aspectos de los sistemas de seguridad social, esencialmente motivados por el envejecimiento de la generación del *baby-boom*. En España el término de generación del *baby-boom* se suele utilizar para designar a aquellos individuos que nacieron entre 1960 y 1978. Durante este período el número medio de hijos por mujer estaba alrededor de 2,8. Sin embargo, desde 1950 a 1959 el número medio de hijos fue de 2,5, y desde 1980 a 1995 estas tasas han llegado a valores en torno a 1,5. Esta tendencia está motivando un interés creciente sobre el futuro del sistema de pensiones como consecuencia del progresivo envejecimiento de la población. Por ejemplo, el ratio entre el porcentaje de la población con edad mayor que 65 y el porcentaje de la población entre los 15 y los 64 años se estima que aumente desde 0,230 en 1995 a 0,339 y 0,531 en el 2035 y 2045 respectivamente.

Este proceso de envejecimiento de la población ha dado lugar a un debate sobre diversos aspectos de los actuales sistemas de pensiones. En este sentido las investigaciones actuales han estudiado aspectos tan dispares como la optimalidad de los sistemas de pensiones (Imrohoroglu *et al.* 1995), el diseño de políticas factibles encaminadas a la privatización de los sistemas (Huang *et al.* 1997) y la búsqueda de algunas medidas que mantengan en funcionamiento el actual sistema de pensiones pero que lo hagan viable en el largo plazo (De Nardi *et al.* 1999 y Montero 1999 para la economía española).

Una de las características de estos trabajos es que la sustituibilidad en el proceso de producción de los trabajadores con distintos niveles de experiencia es perfecta. En otras palabras, que el aumento de la oferta relativa de trabajadores con un número elevado de años de experiencia laboral asociado al envejecimiento de la generación del *baby-boom* no provoca cambios en las ganancias relativas de estos trabajadores en comparación con los trabajadores más jóvenes. Esta característica contrasta con numerosos estudios empíricos para la economía americana (Freeman, 1979, Welch, 1979, y Berger, 1985) que han encontrado que la distribución por edades de los ingresos laborales está significativamente influenciada por la composición por edades de la fuerza laboral. En palabras de Freeman (1979), "apparently because younger and older male workers are imperfect substitutes in production, changes in the number of young male workers relative to older male workers substantially influence the ratio of the earnings of younger men to the earnings of older men". En este sentido, las implicaciones potenciales de este tipo de efectos pueden ser importantes debido al hecho de que, por ejemplo en España, las pensiones son calculadas aplicando un porcentaje sobre la media de los salarios percibidos en los años previos a la jubilación.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, solamente en el caso de que ambos tipos de modelos produzcan predicciones cuantitativamente similares, la consideración de esta evidencia empírica puede ser descartada a nivel teórico cuando se analiza el efecto del envejecimiento

de la población sobre el sistema de pensiones. Por esta razón, en este artículo se analizan los efectos del cambio demográfico sobre el sistema de pensiones en dos economías artificiales que sólo se diferencian entre sí en la elasticidad de sustitución de la oferta de trabajo con distintos niveles de experiencia laboral. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias cuantitativas importantes entre ambas economías. Por ejemplo, encontramos que si el sistema de pensiones permanece inalterado, el gasto en pensiones como porcentaje del PIB aumentará desde 10,7% en 1995 hasta 24,6% en el 2040 en la economía con sustituibilidad perfecta, mientras que en la economía con sustituibilidad imperfecta este porcentaje sería un 19,4% en 2040. Esta diferencia está motivada principalmente por la reducción de los salarios de los trabajadores más viejos debido al aumento de la oferta relativa de estos trabajadores asociada al envejecimiento de la generación del *baby-boom*, indicando que la no consideración de la sustitución imperfecta entre trabajadores con distintos niveles de experiencia puede producir estimaciones que sean erróneas desde el punto de vista cuantitativo.

El resto del artículo se ha estructurado como sigue. En la sección 2 se presenta el modelo teórico. En la sección 3 presentamos la calibración del modelo. En la sección 4 se estudian los resultados obtenidos y en la 5 realizamos el análisis de sensibilidad. Finalmente en la última sección se presentan las conclusiones.

2. El modelo

La economía está habitada por individuos que viven un número I de períodos. Cuando los individuos llegan a la edad I_A comienzan a tomar decisiones. Cada agente tiene a su disposición 1 unidad de tiempo que puede utilizar para trabajo u ocio, hasta que se retira a la edad I_R .

2.1. Aspectos demográficos

Cada individuo se reproduce de acuerdo con una tasa de fertilidad por edad $b_{i,t}$ hasta el final del período reproductor en I_C . La probabilidad de supervivencia entre la edad i y la edad $i + 1$ en el momento t es $s_{i,t}$. Por lo tanto la probabilidad no condicionada de alcanzar la edad i de un individuo que en el período t tiene una edad v es:

$$\pi_{v,t}^i = \prod_{j=v+1}^i s_{j-1,t+j-v-1} \quad [1]$$

donde $\pi_{v,t}^v = 1$. La proporción de individuos de una edad determinada i sobre el total de la población viene representada por $\mu_{i,t}$. Por lo tanto la proporción de individuos en el primer año de vida del período $t + 1$ es:

$$\mu_{1,t+1} = \frac{1}{1+n_t} \sum_{i=I_A}^{I_C} b_{i,t} \mu_{i,t} \quad [2]$$

$$\mu_{i+1,t+1} = \frac{s_{i,t} \mu_{i,t}}{1+n_t} \quad [3]$$

y donde la tasa bruta de crecimiento de la población es:

$$1 + n_t = \sum_{i=I_A}^{I_C} b_{i,t} \mu_{i,t} + \sum_{i=1}^{I-1} s_{i,t} \mu_{i,t} \quad [4]$$

