

Documento de Trabajo: N° 23/2018
Madrid, mayo de 2018

El cálculo adecuado de la esperanza de vida para la política previsional: el enfoque por periodos frente al enfoque por cohortes

Por Mercedes Ayuso, Jorge Bravo y Robert Holzmann



Informe PISA sobre Educación Financiera elaborado por



con el apoyo de BBVA

Documento número 23 – Documentos Mi Jubilación

El cálculo adecuado de la esperanza de vida para la política previsional: el enfoque por periodos frente al enfoque por cohortes – II Trimestre 2018

Mercedes Ayuso: Catedrática de Estadística Actuarial en la Universitat de Barcelona (Departamento de Econometría, Estadística y Economía española, Riskcenter-UB). Directora del Máster en Dirección de Entidades Aseguradoras y Financieras de la Universitat de Barcelona.

Jorge Miguel Bravo: Profesor de Economía en la Universidade de Évora, profesor invitado en la Universidade Nova de Lisboa - ISEGI y en la Université Paris-Dauphine (París IX), coordinador del ORBio - Observatorio del Riesgo Biométrico de la población asegurada de Portugal, Asociación Portuguesa de Aseguradoras.

Robert Holzmann: Profesor de Economía y Catedrático, Protección Financiera de la Tercera Edad, Universidad de Malasia (Kuala Lumpur); Presidente honorario, Centro de Excelencia en la Investigación del Envejecimiento de la Población, Universidad de Nueva Gales del Sur (Sídney); Investigador del IZA (Bonn) y del CESifo (Múnich) y miembro de la Academia Austríaca de Ciencias (Viena).

Las opiniones y conclusiones aquí expresadas no pueden atribuirse a ninguna institución con la que estemos asociados y todos los posibles errores son nuestra responsabilidad.

Vocales del Foro de Expertos del Instituto BBVA de Pensiones.

Palabras clave

Esperanza de vida, Tablas de Mortalidad, Longevidad, Pensiones públicas, Reformas de pensiones

Resumen

En muchas áreas de las políticas que se establecen resulta esencial el uso de las mejores estimaciones de esperanza de vida, si bien dichas estimaciones constituyen elementos vitales en lo que respecta a la política previsional, desde la edad de acceso indexada y el cálculo de las prestaciones iniciales hasta la sostenibilidad financiera de los sistemas de pensiones y el funcionamiento del mecanismo de equilibrio. En este documento se presentan las diferencias conceptuales entre las tablas por periodo estático y las tablas de mortalidad por cohortes dinámicas, se estiman las diferencias en las esperanzas de vida entre ambas tablas utilizando datos de Portugal y España, y se comparan los datos oficiales correspondientes a las estimaciones de esperanza de vida de Australia, el Reino Unido y los Estados Unidos en los años 1981, 2010 y 2060. Esta comparación revela la existencia de grandes diferencias entre la esperanza de vida por periodos o por cohortes, así como la existencia de marcadas diferencias entre diferentes países y años. La utilización de cálculos de esperanza de vida por periodos en lugar de hacerlo por cohortes crea un subsidio implícito para particulares del 30 por ciento o más, lo que potencialmente puede implicar duras consecuencias en lo que respecta a la sostenibilidad financiera del sistema de pensiones. En el presente estudio se exploran estas y otras repercusiones para la política de previsión, al tiempo que se sugieren los pasos a dar.

Índice

Sección 1. Motivación, enfoque y estructura:	4
Sección 2. Enfoque centrado en periodos en lugar de cohortes en lo que respecta al cálculo adecuado de la esperanza de vida	6
Sección 2.1. Explicación de la diferencia	6
Sección 2.2. Estimación de la diferencia	8
Sección 2.3. Resultados para España y Portugal	10
Sección 3. Enfoque centrado en periodos en lugar de cohortes en lo que respecta al cálculo adecuado de la esperanza de vida: resultados internacionales	13
Sección 4. Repercusiones en lo que respecta a la política de previsión	19
Sección 4.1. Importancia de la diferencia	20
Sección 4.2. El mecanismo de equilibrio en los sistemas DB y sistemas DC.	21
Sección 4.3. Agregar consideraciones sobre la heterogeneidad a los problemas de estimación media de la longevidad	23
Sección 4.4. Medidas sobre la esperanza de vida en recientes reformas de las pensiones	24
Sección 5. Conclusión y próximos pasos	26
Sección 6. Referencias	28

1. Motivación, enfoque y estructura

En lo que respecta a muchas áreas de las políticas públicas resulta importante conocer y aplicar la mejor estimación de esperanza de vida de las personas, pero dicha estimación adquiere un carácter vital en lo que concierne a la política de previsión, tanto en el sector público como en el sector privado. Los responsables políticos y los gestores del sector privado necesitan conocer con un alto grado de fiabilidad el promedio de años que se espera que vivan los recién nacidos y cómo cambiará dicha estimación en las próximas décadas. En lo que respecta a la política de pensiones, las mejores estimaciones de la esperanza de vida restante en el momento de la jubilación resultan cruciales para determinar la prestación inicial o para valorar los productos que aportan ingresos durante la jubilación. Debido a la disminución a largo plazo que se produce en las tasas de mortalidad en edades específicas -el reverso de las estimaciones de esperanza de vida-, el aumento a largo plazo de la esperanza de vida está cada vez más vinculado al derecho público y los contratos del sector privado (por ejemplo, vinculando las condiciones de admisibilidad, las prestaciones iniciales o la edad de jubilación a la esperanza de vida estimada); a su vez, las estimaciones correctas tienen una importancia fundamental en lo que respecta al establecimiento de la sostenibilidad financiera de los sistemas del sector público y privado, así como en lo que concierne al desarrollo de nuevos productos para la jubilación.

A la hora de estimar la esperanza de vida se utilizan dos enfoques principales: uno se fundamenta en las tablas de vida por periodos y el otro, en las tablas de vida por cohortes. El enfoque por periodos es más simple, ya que utiliza la información sobre mortalidad en todas las franjas de edad para un periodo reciente (por ej., una media de tres años) para estimar las tasas de mortalidad y, a partir de ese punto, estimar la esperanza de vida a una edad específica. Este enfoque ignora las mejoras pasadas y las posibles mejoras futuras -por ej., la tendencia en la reducción de las tasas de mortalidad y el consecuente aumento de la esperanza de vida. El enfoque por cohortes incorpora la mejora en la mortalidad esperada única con respecto a cada cohorte de nacimientos específica, estimando el desarrollo esperado en las tasas de mortalidad y en las esperanzas de vida para cada cohorte de nacimientos por género. Este enfoque es mucho más ambicioso y depende de un número de

suposiciones mucho más elevado. Por esta razón, la mayor parte de los países se abstienen de ofrecer tablas de cohortes oficiales. Pero en lo que respecta a la mayor parte de los países del mundo, también las tablas por periodos oficiales producidas a nivel nacional y con un carácter fiable constituyen la excepción antes que la regla. Habitualmente, los países de renta baja y muchos países emergentes suelen confiar en las estimaciones de las Naciones Unidas (ONU) que se basan en tablas por periodos. En lo que respecta a las proyecciones, aplican un sólido enfoque de tipo cohorte ajustado a datos que suelen ser de baja calidad¹. Por lo tanto, las diferencias entre las supuestas esperanzas de vida de la cohorte que se conjeturan mayores y más fiables y sus estimaciones por periodos menores y sesgadas, normalmente resultan desconocidas.

El presente artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta la diferencia conceptual que existe entre las tablas de mortalidad por periodos y por cohortes; los fundamentos analíticos de las tablas por cohortes, incluyendo una breve panorámica de los distintos métodos de estimación utilizados; y las estimaciones de los autores de las tablas de vida por periodos y por cohortes y la esperanza de vida al nacer suponiendo una edad de jubilación de 65 años para Portugal y España. En la sección 3 se amplía la comparación internacional respecto a las estimaciones oficiales tanto para la esperanza de vida por periodos como por cohortes para un pasado distante, para el periodo actual y para los próximos años en Australia, el Reino Unido (RU) y los Estados Unidos (EE.UU.). Esta comparación revela la existencia de grandes diferencias entre las estimaciones de la esperanza de vida por periodos y por cohortes, así como en y entre países y en

¹ Véase Naciones Unidas (2017), donde se encuentra una presentación de la metodología utilizada en sus proyecciones demográficas más recientes (2017) para el año 2100, incluyendo los patrones del método de disminución de la mortalidad (PMD). Esta última es una versión dinámica de la tabla por periodos o un enfoque por cohortes simplificado. Un documento técnico complementario elaborado por Gu, Pelletier y Sawyer (2017) compara el rendimiento del método PMD y las tres variantes del método Lee-Carter (MLC) modificado según se han aplicado a las tasas de fallecimiento específicas respecto a la edad o al sexo (mx) desde 1950-1955 hasta 2010-2015 y según se han utilizado para proyectar mx desde 2015-2020 hasta 2095-2100 para 155 países. Independientemente de sus variantes, el método MLC habitualmente funcionó bien para aquellos países que contaban con datos de buena calidad, mientras que el método PMD funcionó mejor para países con datos de menor calidad. Su estudio sugiere que el método MLC produce resultados menos estables para tasas de fallecimiento específicas según la edad y el sexo para aquellos países que cuentan con datos de calidad relativamente baja.

distintos años que asciende a una tasa de subsidio en lo que respecta a las prestaciones del 30 por ciento y aún más si se escoge la estimación más baja inadecuada. En la sección 4 se analizan las principales repercusiones de estas diferencias: ¿cuál es el alcance de las diferencias en términos económicos entre las personas? ¿Qué significa esto en relación con la sostenibilidad financiera de los sistemas públicos de pensiones y su mecanismo de equilibrio? ¿Cómo se añaden estas diferencias a la heterogeneidad observada de la longevidad en las consideraciones sobre la vida según el periodo? ¿Cómo afecta esto a las recientes reformas del sistema de pensiones que vinculan la esperanza de vida a los parámetros del sistema? En la sección 5 se resumen los resultados y las repercusiones, al tiempo que se propone una forma sencilla de afrontar el futuro.