2.2. Preferencias

En cada período los individuos maximizan su utilidad. En concreto el problema de un individuo que en t tiene una edad de $i = v$ ($I_A \leq v$) es elegir entre consumo y ocio $l_{i,t} = 1 - h_{i,t}$ tal que:

$$\text{Max} \sum_{i=v}^I \beta^{i-v} \pi_{v,t}^i U(c_{i,t+i-v}, h_{i,t+i-v}) \quad [5]$$

sujeto a la restricción presupuestaria de cada período:

$$a_{i+1,t+1} s_{i,t} = (1 + r_t(1 - \tau)) a_{i,t} + y_{i,t} - c_{i,t} \quad [6]$$

$$0 \leq a_{i+1,t+1}, a_{1,t} = 0, a_{I+1,t} = 0 \quad [7]$$

El parámetro de descuento es β y suponemos que es el mismo para todos los individuos. Los agentes no pueden pedir prestado pero acumulan riqueza a lo largo del ciclo vital para suavizar las trayectorias de consumo. r_t es el tipo de interés neto de depreciación, $a_{i+1,t+1}$ es la riqueza de un individuo en el período siguiente, $y_{i,t}$ es su renta laboral después de impuestos y transferencias y τ es un impuesto sobre la renta de carácter proporcional. Nótese que en la formulación de la restricción presupuestaria hemos supuesto la existencia de unos contratos que los individuos con edades iguales firman con el fin de repartir la riqueza que han acumulado en el caso de fallecimiento prematuro. La única razón para incorporar este tipo de contratos es evitar la cuestión de que hacer con la riqueza de aquellos individuos que mueren.

Por otra parte, e_i es el parámetro de eficiencia, $\tau_{ss,t}$ el impuesto de la seguridad social, y $d_{i,t}$ la pensión que es cero si el individuo no se ha retirado todavía. Finalmente, $\omega_{i,t}$ son los salarios de mercado que dependen de la edad para permitir la incorporación del supuesto de sustitución imperfecta. Por lo tanto la renta laboral de un individuo es:

$$y_{i,t} = \omega_{i,t} e_i h_{i,t} (1 - \tau - \tau_{ss,t}) + d_{i,t} \quad [8]$$

2.3. La tecnología

La tecnología viene representada por una función de producción con rendimientos constantes a escala que convierte capital K_t y trabajo N_t en producto. La tecnología A_t mejora de manera exógena a una tasa constante $A_{t+1} = (1 + \lambda)A_t$:

$$Y_t = F(K_t, A_t N_t) = K_t^\alpha (A_t N_t)^{1-\alpha} \quad [9]$$

con:

$$N_t = (\gamma L_t^{1-\rho} + (1-\gamma) H_t^{1-\rho})^{\frac{1}{1-\rho}} \quad [10]$$

donde L_t y H_t representa la cantidad de trabajo con menor y mayor experiencia laboral respectivamente. En este sentido los individuos empiezan a trabajar a la edad I_A como trabajadores poco experimentados. Al llegar a la edad I_E estos individuos llevan en el mercado de trabajo $I_E - I_A$ años lo que les permite comenzar a trabajar como trabajadores experimentados hasta la edad de la jubilación I_R . Por otra parte la elección de la forma funcional CES ha estado guiada por el hecho de que posee una única elasticidad de sustitución ($1/\rho$) y además es lo bastante flexible como para incorporar los dos casos que pretendemos estudiar. Nótese que cuando $\rho = 0$ los factores son sustitutos perfectos y cuando $\rho > 0$ son sustitutos imperfectos. Finalmente las empresas contratan capital y trabajo tomando como dados los salarios y el tipo de interés para maximizar:

$$f(K_t, A_t N_t) - (r_t + \delta) K_t - \omega_{l,t} L_t - \omega_{h,t} H_t \quad [11]$$

donde δ es la tasa de depreciación.

2.4. El gobierno

En esta economía existe un gobierno que impone un impuesto para la seguridad social sobre las rentas del trabajo $\tau_{ss,t}$ con el objetivo de financiar la pensión de cada jubilado $d_{i,t}$. Suponemos que el sistema de seguridad social debe estar equilibrado en cada período, es decir:

$$\sum_{i=I_A}^{I_R-1} \mu_{i,t} \omega_{i,t} h_{i,t} e_i \tau_{ss,t} = \sum_{i=I_R}^I \mu_{i,t} d_{i,t} \quad [12]$$

donde las pensiones son calculadas aplicando un porcentaje a una media de los salarios antes de la jubilación hasta un nivel máximo que viene fijado también por el gobierno. Teniendo en cuenta estas consideraciones la pensión a la edad I_R viene dada por:

$$d_{I_R,t} = \min \left(P_{max}, \frac{rep}{1+\lambda} \omega_{av} \right) \quad [13]$$

donde λ , rep , ω_{av} and P_{max} representan el crecimiento de la productividad, la tasa de sustitución legal, alguna media de los salarios pasados y el nivel de pensión máxima respectivamente. Desde la edad $I_R + 1$ hasta I la pensión viene normalizada por el crecimiento de la productividad debido al hecho de que las pensiones nuevas son más cuantiosas que las viejas, es decir:

$$d_{i,t} = \frac{d_{i-1,t}}{1+\lambda} \quad [14]$$

Por otra parte, el gobierno también recauda unos ingresos derivados de las rentas de trabajo y capital con el objetivo de financiar una cantidad G_t de gasto público per cápita tal que:

$$\sum_{i=IA}^I \mu_{i,t} (r_t a_{i,t} + \omega_{i,t} h_{i,t} e_i) \tau = G_t \quad [15]$$

2.5. El equilibrio

En esta economía un *Equilibrio Competitivo* es una secuencia de cantidades $c_{i,t}$, $h_{i,t}$, $a_{i,t}$, $\mu_{i,t}$, $d_{i,t}$, L_t , N_t , K_t , precios $\omega_{l,t}$, $\omega_{h,t}$, r_t e impuestos de la seguridad social tal que, en cada t se cumple:

1) Las empresas maximizan sus beneficios igualando salarios y el tipo de interés a sus respectivas productividades marginales:

$$\omega_{l,t} = F_L(K_t, L_t, K_t) \quad [16]$$

$$\omega_{h,t} = F_H(K_t, L_t, K_t) \quad [17]$$

$$r_t = F_K(K_t, L_t, K_t) - \delta \quad [18]$$

2) Los individuos maximizan su utilidad [5] sujeto a las restricciones [6] y [7] tomando como dados los salarios, el tipo de interés, las tasas impositivas, las probabilidades de supervivencia y las tasas de fertilidad por edades.

3) La estructura de la población $\{\mu_{i,t}\}$ es generada por las ecuaciones [1], [2] y [3] dada una estructura inicial por edades $\mu_{i,0}$.

4) Las condiciones de vaciado de mercado para el trabajo y el capital se cumplen:

$$K_t = \sum_{i=IA}^I \mu_{i,t} a_{i,t} \quad [19]$$

$$H_t = \sum_{i=IE}^{IR-1} \mu_{i,t} e_{i,t} h_{i,t} \quad [20]$$

$$L_t = \sum_{i=IA}^{IE-1} \mu_{i,t} e_{i,t} h_{i,t} \quad [21]$$

donde I_E representa la edad a partir de la cual un individuo comienza a trabajar como experimentado¹.

¹ Esta forma de agregar el factor trabajo supone implícitamente que los individuos aunque poseen distintos niveles de experiencia todos tienen el mismo nivel educativo.

5) Finalmente, el presupuesto del gobierno está equilibrado en cada período. Bajo estas condiciones el mercado de bienes se vacía cada período:

$$F(K_t, L_t, H_t) + (1 - \delta)K_t = K_{t+1} + G_t + \sum_i \mu_{i,t} c_{i,t} \quad [22]$$

3. Calibración

3.1. Parámetros demográficos

En esta economía los individuos alcanzan la edad adulta a los 20 años y viven hasta los 85. Cada período del modelo corresponde a 5 años. El estado estacionario inicial viene caracterizado por la estructura por edades de la economía española en 1995. Por lo tanto esta estructura por edades no es estacionaria. El procedimiento seguido para propagar la estructura poblacional a partir de este momento utiliza la dinámica caracterizada por las ecuaciones [2], [3] y [4], para lo cual necesitamos obtener estimaciones de las probabilidades de muerte y las tasas de fertilidad por edades desde 1995 hasta 2050. Estas han sido obtenidas del U.S. Census Bureau, International Data Base. Estas estimaciones suponen que en España la expectativa de vida al nacer aumentará de 77,2 años en 1995 hasta 82,7 años en el 2050. Por otra parte, se espera que la tasa de fertilidad total por mujer aumente ligeramente desde 1,17 en 1995 hasta 1,27 en el 2000 para luego volver a caer hasta 1,25 en el 2050². A partir de esta fecha mantenemos constantes estas tasas de fertilidad y supervivencia por edades a los niveles del 2050 y dejamos que la población se ajuste hasta que llegue a ser estacionaria.

3.2. Preferencias

- La función de utilidad es del tipo CRRA:

$$u(c, l) = \frac{(c^\theta l^{1-\theta})^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

- Los parámetros σ y θ han sido elegidos de tal manera que los individuos dediquen alrededor de 0,34 de su tiempo al trabajo y que la elasticidad de sustitución intertemporal sea consistente con los estudios presentados en Auerbach and Kotlikoff (1987). Los valores que satisfacen estas restricciones son $\sigma = 2$ y $\theta = 0,33$. La elasticidad de sustitución en este caso sería 0,75.

- Para el parámetro de descuento utilizamos el valor estimado por Hurd (1989) que tiene en cuenta la probabilidad de muerte, $\beta = 1.011$. Nótese que el parámetro de descuent-

² En este sentido es importante resaltar el hecho de que aunque las tablas de mortalidad del U.S. Census Bureau coinciden con las estimaciones del INE, no ocurre lo mismo con las estimaciones de las tasas de fertilidad. Así, las estimaciones del INE suponen que el número medio de hijos por mujer aumenta desde 1,25 en el 2000 hasta 1,7 en el 2020.

to efectivo que utilizan los individuos es β corregido por la probabilidad de supervivencia de tal manera que éste es menor que uno.

3.3. El gobierno

- El sistema de seguridad social consiste en un procedimiento para calcular las pensiones. En este sentido cuando un individuo se retira tiene derecho a una pensión que es igual al 100% de las ganancias laborales medias de los últimos 8 años anteriores a la jubilación. Por otra parte existe una pensión máxima equivalente a aproximadamente 1,5 veces el salario medio en la economía. El impuesto de la seguridad social es generado endógenamente para financiar el gasto en pensiones asociado a esta legislación.