2. Enfoque centrado en periodos en lugar de cohortes en lo que respecta al cálculo adecuado de la esperanza de vida

Esta sección explica la diferencia entre la esperanza de vida por periodos y por cohortes, al tiempo que destaca la importancia que tiene utilizar la medida de la longevidad apropiada en un contexto en que las mejoras pasadas sobre la mortalidad se proyecten para continuar en el futuro. Se revisan brevemente los principales métodos utilizados en la práctica por los actuarios y los demógrafos para prever las futuras tasas de mortalidad. Finalmente, se ilustra el uso de estos métodos mediante el cálculo de las esperanzas de vida por periodos y por cohortes utilizando datos de Portugal y de España.

2.1. Explicación de la diferencia en las medidas sobre la esperanza de vida

La esperanza de vida es el cálculo estadístico más común del tiempo de vida restante medio que se espera que viva una persona, dada su edad actual, su año de nacimiento, su sexo y otros factores demográficos y socioeconómicos, incluyendo la educación, su nivel de ingresos y su trabajo (Ayuso, Bravo y Holzmann 2017a). La esperanza de vida constituye un elemento crítico a la hora de evaluar una serie de políticas públicas, incluyendo el sistema de pensiones y el sistema de atención sanitaria. Para calcular la esperanza de vida, el procedimiento habitual implica la creación de una tabla de vida ordinaria, una herramienta estadística tabular que resume las experiencias de supervivencia y de mortalidad de una población y genera una comprensión adicional acerca de las perspectivas de longevidad. En el pasado, se utilizaron métodos analíticos y leyes de mortalidad (por ej., De Moivre, Gompertz, Makeham, Weibull, logística) para calcular las estimaciones de esperanza de vida (Bravo 2007).

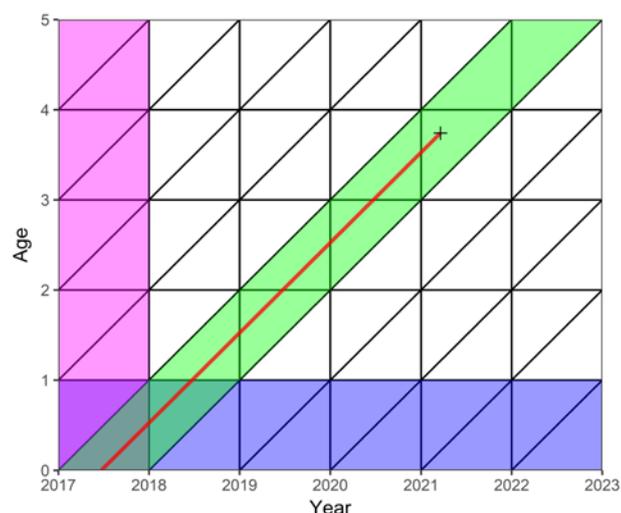
Existen muchos tipos distintos de tablas de vida. Sin embargo, el presente documento se centra en la diferencia que existe entre las tablas por periodos y por cohortes, ya que representan los dos marcos de trabajo principales mediante los cuales puede analizarse la mortalidad. Las tablas de vida por periodos representan los riesgos de mortalidad experimentados por distintas cohortes de una población entera durante un periodo de tiempo individual y relativamente corto que, habitualmente, no supera los tres años. Las expectativas de vida por periodos correspondientes suponen que las tasas de mortalidad observadas en un momento dado se aplican en la totalidad del resto de la vida de una persona, es decir, olvidan cualquier cambio esperado futuro en las perspectivas de longevidad de la población. Las expectativas de vida por periodos resultan útiles si se desea comparar las tendencias en mortalidad por género, en el tiempo, por factores de riesgo socioeconómicos, dentro de las regiones de un país o con otros países, pero no representan realmente las perspectivas de longevidad de las personas nacidas en un determinado año.

Las tablas de vida por cohortes o generación representan la mortalidad experimentada por una cohorte de personas nacidas durante un periodo de tiempo relativamente corto (habitualmente, un año) a lo largo de toda su vida. Requieren que las probabilidades de fallecimiento específicas de cada edad se calculen utilizando solo los datos de mortalidad de la cohorte. Aunque las tablas de vida por cohortes basadas enteramente en la mortalidad observada resultan bastante raras en la práctica, puesto que requieren datos de calidad coherentes correspondientes a un periodo superior a un siglo, las tablas de vida por cohortes basadas en una combinación de mortalidad pasada y futura esperada para la cohorte son más comunes,

particularmente en la práctica actuarial y en los ejercicios de proyección de la población. Contrariamente a los indicadores de esperanza de vida por periodos, los cálculos de esperanza de vida por cohortes toman en cuenta las mejoras en longevidad observadas y proyectadas para la cohorte a lo largo del tiempo de vida restante y, por tanto, se considera que constituyen un cálculo más apropiado de las perspectivas de longevidad futura de una persona. El cálculo de la esperanza de vida por cohortes requiere proyectar las tasas de mortalidad futuras utilizando modelos de mortalidad estocásticos introduciendo, de esta manera, incertidumbre (riesgos de modelo y de parámetro) en relación con la validez de las suposiciones utilizadas para proyectar tendencias demográficas futuras.

Una forma visual simple de comprender las diferencias entre el periodo entre los cálculos de esperanza de vida por periodos y por cohortes consiste en utilizar un diagrama Lexis tradicional (Figura 2.1).

Figura 2.1: diagrama Lexis



Fuente: preparación de los autores.

Este diagrama bidimensional se utiliza habitualmente para representar eventos (por ej., fallecimientos) relacionados con personas que pertenecen a generaciones distintas. Con frecuencia, la edad se representa en el eje vertical y el tiempo calendario en el eje horizontal. Cada evento demográfico corresponde a un punto cuyas coordenadas son el tiempo en el que ocurrió y la edad de la persona en cuestión. Los puntos correspondientes a eventos demográficos se contabilizan en triángulos que representan la clasificación doble por edad y por año de nacimiento. Las diagonales delimitan una línea de vida de la persona en un diagrama Lexis. La línea de vida es una línea recta que comienza en el momento del nacimiento de la persona en el punto respectivo en el eje horizontal y finaliza con el fallecimiento de dicha persona (si ocurre).

Supongamos que el diagrama Lexis que aparece más arriba representa las tasas de mortalidad para una población dada. Para calcular la esperanza de vida de un periodo en el momento del nacimiento de un recién nacido en 2017, se utilizarían las tasas de mortalidad para 2017 correspondientes a las edades de 0, 1, 2 y 3 años y así sucesivamente, hasta la edad superior alcanzable en la tabla de vida, que habitualmente se sitúa en torno a los 120 años (columna magenta vertical). En otras palabras, en el cálculo de la esperanza de vida por periodos para un recién nacido en 2017, se supone que dicho niño tendrá a lo largo de su vida las mismas probabilidades de fallecimiento que su madre, su abuela y su bisabuela tuvieron en 2017, un escenario extremadamente improbable dada la dinámica de mortalidad observada en los países desarrollados a lo largo de las últimas décadas. En el transcurso de los últimos dos siglos, la frontera de la esperanza de vida de los países desarrollados experimentó un aumento lineal persistente en la esperanza de vida por periodos calculada (Oeppen y Vaupel 2002). Las tendencias pasadas aportan abrumadoras pruebas que sugieren que se espera que el descenso en las tasas de mortalidad persista en el futuro, logrando que las expectativas de vida por periodos resulten confusas a la hora de evaluar los desarrollos en longevidad, infravalorando sistemáticamente el tiempo de vida restante de las personas.

Para calcular la esperanza de vida por cohortes para un recién nacido en 2017, se utilizarían las tasas de mortalidad correspondientes a 0 en 2017, a la edad de 1 año en 2018, a la edad de 2 años en 2019 y así sucesivamente, siguiendo la banda diagonal verde en la Figura 2.1. Las mejoras en mortalidad futuras se incorporan en el cálculo para reflejar mejor las expectativas reales en lo que respecta a la longevidad para dicha persona. Como resultado de todo ello, la esperanza de vida por periodos coincidiría con la esperanza de vida por cohortes solo si no se produce un cambio en las tasas de mortalidad específicas de cada edad a lo largo del tiempo. En un escenario en el que se espera que la mortalidad disminuya (o aumente) a lo largo del tiempo, la esperanza de vida por cohortes siempre será superior (o inferior) a la esperanza de vida por periodos. Finalmente, el diagrama Lexis puede utilizarse para destacar (en azul) los perfiles de mortalidad particulares de una edad dada (la edad de 0 años en este ejemplo) a lo largo del tiempo.