- La tasa impositiva que grava las rentas del trabajo y del capital es elegido de tal manera que genere un ratio gasto público sobre el PIB de $G/PIB=12,8\%$ que es el valor medio desde 1970 a 1994³. La tasa impositiva que satisface esta restricción es $\tau = 17,1\%$.

3.4. Unidades de eficiencia y tecnología

3.4.1. Unidades de eficiencia

TABLA 1

SALARIOS POR HORA (PTAS.) Y HORAS TRABAJADAS A LA SEMANA EN 1994

Edad	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64
Salarios	635,0	848,2	1055,9	1202,0	1216,3	1286,7	1170,0	1153,98	1052,1
Horas	42,87	44,47	43,21	43,06	43,14	43,57	43,08	42,59	41,82

FUENTE: EUROPEAN HOUSEHOLD PANE (1994).

La productividad específica por edades es construida utilizando el *Panel de Hogares de la Unión Europea* usando los datos de salarios por hora de los trabajadores mayores de 19 años. Los parámetros de eficiencia han sido calculados dividiendo cada salario por la media muestral y a continuación hemos ajustado a esos datos un polinomio de grado 2 con la intención de suavizar los datos.

3.4.2. Parámetros tecnológicos

- La participación de las rentas del trabajo en la función de producción es $\alpha = 0,65$ siguiendo el estudio de Puch y Licandro (1995). La elección de la forma Cobb-Douglas

³ En este sentido hemos supuesto que el ratio G/PIB no cambia a lo largo del tiempo con la intención de centrarnos exclusivamente en la evolución del sistema de pensiones, aunque somos conscientes de la fuerte tendencia al alza que este ratio es probable que tenga en los próximos 50 años.

implica que esta participación es constante. Aunque este supuesto es estándar, no es consistente con los datos empíricos para la economía española desde 1970 hasta 1995.

- El crecimiento exógeno de la productividad ha sido elegido igual al crecimiento medio del consumo per-cápita desde 1960 a 1995, $\lambda = 1,5\%$. Este valor del crecimiento de la eficiencia del factor trabajo es consistente con las estimaciones de Puch y Licandro (1997).

- La tasa anual de depreciación del capital ha sido elegido de tal manera que el porcentaje de la Inversión sobre el PIB en el modelo es $24,8\%$ que es la media de este ratio en el período 1970-1994. El parámetro que satisface esta condición es $\delta = 7,9\%$.

A continuación es necesario tomar una decisión con respecto a la agregación del trabajo por edades en grupos de experiencia. En este sentido los estudios empíricos han utilizado la función CES y la forma translogarítmica. En este artículo se ha utilizado la forma CES porque aunque posee sólo una elasticidad de sustitución, reduce considerablemente la complejidad del análisis de sensibilidad en términos de esa elasticidad de sustitución.

Una decisión adicional tiene que ser tomada con respecto a cuantos grupos de experiencia se consideran. Nuestro enfoque es dividir la población total en dos grupos de experiencia (como lo hace la literatura empírica, por ejemplo Freeman (1979) y Stapleton *et al.* (1984)). El primer grupo está formado por aquellos individuos con un mínimo de 25 años de experiencia laboral y el segundo engloba al resto de individuos. Dadas estas consideraciones:

$$N_t = (\gamma L_t^{1-\rho} + (1-\gamma)H_t^{1-\rho})^{\frac{1}{1-\rho}} \quad [23]$$

donde L_t y H_t es la oferta de trabajo en unidades de eficiencia de los trabajadores con menos o más de 25 años de experiencia respectivamente.

El procedimiento general para fijar el valor de la elasticidad de sustitución ρ y la participación de los salarios por grupos de experiencia γ es el siguiente. En primer lugar fijamos el valor de ρ y a continuación elegimos γ de tal manera que el ratio entre las ganancias salariales de los trabajadores con más experiencia y con menor experiencia laboral reproduzca el valor que toma este ratio en los datos, i.e. 1,17. Es importante resaltar el hecho de que la definición de salarios por hora en los datos se corresponde con el producto entre el salario en unidades de eficiencia y el parámetro específico por edad de la productividad de cada individuo e_i . Por lo tanto, como por construcción el ratio entre las unidades de eficiencia ya satisface esta condición, el parámetro γ es elegido tal que $\frac{\omega_h}{\omega_l} = 1$.

3.4.3. Sustituibilidad perfecta

El primer caso que consideramos es el de sustituibilidad perfecta, $\rho = 0$. Como el salario relativo es:

$$\frac{\omega_h}{\omega_l} = \frac{\gamma}{1-\gamma} \left(\frac{H}{L} \right)^{-\rho}$$

entonces cuando $\rho = 0$, $\frac{\omega_h}{\omega_l} = 1$ si y sólo $\gamma = 0,5$.

3.4.4. Sustituibilidad imperfecta

Welch (1979) entre otros, ha estudiado la existencia de sustitución imperfecta entre trabajadores con distintos niveles de experiencia laboral. Él realizó este estudio diferenciando entre trabajadores con distinto nivel educativo. La elasticidad de sustitución que más se ajusta a mi trabajo es la calculada para los individuos con 8-11 años de educación porque en 1994 el adulto medio en la economía española tenía 9,8 años de educación.

Las estimaciones de Welch para la economía americana implicaban que desde 1967 a 1975 las ganancias salariales de aquellos individuos que estaban en sus primeros 5 años en el mercado de trabajo en relación a las ganancias de aquellos trabajadores con 23-27 años de experiencia se habían reducido un 15%. Al mismo tiempo, durante el mismo período de tiempo el tamaño relativo del grupo de trabajadores con menos experiencia había aumentado un 10,23%, con lo que la elasticidad de sustitución estimada era 1.465. Este valor implica un valor de $\rho = 0,68$. Sin embargo, en el presente artículo el grupo con menor experiencia tiene una media de 12 años de experiencia laboral, con lo que es probable que el trabajador representativo de este grupo laboral sea más fácilmente sustituible por un trabajador más experimentado que en un modelo en el que el trabajador menos experimentado es más joven. Por esta razón se va a utilizar una elasticidad ligeramente superior, i.e. $\rho = 0,6$. Por último, el parámetro γ que cumple la condición $\frac{\omega_h}{\omega_l} = 1$, es $\gamma = 0,632$.

3.5. Métodos numéricos

El método numérico utilizado para resolver el modelo está basado en el trabajo de Auerbach y Kotlikoff (1987). Es importante resaltar el hecho de que como la economía considerada pasa por un período de transición antes de llegar a su estado estacionario y los agentes tienen en cuenta los precios futuros cuando toman sus decisiones, es necesario resolver simultáneamente el equilibrio en todos los períodos de la transición. Para resolver el modelo suponemos que el nuevo estado estacionario se alcanza en 90 períodos, habiendo comprobado que este estado se alcanza antes de esos 90 períodos. El algoritmo utilizado para resolver el modelo sigue los pasos siguientes:

A) Dadas unas condiciones iniciales K_1 , $\{a_{i,t}\}_{i=1}^I$ y la evolución de la estructura de la población $\{\mu_{i,t}\}_{i=1}^I$, se inicia el algoritmo suponiendo unos valores iniciales para el capital agregado $\{K_t\}_{t=2}^I$ y la distribución por edades del esfuerzo laboral $\{h_{i,t}\}_{i=1}^I$.

- Utilizando $\{h_{i,t}\}_{i=1}^I$ se calcula la oferta agregada de trabajo $\{L_t\}_{t=1}^I$ y $\{H_t\}_{t=1}^I$.
- Utilizando $\{K_t\}_{t=1}^I$, $\{L_t\}_{t=1}^I$, $\{H_t\}_{t=1}^I$ y las condiciones de las productividades marginales, se calcula la evolución de los tipos de interés $\{r_t\}_{t=1}^I$ y los salarios $\{\omega_{l,t}\}$ y $\{\omega_{h,t}\}$.
- Utilizando $\{h_{i,t}\}_{i=1}^I$, $\{\omega_{l,t}\}$ y $\{\omega_{h,t}\}$, se calculan las pensiones a las que tienen derecho los individuos $\{d_{i,t}\}_{i=1}^I$ y el impuesto de la seguridad social necesario para mantener el equilibrio del sistema en cada período $\{\tau_{ss,t}\}_{t=1}^I$.
- Utilizando $\{r_t\}$, los salarios, las transferencias y $\{h_{i,t}\}_{i=1}^I$, se calcula la distribución por edades de la riqueza $\{a_{i,t}\}_{i=2}^I \forall i$ que resuelve el problema del consumidor.

• Utilizando $\{a_{i,t}\}_{t=2}^{t=90} \forall i$ se calcula de nuevo el capital agregado $\{K_t\}_{t=2}^{t=90}$ agregando la riqueza individual por edades y para cada t ; y se utiliza la condición marginal intratemporal del consumidor para calcular una nueva distribución por edades del esfuerzo laboral $\{\{h_{i,t}\}_{i=I_A}^{I_{r-1}}\}_{t=1}^{t=90}$.

B) Si los nuevos valores de $\{K_t\}_{t=2}^{t=90}$ y $\{\{h_{i,t}\}_{i=I_A}^{I_{r-1}}\}_{t=1}^{t=90}$ coinciden con los valores del paso A) el algoritmo finaliza. Si no es así, se revisan los valores supuestos en A) y se vuelve a empezar.

4. Resultados

La economía artificial ha sido calibrada de tal manera que reproduzca algunos ratios de la economía española. Por lo tanto, por construcción, G/Y y I/Y coinciden en ambas economías. Sin embargo la economía artificial sobreestima el porcentaje del PIB gastado en pensiones que es 10,7%, mientras que en España fue de 9,2% en 1995. Una de las razones que podrían explicar esta divergencia es que en la economía artificial todos los individuos tienen el derecho a percibir un 100% de las ganancias salariales medias durante los 8 años previos al retiro. Sin embargo en la realidad los individuos experimentan períodos de desempleo y pueden retirarse antes de los 65 años con lo que el porcentaje utilizado para calcular la pensión es inferior.

TABLA 2

CARACTERÍSTICAS DE LAS ECONOMÍAS ARTIFICIALES (EN %)

	τ_{ss}	Pensiones/Y	K/Y	r	G/Y	I/Y
$\rho = 0$	16,5	10,7	3,1	3%	12,8	24,7
$\rho = 0,6$	16,4	10,7	3,1	3%	12,8	24,8

Antes de presentar los resultados principales, vamos a definir lo que en este artículo se entiende por generación del *baby-boom*. Vamos a utilizar el término de generación del *baby-boom* para designar a aquellos individuos que nacieron entre 1960 y 1978. Durante este período el número medio de hijos por mujer estaba alrededor de 2,8. Sin embargo, desde 1950 y 1959 el número medio de hijos fue de 2,5, y desde 1980 a 1995 estas tasas han llegado a valores en torno a 1,5. Esta tendencia está motivando un interés creciente sobre el futuro del sistema de pensiones como consecuencia del progresivo envejecimiento de la población. Por ejemplo, el ratio entre el porcentaje de la población con edad mayor que 65 y el porcentaje de la población entre los 15 y los 64 años se estima que aumente desde 0,230 en 1995 a 0,339 y 0,531 en el 2035 y 2045 respectivamente. Los efectos de este proceso de envejecimiento se presentan en primer lugar en una economía caracterizada por la sustitución perfecta del factor trabajo.