2.2. La estimación de la diferencia en los cálculos sobre la esperanza de vida

El cálculo de la esperanza de vida por periodos y por cohortes depende de la previsión de las tasas de mortalidad específicas para cada edad. En los últimos años, se ha prestado una considerable atención a los métodos empleados para estimar la mortalidad. La mayor parte de este trabajo surgió a partir del modelo fundacional propuesto por Lee y Carter (1992). Este modelo supone que la fuerza de la mortalidad tiene una estructura log-bilineal combinando parámetros de edad y de periodo, que posteriormente representan una tendencia temporal común general en mortalidad que debe modelarse utilizando métodos de series temporales para producir proyecciones de mortalidad y generar tablas de vida prospectivas. El modelo Lee-Carter (LC) produjo la aparición de numerosas variantes y extensiones. Lee y Miller (2001), Booth, Maindonald y Smith (2002), y Brouhns et al. (2002a,b) desarrollaron enfoques de estimación alternativos

para aportar propiedades estadísticas más sólidas (técnicas de estimación de configuración de regresión Poisson y probabilidad máxima (ML) y para mejorar la bondad de ajuste del modelo y el rendimiento de la previsión.

Renshaw y Haberman (2006) generalizan el modelo LC incluyendo los efectos de cohorte dentro de modelos lineales generalizados (GLM) con estructuras de error Poisson. Currie (2006) desarrolla una versión simplificada del modelo Renshaw-Haberman con efectos independientes por edad, periodo y cohorte. Hyndman y Ullah (2007) proponen una versión particular del modelo LC denominado modelo demográfico funcional (FDM), extendiendo el enfoque original por componentes principales mediante la adopción de un paradigma de datos funcional. Currie et al. (2004) desarrollan el enfoque de splines con penalizaciones (P-spline), un proceso de ajuste penalizado utilizando splines básicas.

Cairns, Blake y Dowd (CBD) (2006) suponen que el logit de la probabilidad de fallecimiento a un año es una función lineal de la edad y consideran los parámetros de interceptación y pendiente a lo largo de los años como procesos estocásticos. Cairns et al. (2009) investigan tres extensiones al modelo CBD original mediante la incorporación de combinaciones de plazo de edad cuadrático y un plazo de efecto de cohorte. Plat (2009) combina los modelos LC y CBD para generar un modelo que produzca estimaciones de mortalidad apropiadas para todos los rangos de edad y que resulte coherente con los efectos de cohorte.

Hunt y Blake (2014) presentan un procedimiento general para construir modelos de mortalidad que mejoren la bondad de ajuste del modelo con medida y pongan de manifiesto un significado demográfico. Los autores describen una estructura de modelo de edad-periodo-cohorte que abarca la mayor parte de los modelos de mortalidad estocásticos previos. Currie (2016) muestra que muchos modelos de mortalidad pueden expresarse en términos de GLM o bien en términos de modelos no lineales generalizados (GNLM). Existe una serie de artículos en los que se desarrolla una modelización de mortalidad multipoblación (por ej., Li y Lee 2005;

Cairns et al. 2011; Dowd et al. 2011; Jarner y Kryger 2011; Zhu, Tan y Wang 2017). Otros se centran en la modelización de la mortalidad por causa del fallecimiento (por ej., Hanewald 2011; Gourieroux y Lu 2015). Otros enfoques extrapolativos utilizan modelización bayesiana, GLM y enfoques estado-espacio. En Bravo (2007), Booth y Tickle (2008), y Blake et al. (2017), cabe encontrar una revisión a fondo de los métodos de previsión de la mortalidad. Un enfoque de estimación más reciente y prometedor toma en cuenta la disminución acelerada en las tasas de mortalidad en los países industrializados, particularmente en edades avanzadas (Palmer, Alho, y Zhao de Gosson de Varennes 2018). Sus evaluaciones ex-post y ex-ante efectuadas con respecto a 2.600 datos de cohortes de nacimientos pertenecientes a ocho países sugiere una infravaloración considerable y en aumento de la esperanza de vida por cohortes utilizando los métodos existentes.

No obstante, para ilustrar el uso de los modelos de previsión de la mortalidad para el cálculo de la esperanza de vida por periodos y por cohortes, las dinámicas de las tasas de mortalidad se modelizan aquí utilizando el modelo LC log-bilineal bajo una configuración Poisson (Brouhns et al. 2002a; Renshaw y Haberman 2003). Este modelo asume que:

$$D_{x,t} \sim \text{Poisson}(\mu_{x,t} E_{x,t}) \quad \text{with} \quad \mu_{x,t} = \exp(\alpha_x + \beta_x \kappa_t) \quad (1)$$

donde $D_{x,t}$ es el número de fallecimientos registrados en la edad x durante el año t , a partir de aquellos que han estado expuestos al riesgo $E_{x,t}$;

$\mu_{x,t}$ denota la fuerza observada de la mortalidad a la edad x durante el año t ; α_x denota la forma general del calendario de mortalidad; β_x representa los patrones específicos de la edad en relación con

el cambio de la mortalidad; y κ_t representa la tendencia temporal. Adicionalmente, las estimaciones de los parámetros deben estar limitadas por:

$$\sum_{t=t_{\min}}^{t=t_{\max}} \kappa_t = 0 \quad \text{and} \quad \sum_{x=x_{\min}}^{x=x_{\max}} \beta_x = 1 \quad (2)$$

Para pronosticar las tasas de mortalidad, el modelo LC se calibra primeramente para las poblaciones globales de Portugal y España, utilizando datos de 1980 a 2015 y para edades comprendidas entre 0 y 95 años. Los datos sobre los fallecimientos y las exposiciones se obtienen a partir de la base de datos de mortalidad humana (2017). Las estimaciones de los parámetros se han obtenido utilizando métodos ML y un método iterativo para la estimación de modelos log-bilineales desarrollado por Goodman (1979), teniendo en cuenta las limitaciones de identificación habituales. Posteriormente, se asume que los vectores de edad α_x y β_x permanecen constantes a lo largo

del tiempo y pronostican valores futuros de κ_t usando un modelo univariado de series de tiempo ARIMA. Finalmente, para cerrar las tablas de vida prospectivas a edades más avanzadas y para establecer la edad superior alcanzable, ω , se aplicó el método simple y eficiente propuesto por Denuit y Goderniaux (2005).

Una vez que se genera la matriz de tasas de mortalidad $\{q_{x,t}\}$, $x \in [x_{\min}, x_{\max}]$, $t \in [t_{\min}, t_{\max}]$ observada y proyectada, resulta posible calcular las esperanzas de vida por periodos completos $\&_{x,t}^p$, y cohortes, $\&_{x,t}^c$, por edad y año calendario utilizando:

$$\&_{x,t}^p = \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\omega-x} \left(\prod_{j=0}^{k-1} (1 - q_{x+j,t}) \right) \quad (3)$$

y

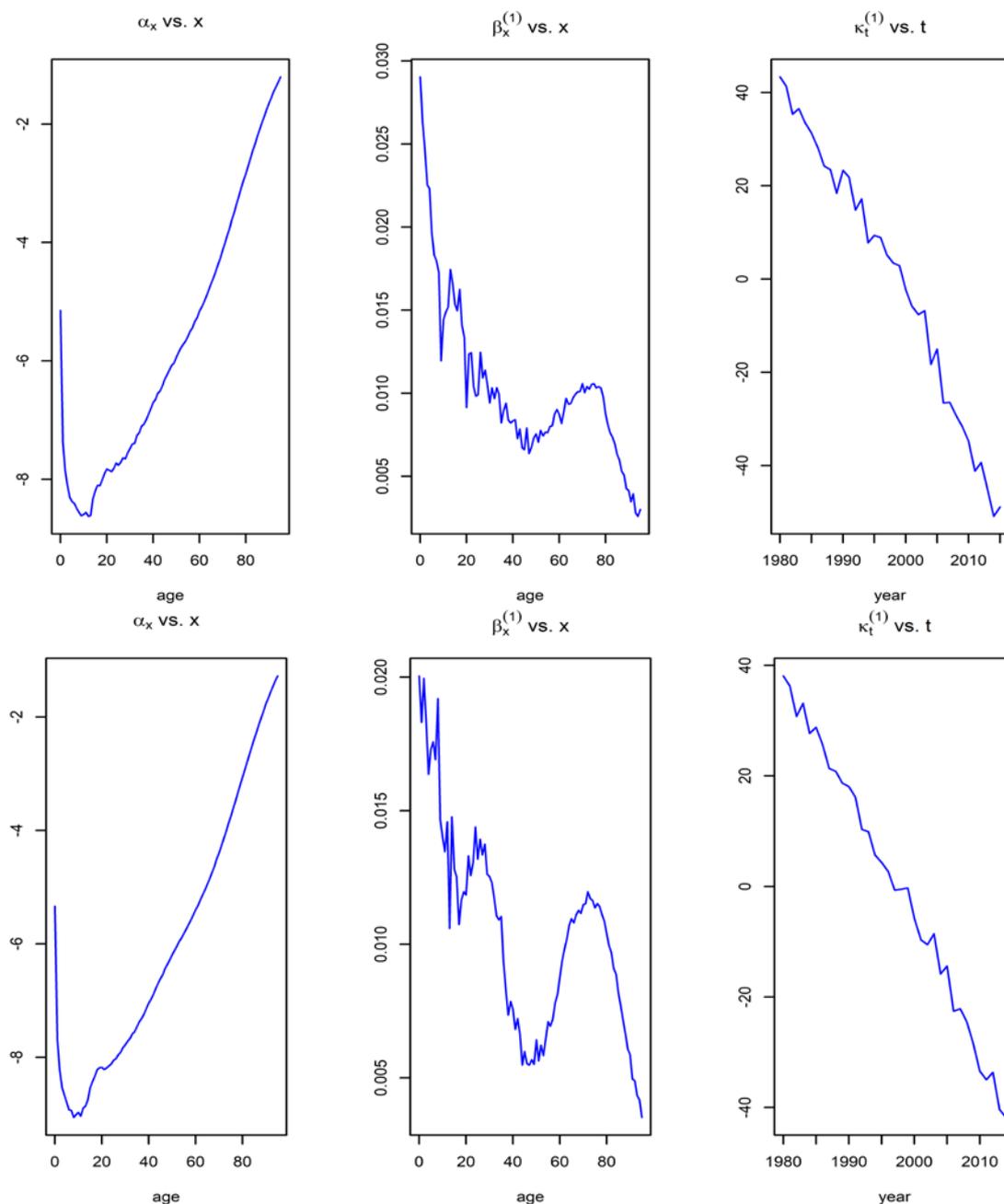
$$\&_{x,t}^c = \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\omega-x} \left(\prod_{j=0}^{k-1} (1 - q_{x+j,t+j}) \right) \quad (4)$$

2.3 Resultados para España y Portugal

En esta sección se incluyen las estimaciones de parámetros LC (Figura 2.2), las esperanzas de vida por periodos y cohortes previstas (Figura 2.3), así como las tasas de mortalidad previstas para ciertas edades representativas (Figura 2.4) en lo que

respecta a las poblaciones femeninas de Portugal y España. En la Figura 2.2, se indica que la forma general de la mortalidad en relación con las distintas edades (según se representa por las estimaciones de parámetro α_x) ponen de manifiesto la existencia de patrones similares en Portugal y España entre 1980 y 2015.

Figura 2.2: estimaciones de parámetro de Lee-Carter para la población femenina portuguesa (superior) y española (inferior)

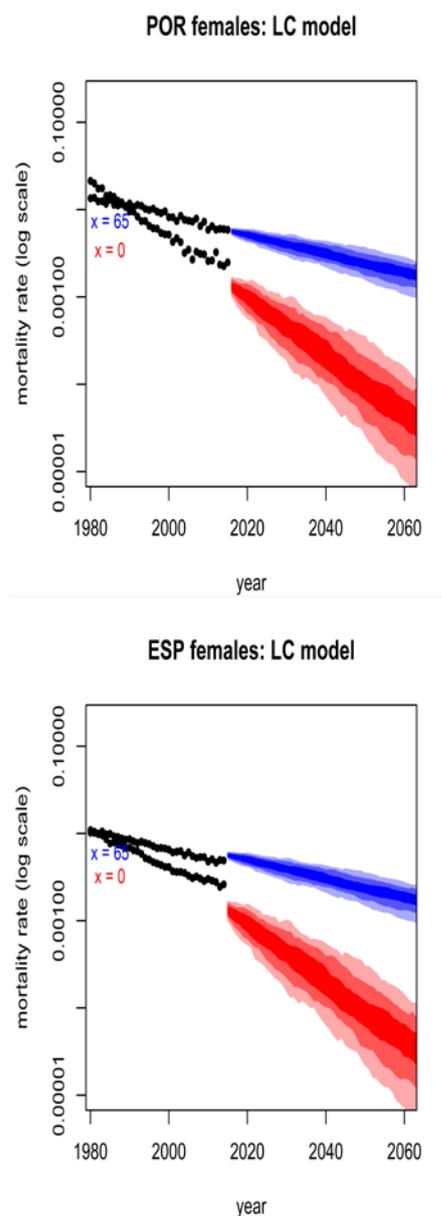


Como resulta habitual en los países desarrollados, las tasas de mortalidad promedio son relativamente altas para los recién nacidos y los niños, luego disminuyen rápidamente hasta alcanzar el mínimo (alrededor de los 12 años de edad), aumentando a partir de entonces y reflejando una mortalidad superior a edades avanzadas. La única excepción de carácter menor es la conocida como "joroba de la mortalidad", que se produce entre los 20 y los 25 años edad, siendo normalmente más pronunciada en la población masculina, un fenómeno habitualmente asociado con la mortalidad por accidente o por causa del suicidio.

Las estimaciones de parámetros en relación con la tendencia temporal muestran una clara tendencia a la disminución (aproximadamente lineal) en ambos países, indicando la existencia de las significativas mejoras en lo que respecta a la mortalidad registradas para todas las franjas de edad y para ambos sexos en el transcurso de los últimos 35 años. Sin embargo, el ritmo al que se han producido las mejoras en lo que respecta a la mortalidad no resulta homogéneo en todas las franjas de edad, como cabe observar a partir de las estimaciones de parámetro α . Las mejoras en mortalidad observadas han resultado más significativas en lo que respecta a los jóvenes, particularmente en Portugal, debido a un mejor control de las enfermedades infecciosas, mejores sistemas sanitarios y la mejora de las condiciones de vida, si bien también resultan relevantes para los adultos y los ancianos.

Las tasas de mortalidad previstas proyectan en el futuro tendencias pasadas observadas en la mortalidad en todas las franjas de edad. En la Figura 2.3 se utilizan métodos de simulación bootstrap para derivar bandas de confianza para las tasas de mortalidad de la población femenina portuguesa y española para edades que van de los 0 a los 65 años. Como cabe observar, el método Poisson-Lee-Carter proyecta un declive continuo en la mortalidad a dichas edades, con una volatilidad en aumento en relación con la tendencia general más significativa en el momento del nacimiento.

Figura 2.3: Tasas de mortalidad y bandas de confianza previstas para la población femenina de Portugal y España

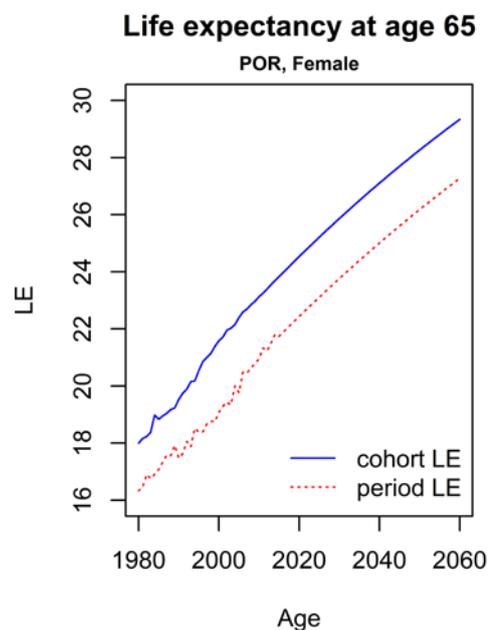
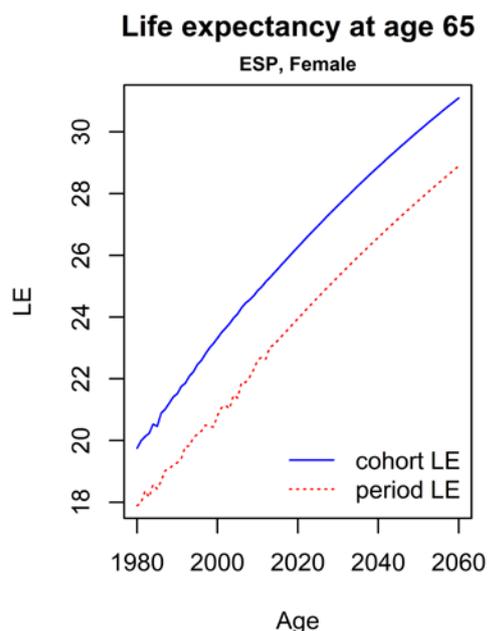
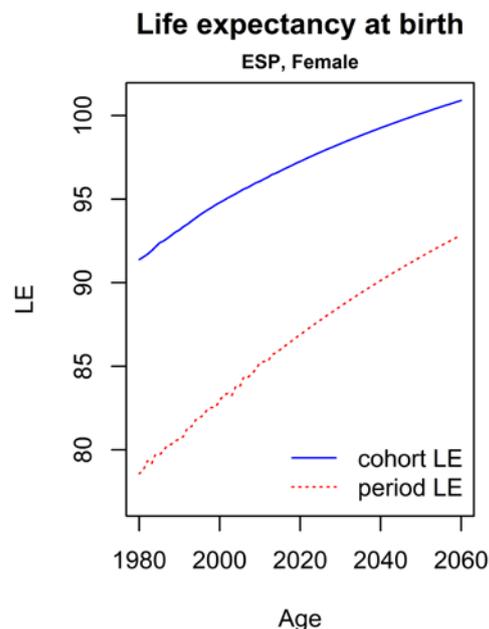
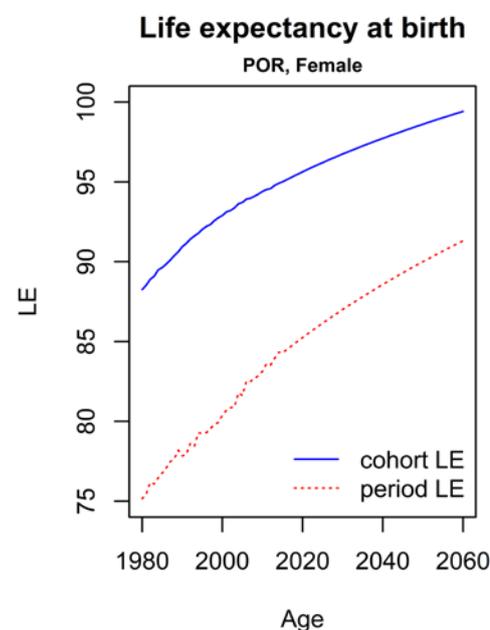