TABLA 3

EFECTOS DEL ENVEJECIMIENTO. SUSTITUIBILIDAD PERFECTA $\rho = 0$

Año	$\tau_{ss}(\%)$	K/L	Pensiones/PIB (%)
1995	16,5	0,48	10,7
2000	17,6	0,49	11,46
2005	17,2	0,49	11,24
2010	17,2	0,50	11,24
2015	18,0	0,51	11,74
2020	19,2	0,53	12,53
2025	22,3	0,56	14,54
2030	26,6	0,59	17,33
2035	31,7	0,61	20,66
2040	37,9	0,64	24,69
2045	42,7	0,64	27,78
2050	39,9	0,54	25,96

TABLA 4

EFECTOS DEL ENVEJECIMIENTO. SUSTITUIBILIDAD IMPERFECTA $\rho = 0,6$

Año	$\tau_{ss}(\%)$	K/L	Pensiones/PIB (%)
1995	16,5	0,48	10,7
2000	17,2	0,49	11,24
2005	16,7	0,50	10,88
2010	16,5	0,52	10,74
2015	16,9	0,55	10,99
2020	17,5	0,59	11,41
2025	19,6	0,63	12,80
2030	22,2	0,65	14,49
2035	25,3	0,66	16,51
2040	29,9	0,67	19,45
2045	34,5	0,68	22,47
2050	35,6	0,65	23,22

TABLA 5

VARIABLES LABORALES. SUSTITUIBILIDAD PERFECTA $\rho = 0$

Año	W_h/W_l	Horas 20-44	Horas 45-64	Horas Medias
1995	1	0,423	0,245	0,357
2000	1	0,406	0,245	0,349
2005	1	0,413	0,244	0,349
2010	1	0,421	0,246	0,348
2015	1	0,428	0,249	0,346
2020	1	0,437	0,252	0,343
2025	1	0,438	0,248	0,336
2030	1	0,434	0,235	0,326
2035	1	0,425	0,215	0,314
2040	1	0,406	0,190	0,296
2045	1	0,386	0,173	0,282
2050	1	0,401	0,200	0,301

4.0.1. Sustituibilidad perfecta

En el contexto demográfico mencionado, si el sistema de pensiones permanece inalterado, el envejecimiento de la población tendrá como consecuencia un incremento de la tasa impositiva del sistema. Este proceso viene compensado por el hecho de que a medida que la generación del *baby-boom* envejece el factor trabajo se hace relativamente más escaso y por lo tanto el ratio capital-trabajo aumenta (Tabla 4). A medida que el ratio capital-trabajo crece los salarios aumentan y como los nuevos salarios son mayores que los antiguos, el gasto en pensiones es más fácilmente financiable. El efecto global sería un incremento del impuesto de la seguridad social desde un 16,5% en 1995 hasta un 37,98% en el 2040. De manera similar, el gasto en pensiones como porcentaje del PIB aumentaría desde un 10,7% en 1995 hasta un 17,3% y 24,6% en el 2030 y 2040 respectivamente. Por otra parte, el fuerte incremento de la tasa impositiva reduciría en un 17% el número medio de horas trabajadas (Tabla 5).

4.0.2. Sustituibilidad imperfecta

La diferencia esencial entre esta economía artificial en comparación con la anterior, es que en este caso los cambios en la estructura por edades de la población provocan cambios en la distribución por edades de las ganancias laborales. Como paso previo al estudio de esta economía, primeramente se describe la evolución de la oferta relativa de trabajo con distintos niveles de experiencia laboral.

El primer hecho a destacar es que la generación del *baby-boom* se encuentra en el tramo de edad 15-34 en 1995 y por lo tanto la mayoría de los individuos de esta generación se encuentra trabajando como trabajadores poco experimentados. En 2010 algunos de los

miembros de esta generación (aquellos nacidos en 1960) comienzan a trabajar como experimentados y algunos miembros de la generación del *baby-bust* entran en el mercado laboral. Este proceso se traduce en una disminución de los salarios relativos de los trabajadores experimentados ya que los individuos que entran en la categoría de trabajador poco experimentado tienen un tamaño relativo menor que los individuos que dejan esta categoría profesional. Este proceso se produce hasta el 2025, año en el que todos los individuos de la generación del *baby-boom* están trabajando como experimentados. Finalmente a partir del 2030 la generación del *baby-boom* empieza a retirarse y los salarios relativos de los trabajadores con más de 25 años de experiencia comienzan a aumentar ligeramente (Tabla 6). En el 2045 toda la generación del *baby-boom* está retirada.