Fuentes: estimaciones de los autores

La Figura 2.4 indica las esperanzas de vida por periodos y por cohortes calculadas en el momento del nacimiento y a la edad de 65 años para mujeres portuguesas y españolas en el periodo situado entre 1980 y 2060. En ambas poblaciones, la diferencia entre los dos enfoques resulta significativa con indicadores de esperanza de vida por periodos que infravaloran claramente las

perspectivas de longevidad futura. Como cabe esperar, la diferencia es más significativa en el momento del nacimiento (13,1 años en 1980 en Portugal y 12,8 años en España) que a la edad de 65 años (1,7 años en 1980 en Portugal y 1,9 años en España).

Figura 2.4: Esperanza de vida por periodos y por cohortes para las poblaciones femeninas de Portugal y España



Fuentes: estimaciones de los autores.

Se obtuvieron resultados similares para las poblaciones masculinas de ambos países. Es probable que las diferencias en los indicadores de esperanza de vida sigan siendo destacables en el futuro, si bien se prevé que la brecha sea menor en el momento del nacimiento y ligeramente mayor a la edad de 65 años.

3. Enfoque centrado en periodos en lugar de cohortes en lo que respecta al cálculo adecuado de la esperanza de vida: resultados internacionales

Actualmente, la esperanza de vida por cohortes supera la esperanza de vida por periodos debido a las reducciones observadas en las tasas de mortalidad que comenzaron a producirse en el siglo XVIII en algunos países y que continúan dándose a nivel mundial en el siglo XXI (véase Ayuso, Bravo y Holzmann 2015). Como se explicó en la sección anterior, las tablas por periodo son tablas estáticas que se crean basándose en el comportamiento de la mortalidad observado en la población durante un periodo, mientras que las tablas por cohortes incorporan proyecciones de la tendencia futura en la mortalidad, tomando en cuenta los cambios observados a lo largo del tiempo, en el momento del nacimiento y a distintas edades para diversas generaciones. Los institutos demográficos de los distintos países no construyen tablas por cohortes con la misma frecuencia con que crean tablas por periodos. De hecho, en lo que respecta a la mayor parte de los países, la información sobre la esperanza de vida observada y proyectada basada en cálculos estáticos (habitualmente recopilada de manera conjunta para distintos países por organizaciones internacionales tales como la ONU,² el Banco Mundial,³ Eurostat⁴ y la OCDE⁵) puede localizarse y es utilizada sistemáticamente en cálculos relacionados con las pensiones, la salud, los cuidados a largo plazo y el nivel de bienestar; por el contrario, es raro encontrar estimaciones de la esperanza de vida basadas en tablas por cohortes.

En la presente sección se comparan los datos de país comparables limitados en relación con la

esperanza de vida por periodos y cohortes que existen a partir de las fuentes oficiales de Australia, el Reino Unido y los Estados Unidos, complementados por las estimaciones de esperanza de vida por cohortes para Portugal y España presentadas anteriormente.⁶ Los tres puntos de datos cubren los años 1981, 2010 y 2060. La esperanza de vida por periodos y cohortes por sexo, al nacimiento y a la edad de 65 años, para estos países y años calendario, y las diferencias entre los mismos en términos absolutos se presentan en la tabla 3.1a, la tabla 3.2b, la tabla 3.2a y la tabla 3.2b. Las diferencias entre las estimaciones de género se presentan en la tabla 3.1c y en la tabla 3.2c. Los resultados para los países analizados en el momento del nacimiento y a la edad de 65 años se reflejan en la Figura 3.1 y en la Figura 3.2, respectivamente.

² <http://www.un.org/en/development/desa/population/>

³ <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=health-nutrition-and-population-statistics>

⁴ http://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography-migration-projections/deaths-life-expectancy-data/database?p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_OAgLk1BN22Jg&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1

⁵ http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-key-tables-from-oecd_20758480;jsessionid=1pv4a51h45r01.x-oecd-live-03

⁶ Las estimaciones de esperanza de vida por periodos y por cohortes para Nueva Zelanda y sus diferencias y tendencias apoyan el análisis. Sus resultados no se incluyen aquí ya que los años que están disponibles no coinciden con este análisis. En relación con las estimaciones para Nueva Zelanda, consulte http://archive.stats.govt.nz/browse_for_stats/health/life_expectancy/choort-life-expectancy.aspx.

Tabla 3.1a: Esperanza de vida por periodos y cohortes en el momento del nacimiento: comparación internacional por género

	1981		2010		2060	
	Periodo	Cohorte	Periodo	Cohorte	Periodo	Cohorte
Hombres						
Reino Unido	70.90	84.60	78.40	89.80	86.70	96.90
EE. UU.	70.37	77.78	75.40	80.96	80.18	84.63
Australia	71.23	86.50	79.75	92.40	88.50	93.00
España	72.52	81.13	79.05	89.94	87.38	95.47
Portugal	68.30	81.13	76.76	88.33	85.82	94.29
Mujeres						
Reino Unido	76.90	88.30	82.40	92.60	89.30	99.30
EE. UU.	77.85	82.40	79.95	84.96	83.93	88.00
Australia	78.27	89.10	84.21	94.75	90.00	96.00
España	78.78	91.53	85.21	96.07	92.85	100.90
Portugal	75.43	88.53	83.14	94.41	91.31	99.42

Fuente: Reino Unido (Oficina Nacional de Estadística; variante de la esperanza de vida mediante la proyección principal, 2014); Estados Unidos (tablas de vida para el Área de la Seguridad Social de los Estados Unidos, 1900–2100); Australia (PCPOP y ABS 2008, Estadísticas de población histórica de Australia, Cat. núm. 3105.0.65.001; y ABS (varias publicaciones), tablas de vida, estados, territorios y Australia, Cat. núm. 3302055001D0001); España (esperanzas de vida por periodos – Instituto Nacional de Estadística INE; esperanzas de vida por cohortes – estimaciones de los autores); Portugal (esperanzas de vida por periodos – Instituto Nacional de Estadística INE; esperanzas de vida por cohortes – estimaciones de los autores).

Tabla 3.1b: diferencia en años (valor absoluto) entre la esperanza de vida por periodos y por cohortes en el momento del nacimiento: comparación internacional, por género

	1981	2010	2060
Hombres			
Reino Unido	13.70	11.40	10.20
EE. UU.	7.41	5.56	4.45
Australia	15.27	12.65	4.50
España	8.61	10.88	8.10
Portugal	12.82	11.56	8.47
Mujeres			
Reino Unido	11.40	10.20	10.00
EE. UU.	4.55	5.01	4.07
Australia	10.83	10.54	6.00
España	12.76	10.86	8.05
Portugal	13.10	11.27	8.11

Fuente: cálculos de los autores basados en la tabla 3.1a.

Tabla 3.1c. Comparación entre las diferencias de esperanza de vida por periodos y por cohortes (años) en el momento del nacimiento, por género

	1981	2010	2060
	Cohorte-Periodo	Cohorte-Periodo	Cohorte-Periodo
Hombres-Mujeres			
Reino Unido	2.30	1.20	0.20
EE. UU.	2.86	0.55	0.38
Australia	4.44	2.11	-1.50
España	-4.15	0.02	0.05
Portugal	-0.28	0.29	0.36

Fuente: cálculos de los autores basados en la tabla 3.1b.

La tabla 3.1a revela que las estimaciones de la esperanza de vida por cohortes son siempre mayores que las estimaciones de la esperanza de vida por periodos para todos los países y años comparados. Estas diferencias se presentan en la tabla 3.1b, con valores superiores a 10 años para varios países y periodos analizados.