TABLA 6

VARIABLES LABORALES. SUSTITUIBILIDAD IMPERFECTA $\rho = 0,6$

Año	W_h / W_l	Horas 20-44	Horas 45-64	Horas medias
1995	1	0,423	0,245	0,358
2000	0,998	0,413	0,251	0,355
2005	0,959	0,418	0,250	0,354
2010	0,903	0,427	0,247	0,351
2015	0,845	0,437	0,241	0,347
2020	0,787	0,452	0,232	0,340
2025	0,751	0,461	0,220	0,331
2030	0,759	0,460	0,211	0,325
2035	0,796	0,451	0,206	0,322
2040	0,835	0,434	0,198	0,314
2045	0,867	0,412	0,194	0,305
2050	0,845	0,411	0,192	0,301

Como veremos a continuación, la consideración de la dinámica de los salarios relativos afecta de manera importante a la evolución del gasto en pensiones. La cuantía de las pensiones es calculada aplicando un 100% a las ganancias salariales medias de los últimos 8 años antes del retiro. Ya hemos visto anteriormente que a medida que la generación del *baby-boom* empieza a trabajar como individuos experimentados los salarios de esta categoría profesional comienzan a disminuir como respuesta al aumento de la oferta relativa de este tipo de trabajadores. En la medida en que este proceso empieza a producirse desde el 2000, la caída en los salarios relativos afecta también a aquellos individuos que aun sin pertenecer a la generación del *baby-boom* están en los años previos al retiro. Esta es una de las razones principales de que el gasto en pensiones como porcentaje del PIB aumente de una manera más moderada en comparación con la economía estándar en los primeros períodos de la transición. A medida que toda la generación del *baby-boom* se encuentra en el tramo de edad 45-64, los salarios relativos caen hasta alcanzar un mínimo en el año 2025 en torno a un valor de 0,75. Recuérdese que en 1995 este salario relativo era igual a 1. A partir del 2030 esta generación empieza a retirarse, pero el gasto en pensiones aumenta de manera

más moderada ya que los salarios que ha tenido esta generación en el período anterior al retiro han sido más bajos en comparación con la economía con sustituibilidad perfecta. Este proceso se puede observar en la Tabla 7 donde se han calculado el ratio de los salarios por edades en las dos economías consideradas. Este mecanismo se ve reforzado por el hecho de que estos individuos han reducido el número de horas trabajadas en respuesta al menor salario de mercado.

Otra de las características de esta economía es que el ratio capital-trabajo aumenta de manera más pronunciada. El factor determinante de este resultado es el comportamiento de los salarios relativos. Como se ha explicado anteriormente a medida que la generación del *baby-boom* experimenta una caída en las ganancias laborales antes del retiro, las pensiones a las que tienen derecho los individuos de esta generación son relativamente menores. Por lo tanto estos individuos tienden a ahorrar más a lo largo de su vida laboral para poder financiar el consumo de la jubilación. Por otra parte este mayor ratio capital-trabajo está asociado a una mayor productividad marginal del trabajo y por lo tanto la renta laboral susceptible de ser gravada es mayor y esto hace que aumenten los ingresos de la seguridad social para cada tasa impositiva. En concreto, se puede observar en la Tabla 7 que aunque los salarios de los trabajadores más experimentados cae por debajo de los salarios correspondientes a la economía estándar, los salarios medios son más altos en la economía con sustituibilidad imperfecta, debido a que el ratio capital-trabajo es mayor.

TABLA 7
COMPARACIÓN ENTRE ECONOMÍAS

Año	W_h^c / W^s	W_l^c / W^s	W_{medio}^c / W^s
1995	1	1	1
2000	1,055	1,056	1,056
2005	1,035	1,079	1,062
2010	1,002	1,109	1,064
2015	0,966	1,143	1,062
2020	0,930	1,180	1,053
2025	0,905	1,205	1,043
2030	0,906	1,193	1,037
2035	0,926	1,162	1,037
2040	0,950	1,137	1,042
2045	0,980	1,130	1,057
2050	1,008	1,193	1,101

W^c : Salarios en la economía con sustitución imperfecta.

W^s : Salarios en la economía con sustitución perfecta.

El aumento relativo de los ingresos del sistema de pensiones se ve reforzado a su vez por la disminución menos pronunciada del número medio de horas trabajadas en la economía con sustituibilidad imperfecta desde 2030 al 2050 (Tablas 5 y 6). En general, el número medio de horas trabajadas disminuye como consecuencia del aumento de las dis-

torsiones asociadas al creciente impuesto de la seguridad social. De hecho disminuye desde 1995 hasta el 2045 y luego aumenta ligeramente pero con la particularidad de que lo hace de manera más importante en la economía estándar. También es posible observar que el comportamiento del número medio de horas trabajadas es muy parecido al número de horas trabajadas por aquellos individuos con edad entre 45-64. Esto es así porque en el contexto de un progresivo envejecimiento de la población la importancia de este grupo de edad sobre el total de población es mayor. En las Tablas 6 y 7 se muestran estas variables. Se puede observar que aunque en ambas economías el número medio de horas trabajadas disminuye, en la economía estándar la caída es más pronunciada. Las razones principales de este comportamiento son las siguientes. En primer lugar, ya hemos señalado antes que como la subida de la tasa impositiva es menor en la economía con sustituibilidad imperfecta hay menos distorsiones y por lo tanto la oferta de trabajo individual es mayor en comparación con la economía estándar. En segundo lugar, desde 1995 hasta 2025 es posible observar que los salarios del grupo de edad 45-64 disminuyen y por lo tanto el número de horas trabajadas por este grupo de edad disminuye menos en la economía estándar. Sin embargo a partir del 2030 los individuos de la generación del *baby-boom* empiezan a retirarse y el salario de los trabajadores experimentados sube ligeramente. Esto a su vez provoca que aumente la oferta de trabajo de este grupo de edad empujando hacia arriba el número medio de horas trabajadas y por lo tanto los ingresos de la seguridad social.

Los resultados de este proceso es que, a diferencia de la economía estándar donde el impuesto de la seguridad social aumentaba de un 16,5% en 1995 hasta un 31,7% y un 42,7% en 2035 y 2045 respectivamente, en la economía con sustituibilidad imperfecta este impuesto alcanzaría unos valores más moderados de 25,3% y 34,5% en el 2035 y 2045. De manera similar, el gasto en pensiones como porcentaje del PIB (ver Tablas 3 y 4) aumentaría entre 3 y 5 puntos porcentuales menos en el 2030 y 2040, en la economía donde no existe sustituibilidad perfecta.

5. Análisis de sensibilidad

En esta sección analizamos hasta que punto, los resultados obtenidos son robustos ante cambios en los valores de la elasticidad de sustitución entre el trabajo con distintos niveles de experiencia. Este ejercicio es importante porque los mecanismos principales operan a través del cambio en los salarios relativos provocados por los cambios demográficos. En este sentido es de esperar que a medida que aumentamos la elasticidad de sustitución los salarios relativos respondan menos ante cambios en la estructura de la población. En la Tabla 8 se presentan los resultados principales de estas simulaciones. En primer lugar hemos considerado una elasticidad de sustitución elevada, $\rho = 0,35$ (con $\gamma = 0,578$) y hemos encontrado que entre el 2030 y el 2045 el impuesto de la seguridad social debería aumentar entre 4 y 5 puntos porcentuales menos que en el caso estándar. Por el contrario, si consideramos el caso de una elasticidad baja i.e. $\rho = 0,85$ (con $\gamma = 0,683$) encontramos que por ejemplo en el 2040 el impuesto de la seguridad social podría ser 10 puntos porcentuales menos que en el modelo estándar que no considera la interacción entre la estructura de la población y las ganancias laborales.

TABLA 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Año	$\rho = 0,35$		$\rho = 0,85$	
	τ_{ss} (%)	Pensiones/PIB (%)	τ_{ss} (%)	Pensiones/PIB (%)
1995	16,5	10,74	16,4	10,7
2000	17,4	11,35	16,73	10,87
2005	16,9	11,03	16,17	10,52
2010	16,8	10,92	16,04	10,44
2015	17,3	11,26	16,46	10,71
2020	18,1	11,83	17,07	11,10
2025	20,6	13,43	18,95	12,32
2030	23,8	15,49	21,13	13,74
2035	27,5	17,90	23,75	15,45
2040	32,4	21,14	27,90	18,16
2045	37,1	24,20	32,39	21,09
2050	37,4	24,40	34,00	22,14

6. Conclusiones

En este artículo hemos ampliado el modelo estándar con generaciones solapadas para tener en cuenta la interacción existente entre la estructura por edades de la población y las ganancias laborales por edades. Hemos encontrado que el efecto del envejecimiento sobre el sistema de pensiones depende de la elasticidad de sustitución del trabajo con distintos niveles de experiencia. Los resultados obtenidos sugieren que es crucial el tener alguna idea sobre ese grado de sustitución para poder evaluar los efectos del envejecimiento sobre el sistema de pensiones y sobre la economía en general. Y para que en última instancia esto sea así, necesitamos más estudios empíricos que nos ayuden a entender de que manera los cambios en la estructura por edades de la población pueden afectar al mercado de trabajo.

Referencias bibliográficas

- [1] AUERBACH y KOTLIKOFF (1987). *Dynamic Fiscal Policy*.
- [2] BERGER, M. (1985). «The Effect of Cohort Size on Earnings Growth: A Reexamination of the Evidence», *Journal of Political Economy*, 93, 561-73.
- [3] DE NARDI, IMROHOROGLU, S., y SARGENT, T. (1999). «Projected U.S. Demographics and Social Security», *Review of Economic Dynamics*, Issue 3.
- [4] FREEMAN, R. (1979). «The Effect of Demographic Factors on Age-Earnings Profiles», *Journal of Human Resources* 14, 289-318.
- [5] HUANG, IMROHOROGLU, S. y SARGENT, T. (1997). «Two Computations to Fund Social Security», *Macroeconomic Dynamics* Volume I, pp.7-44.

- [6] HURD, M.A. (1989). «Mortality Risks and Bequests», *Econometrica*, 57 (4), 779-813.
- [7] IMROHOROGLU, S., IMROHOROGLU y D. JONES (1995). «A Life Cycle Analysis of Social Security», *Economic Theory* 6, 83-114.
- [8] MONTERO, M., (1999). «Estructura demográfica y sistemas de pensiones. Un análisis de equilibrio general aplicado a la economía española», de próxima aparición en *Investigaciones Economicas*.
- [9] PUCH, L., LICANDRO, O.(1997). «Are There Any Special Features in the Spanish Business Cycle?», *Investigaciones Economicas*, vol XXI(2).
- [10] RIOS-RULL, J.V. (1994). «Population Changes and Capital Accumulation: The Aging of the Baby Boom». University of Pennsylvania.
- [11] STAPLETON, D.C., YOUNG, D.J. (1984). «The Effects of Demographic Change on the Distribution of Wages 1967-1990», *The Journal of Human Resources* XIX, 2.
- [12] WELCH, F. (1979). «Effects of Cohort Size on Earnings: The Baby Boom Babies Financial Bust», *Journal of Political Economy* 87, S65-97.