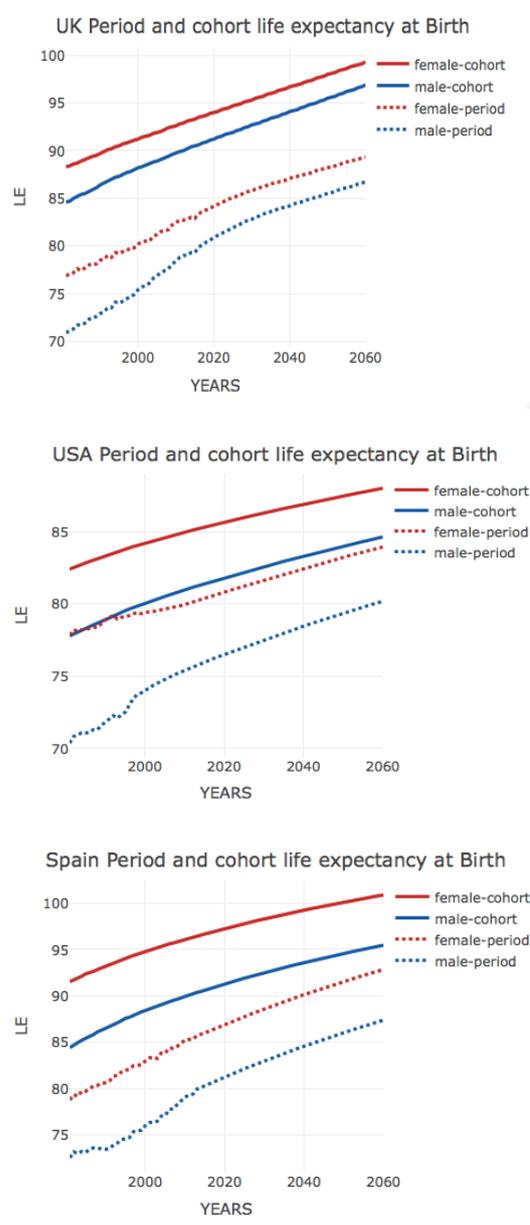
Este es el caso para el Reino Unido, Australia y Portugal, que presentan las mayores diferencias entre las dos estimaciones. Las diferencias también existen en los Estados Unidos y España, pero son menos pronunciadas (por ej., en los Estados Unidos, la diferencia en la esperanza de vida en el momento del nacimiento entre las estimaciones por periodos y por cohortes en 2010 es de aproximadamente 5,5 años). En los cinco países, las diferencias entre los dos valores se proyectan de tal forma que disminuyen a lo largo del tiempo, probablemente debido al margen más pequeño esperado para mejorar las probabilidades de supervivencia (tomando en cuenta las elevadas probabilidades ya alcanzadas en edades avanzadas).

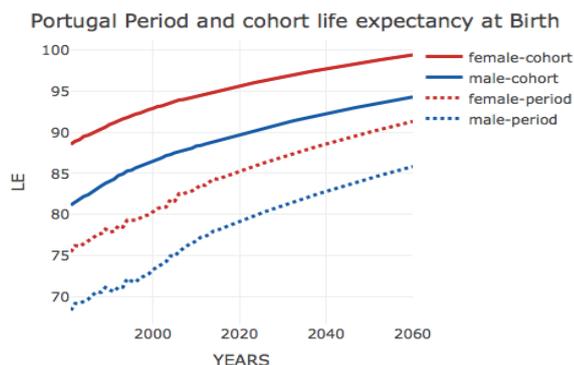
Asimismo, las diferencias entre países también se observan por género (tabla 3.1c). En términos generales, se observan mayores diferencias en lo que respecta a las estimaciones de esperanza de vida por periodos y por cohortes en el momento del nacimiento entre los hombres que entre las mujeres. Solo en Australia aparece una mayor diferencia proyectada para las mujeres en 2060, un fenómeno que también ocurrió en Portugal y España en 1981. Sin embargo, habitualmente se proyecta una reducción en las diferencias entre hombres y mujeres a lo largo del tiempo (excepto en España y Portugal, donde esencialmente permanecen sin cambios), que podría ser fomentada por la reducción en la brecha de género en la esperanza de vida en dichos países.

Un análisis similar para la esperanza de vida a los 65 años se presenta en la tabla 3.2a, la tabla 3.2b y la tabla 3.2c. Nuevamente, la tabla 3.2a muestra que las esperanzas de vida estimadas a partir de las tablas por cohortes son superiores a aquellas obtenidas a partir de tablas por periodos en los cinco países. Las diferencia en años se reflejan en

la tabla 3.2b; los mayores valores se observan en el caso de Australia (una diferencia de hasta 9 años en la esperanza de vida), seguida de los Estados Unidos (una diferencia de hasta 4 años). Nuevamente, los valores proyectados reflejan una reducción en las diferencias (si bien aún positivas) entre las estimaciones por cohortes y por periodos a lo largo del tiempo.

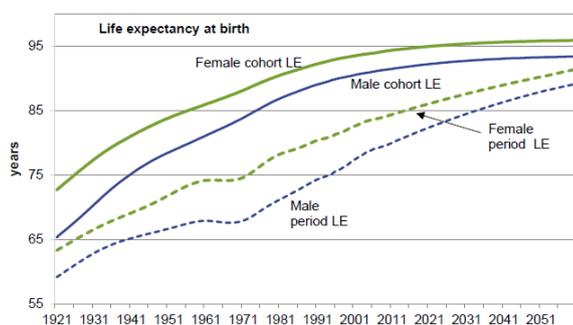
Figura 3.1: Estimaciones de esperanza de vida por periodos y por cohortes en el momento del nacimiento, por género





Analizando las diferencias que existen entre hombres y mujeres (tabla 3.2c), solo tienden a persistir pequeñas diferencias entre los géneros a lo largo del tiempo. En el Reino Unido, los Estados Unidos y Australia, los hombres muestran mayores diferencias entre las estimaciones de esperanza de vida por periodos y por cohortes a los 65 años; en España y Portugal se da el resultado opuesto, que muestra diferencias ligeramente superiores en el caso de las mujeres.

Australia Esperanza de vida por periodos y por cohortes en el momento del nacimiento



Fuentes: véase la tabla 3.1a

Tabla3.2a: Esperanza de vida por periodos y cohortes a los 65 años: comparación internacional, por género

	1981		2010		2060	
	Periodo (1989 para el Reino Unido)	Cohorte (1989 para el Reino Unido)	Periodo (2014 para el Reino Unido)	Cohorte (2014 para el Reino Unido)	Periodo (2039 para el Reino Unido)	Cohorte (2039 para el Reino Unido)
Hombres						
Reino Unido	13.8	15.3	18.6	21.2	22.3	24.0
EE. UU.	14.24	19.43	16.55	20.91	19.45	23.08
Australia	14.15	26.05	19.10	28.40	25.80	29.80
España	14.66	15.82	18.41	20.12	24.25	25.88
Portugal	13.40	16.46	17.21	18.90	23.34	24.96
Mujeres						
Reino Unido	17.6	18.9	21.1	23.5	24.2	26.1
EE. UU.	18.58	22.02	19.16	23.43	21.93	25.48
Australia	18.10	28.50	22.10	31.10	28.35	32.30
España	17.99	19.99	22.61	24.86	28.89	31.10
Portugal	14.37	18.16	20.95	23.13	27.28	29.34

Fuente: Reino Unido (Oficina Nacional de Estadística; variante de la esperanza de vida mediante la proyección principal, 2014); Estados Unidos (tablas de vida para el Área de la Seguridad Social de los Estados Unidos, 1900–2100); Australia (PCPOP y ABS 2008, Estadísticas de población histórica de Australia, Cat. núm. 3105.0.65.001; y ABS (varias publicaciones), tablas de vida, estados, territorios y Australia, Cat. núm. 3302055001D0001); España (esperanzas de vida por periodos – Instituto Nacional de Estadística INE; esperanzas de vida por cohortes – estimaciones de los autores); Portugal (esperanzas de vida por periodos – Instituto Nacional de Estadística INE; esperanzas de vida por cohortes – estimaciones de los autores).

Tabla 3.2b: diferencias en año (valor absoluto) entre la esperanza de vida por periodos y por cohortes a los 65 años: comparación internacional, por género

	1981	2010	2060
	Cohorte-Periodo	Cohorte-Periodo	Cohorte-Periodo
	(1989 para el Reino Unido)	(2014 para el Reino Unido)	(2039 para el Reino Unido)
Hombres			
Reino Unido	1.50	2.60	1.70
EE. UU.	5.19	4.36	3.63
Australia	11.90	9.30	4.00
España	1.16	1.71	1.63
Portugal	3.06	1.69	1.62
Mujeres			
Reino Unido	1.30	2.40	1.90
EE. UU.	3.44	4.27	3.55
Australia	10.40	9.00	3.95
España	2.00	2.25	2.21
Portugal	3.79	2.18	2.06

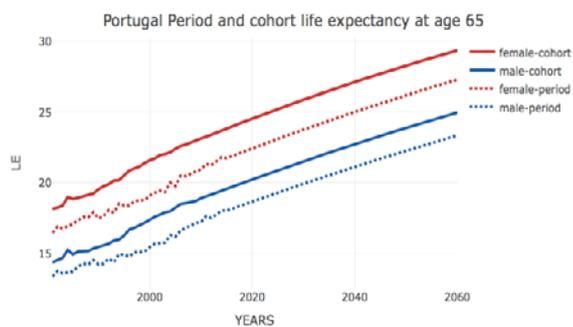
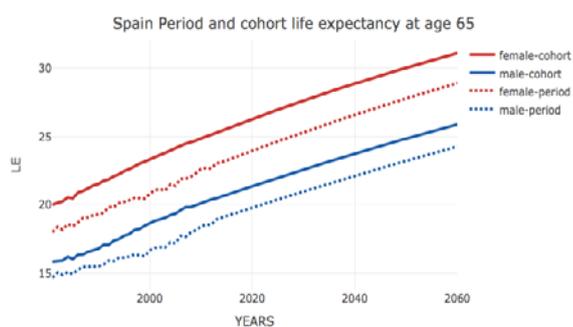
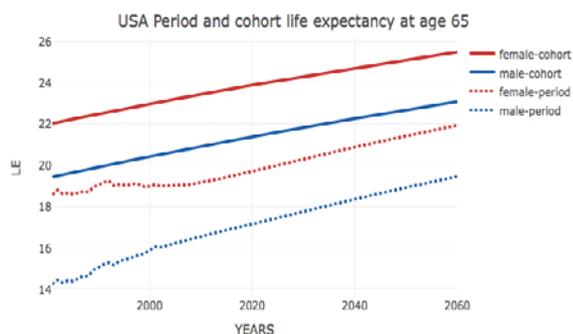
Fuente: cálculos de los autores basados en la tabla 3.2a.

Tabla 3.2c: comparación entre las diferencias de esperanza de vida por periodos y por cohortes a los 65 años, por género

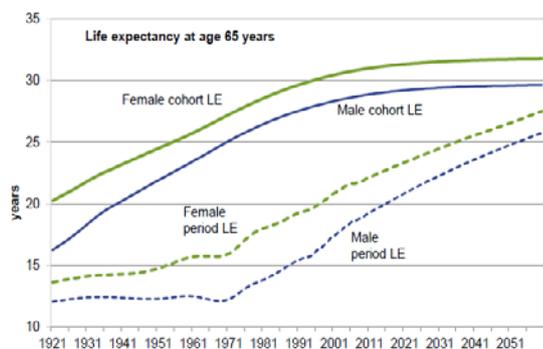
	1981	2010	2060
	Cohorte-Periodo	Cohorte-Periodo	Cohorte-Periodo
Hombres-Mujeres			
Reino Unido	0.2	0.2	-0.2
EE. UU.	1.75	0.09	0.08
Australia	1.5	0.3	0.05
España	-0.84	-0.54	-0.58
Portugal	-0.73	-0.49	-0.44

Fuente: cálculos de los autores basados en la tabla 3.2b.

Figura 3.4: esperanza de vida por periodos y por cohortes a los 65 años, por género



Australia Esperanza de vida por periodos y por cohortes a los 65 años



Fuente: Ver la tabla 3.1a.

4. Repercusiones en lo que respecta a la política de previsión

Aplicar estimaciones de la esperanza de vida restante en el momento de la jubilación utilizando la esperanza de vida por periodos más baja en lugar de la esperanza de vida por cohortes más alta tiene dos repercusiones clave en lo que respecta a la política de previsión.

En primer lugar, a nivel individual, hacer esto implica no establecer un vínculo justo en términos actuariales entre las aportaciones y las prestaciones, distorsionando así la oferta laboral y las decisiones de ahorro de las personas (lo contrario a lo que plantea la meta de los recientes intentos de reforma). Asumiendo que la esperanza de vida por cohortes es la estimación correcta, utilizar la esperanza de vida por periodos inferior para calcular la prestación inicial implica la existencia de un subsidio para las personas que no solo puede condicionar la oferta laboral mientras son jóvenes y la decisión sobre la jubilación cuando son mayores: también puede afectar a las decisiones de ahorro y de retirada de ahorros de una persona a lo largo de su vida. Si bien el sesgo puede producirse en una dirección u otra, es probable que el efecto de ingreso domine al efecto de sustitución, lo que puede reducir la oferta laboral cuando se es joven y adelantar la edad de jubilación; en lo que respecta a los ahorros, la persona puede reducir los esfuerzos de acumulación cuando es joven y desacumular más rápido cuando está jubilada.

En segundo lugar, en el nivel del sistema de pensiones, la utilización de la esperanza de vida por periodos más baja hace que el sistema de pensiones resulte financieramente insostenible, ya que señala la solvencia incorrectamente, es decir, que los pasivos son inferiores o iguales a los activos, mientras que en realidad esto no es así. Esto resulta válido tanto para los sistemas no financiados como financiados: en los sistemas financiados, los activos quedan esencialmente intactos mediante una infravaloración de la esperanza de vida restante, mientras que los

pasivos aumentan. En los sistemas no financiados (no financieros), el activo de aportación resulta afectado negativamente ya que representa el valor presente de la diferencia entre las aportaciones futuras y los pasivos así creados; si la esperanza de vida es realmente superior, el activo de pago a medida que transcurre el tiempo (PAYG, según sus siglas en inglés) debe ser inferior y, por tanto, tanto los pasivos como los activos se deterioran, al tiempo que los pasivos resultan ser mayores y los activos resultan ser menores con respecto a lo que se asumió en un principio.

Lógicamente, la infravaloración de la esperanza de vida real no pasa desapercibida, sino que emerge solo gradualmente en comprobaciones periódicas de los activos/pasivos o más a menudo en la comparación anual de flujo de caja cuando los gastos debidos a periodos más prolongados de pago de prestaciones superan los ingresos contributivos. La reacción política suele ser un ajuste ad hoc en los parámetros de los sistemas de prestaciones definidas no financieros (NDB, por sus siglas en inglés) (como puede ser el aumento de la tasa de contribución, jugando con los parámetros de indexación de las prestaciones que se están desembolsando, o exigiendo un aumento en la edad de jubilación; de lo contrario, las transferencias gubernamentales aumentan). En el caso de los sistemas de contribución definida no financiera (NDC, por sus siglas en inglés), las opciones políticas clave se centran en una tasa de interés nominal más baja para la acumulación en los balances anuales y una indexación más baja para las prestaciones que se están desembolsando. En ambos casos, las consecuencias de una esperanza de vida infravalorada sistemáticamente son compartidas de una manera ad hoc entre la población trabajadora y la población jubilada. Tal enfoque disruptivo no crea la confianza necesaria en el sistema que los economistas especializados en el

sector de las pensiones consideran importante para que este funcione de manera fluida y exitosa.

En esta sección se exploran cuatro áreas de la política: (a) ¿En qué medida resulta importante la diferencia entre la esperanza de vida por periodos y por cohortes en lo que respecta a las decisiones individuales y en la infravaloración de la sostenibilidad financiera?; (b) ¿Cuál es el efecto de una elección equivocada en lo que respecta a la esperanza de vida en el mecanismo de equilibrio recientemente implementado en una serie de sistemas NDB y NDC? ¿existe una diferencia entre estos sistemas en lo que respecta a la elección de la estimación de la esperanza de vida? (c) ¿Qué sucede si existe heterogeneidad en la longevidad?; y (d) ¿En qué medida resultan relevantes los cambios en la esperanza de vida como elementos activadores de la política tras las recientes reformas?.

4.1. ¿En qué medida resulta importante la diferencia entre la esperanza de vida por periodos y la esperanza de vida por cohortes?

En la sección 3 se indican las magnitudes estimadas entre la esperanza de vida por periodos y la esperanza de vida por cohortes en el momento del nacimiento (a la edad de 0 años) y el momento de la jubilación (asumida a los 65 años). Esta última edad es la que tiene mayor importancia respecto a la política de previsión. En la tabla 3.2a y la tabla 3.2b se indica el alcance y las diferencias entre ambos enfoques.

Estas magnitudes y su ratio se pueden indicar mediante una interpretación económica simple del bienestar a través del concepto de patrimonio de pensiones (véase Ayuso, Bravo y Holzmann 2017b). El patrimonio de pensiones a cualquier edad es el valor presente de los flujos de prestaciones futuras a dicha edad. Asumiendo que la indexación de la prestación equivale a la tasa de descuento (una asunción que se mantiene ampliamente para las pensiones indexadas a salarios), entonces el patrimonio de pensiones en

el momento de la jubilación es la prestación de pensión en la jubilación multiplicada por la esperanza de vida. Si el sistema es actuarialmente justo, la acumulación en la jubilación debe ser igual al patrimonio de pensiones, es decir, el divisor de la acumulación debe ser la esperanza de vida correcta.

$$[5] \quad PW65 = b65 LE65$$

$$[6] \quad b65 = AK65 / LE65$$

$$[7] \quad PW65 = AK65 \text{ para un sistema actuarial justo}$$

donde PW es el patrimonio de pensiones, LE es la esperanza de vida, AK corresponde a las aportaciones acumuladas (más los intereses), y b es la prestación de pensión inicial, en todos los casos a la edad de jubilación de 65 años.

Si la prestación inicial se calcula utilizando una esperanza de vida por periodos (PLE, por sus siglas en inglés) demasiado baja, entonces el patrimonio de pensiones real supera el valor de la acumulación por el ratio de la esperanza de vida por cohortes (CLE, por sus siglas en inglés) respecto a la PLE. Expresar la relación como un cambio en la diferencia equivale al subsidio que recibiría la generación (a menos que se adoptaran acciones correctivas).

$$[8] \text{ Tasa de subsidio} = PW65 [CLE] / PW65 [PLE] - 1 \\ = ((AK65 / PLE65) * CLE65) / ((AK65 / PLE65) * PLE65) - 1 = CLE65 / PLE65 - 1$$

A partir de la tabla 3.2b, resulta posible calcular la tasa de subsidio implícita en el momento de la jubilación que subyace en las diferencias entre las estimaciones de esperanza de vida por periodos y por cohortes para los cinco países y los tres años de estimación (tabla 4.1). La razón por la que esto puede denominarse "tasa de subsidio" es muy simple: esta es la tasa a la que las acumulaciones propias deberían aumentar para alcanzar el mismo nivel de prestaciones que las derivadas de la aplicación de la tasa de esperanza de vida por periodos a las acumulaciones propias.

Tabla 4.1: tasas de subsidio implícitas en relación con la aplicación de la esperanza de vida por periodos en lugar de la esperanza de vida por cohortes en los países seleccionados, por género

	1981	2010	2060
Hombres			
Reino Unido	10.9%	14.0%	7.6%
EE. UU.	36.4%	26.3%	18.7%
Australia	84.1%	48.7%	15.5%
España	7.9%	9.3%	6.7%
Portugal	22.8%	9.8%	6.9%
Media	32.4%	21.6%	11.1%
Mujeres			
Reino Unido	7.4%	11.4%	7.9%
EE. UU.	18.5%	22.3%	16.2%
Australia	57.5%	40.7%	13.9%
España	11.1%	10.0%	7.6%
Portugal	26.4%	10.4%	7.6%
Media	24.2%	18.9%	10.6%

Fuente: cálculos de los autores basados en la tabla 3.2a.

La tabla 4.1 indica diferencias significativas y semejanzas en la tasa de subsidio implícita entre países para los que hay disponibilidad de datos de esperanza de vida por periodos y por cohortes. En primer lugar, todos los países tienen una tasa de subsidio descendente y, de esta manera, una brecha relativa que se reduce entre la esperanza de vida por periodos y por cohortes a lo largo del tiempo. Mientras que para la cohorte de edad de 1981 la diferencia media es del 32 % y el 24 % para hombres y mujeres respectivamente, la diferencia se reduce hasta situarse ligeramente por encima del 10 % para ambos géneros en lo que respecta a la cohorte de edad de 2060. En segundo término, las diferencias entre los géneros se reducen a lo largo de 1981, 2010 y 2060 en lo que respecta a Australia, el Reino Unido y los Estados Unidos. En Portugal y España permanecen globalmente estables. En tercer lugar, las diferencias entre países también se reducen. Mientras que las diferencias en 1981 entre el valor por país más alto y más bajo se situaban aproximadamente en 10:1, este ratio se reduce a 2:1 en 2060.

No está claro en qué medida estas diferencias reducidas están relacionadas con la aplicación de

modelos de estimación común similares o si estas tendencias comunes realmente constituyen desarrollos subyacentes comunes. En cualquier caso, los ámbitos son relevantes y resultan comparables en magnitud a la heterogeneidad creada por las diferencias en el ingreso a lo largo de la vida (véase la sección 4.3). Para la generación de 1981 que actualmente está en la mitad de sus respectivas carreras o para la generación de 2010 que actualmente cursa la escuela primaria, el subsidio creado mediante la aplicación de la esperanza de vida por periodos en lugar de la esperanza de vida por cohortes resulta considerable y puede distorsionar su oferta laboral y sus decisiones de ahorro, yendo en contra de los objetivos que plantean las recientes reformas paramétricas sistémicas y globales realizadas en estos 5 países.

4.2. El mecanismo de equilibrio en el sistema de beneficio definido y el sistema de contribución definida

En la mayor parte de las economías avanzadas y en algunas economías emergentes se han llevado a cabo reformas paramétricas sistémicas o globales con el objeto de lograr que sus respectivos sistemas de pensiones resulten financieramente sostenibles (o, más específicamente, su(s) sistema(s) de pensiones vinculado(s) a las ganancias). Para gestionar futuros desequilibrios financieros, varios países han introducido un mecanismo de equilibrio, por ej., un mecanismo vinculado a normas de ajustes paramétricos en el sistema que se pone en marcha cuando surgen desequilibrios financieros.⁷ El ajuste puede realizarse en el nivel de la indexación de las prestaciones, puede

⁷ Una serie de países introdujo mecanismos de equilibrio para garantizar o al menos mantener la sostenibilidad financiera de los sistemas obligatorios. En principio, algunos se automatizan mediante el avance hacia un esquema NDC y la elección de la tasa de indexación de la cuenta (como es el caso de Italia, Letonia, Noruega, Polonia y Suecia), y solo este último país cuenta realmente con un mecanismo de equilibrio formal. Una serie de países con sistema NDB (por ej., Finlandia, Alemania, Japón, Portugal y España) introdujeron factores de sostenibilidad con el mismo propósito (véase OCDE 2012, 2015 y 2017). No obstante, aún queda pendiente la realización de una valoración de su funcionamiento y su efectividad real.

implicar una reducción en el nivel de las prestaciones nominales, una disminución en la tasa de acumulación anual (en sistemas NDB) o un cambio en la tasa de indexación de la cuenta anual (en sistemas NDC). Lo que pone en marcha la aplicación del mecanismo de equilibrio puede ser simplemente las diferencias en los gastos y los ingresos del sistema, alguna medida de desajuste actuarial basada en el valor presente de los déficits o bien la aplicación de comparaciones entre activos/pasivos más elaboradas. Para establecer la solidez (o falta de solidez) financiera algunos países llevan a cabo valoraciones actuariales anuales o periódicas (por ej. Japón, Suecia Reino Unido y los Estados Unidos).

¿De qué forma resultan influenciados dichos mecanismos si se seleccionan datos de mortalidad/esperanza de vida "incorrectos"? ¿Cuál es el ámbito de los pasivos infravalorados? ¿Acaso los activos también resultan afectados? ¿Existe alguna diferencia entre el tipo de prestación (DB/DC) y el mecanismo de financiación? Estos problemas se analizan a continuación.

El alcance de los pasivos infravalorados: Para muchos responsables políticos y observadores de las pensiones muy probablemente esta es la cuestión central, ya que el tamaño de los pasivos infravalorados puede determinar la velocidad y el tipo de las intervenciones correctivas. Lógicamente, la respuesta total constituye un elemento específico de cada país, pero los resultados de la tabla 4.1 sugieren la magnitud. La cohorte de nacimientos de 1981 (es decir, la cohorte de aquellas personas que actualmente tienen 37 años) puede tomarse como la estimación de límite inferior para la generación actual. Si resulta correcto y sin tener en cuenta las intervenciones correctivas futuras, las tasas de subsidio pueden indicar la diferencia entre los pasivos estimados con las tasas de mortalidad de cohorte/esperanza de vida y con las correspondientes estimaciones por periodo. La diferencia en la media de todos los países se sitúa muy por encima del 20 por ciento. En Australia, está bastante por encima del 50 por ciento y, en el caso de España, es sorprendentemente baja (situada aproximadamente en el 10 por ciento).

Claramente, el alcance de la infravaloración de los pasivos verdaderos puede resultar considerable, pero las repercusiones dependen del país y de su sistema. En los Estados Unidos, el 30 por ciento de infravaloración es probable que evite que se ponga en marcha el mecanismo de ajuste establecido por la ley de seguridad social. Puesto que este sistema tiene un considerable fondo fiduciario que se está recortando, la reacción política solo puede producirse cuando los recursos del fondo fiduciario estén próximos a vencer (actualmente previsto para 2034. Véase Consejo de Administración 2017). En Australia, no hay consecuencias directas. Su sistema vinculado a las ganancias está financiado y no aporta renta vitalicia alguna, ni se requiere su compra. Por otro lado, la adquisición de rentas vitalicias voluntarias es mínima. Si las personas infravaloran su esperanza de vida restante y desacumulan demasiado rápido, las consecuencias se reflejarán en la pensión por vejez universal, que es una prestación dependiente del nivel de recursos y de activos, pero a la que solo acceden dos tercios de la población anciana elegible. En España, la (pequeña) infravaloración solo se deja sentir gradualmente mediante la brecha de flujo de caja ya que no se establece un reproceso de estimación actuarial y un detonante.

Las diferencias entre los sistemas DB/DC y financiados/no financiados: En los sistemas NDB bismarckianos típicos que aún predominan en gran parte del mundo, las diferencias entre la esperanza de vida por periodos y por cohortes tienen escasa importancia incluso si se llevan a cabo valoraciones actuariales periódicas. En casi todos los casos, es el resultado del saldo de efectivo (es decir, la diferencia entre los ingresos del periodo y los gastos del periodo) lo que desencadena las acciones (tanto si existe un mecanismo de equilibrio como si no). Las valoraciones actuariales con datos de esperanza de vida demasiado baja pueden desencadenar una reforma tardía e insuficiente cuando la insolvencia real ya existe desde hace algún tiempo. Y las valoraciones actuariales de los sistemas NDB suelen elaborarse a partir de enfoques de balance

de caja descontado, no sobre comparaciones activo/pasivo. Conceptualmente, los sistemas NDB pueden dar lugar a la mayor infravaloración de los pasivos reales, ya que infravaloran no solo los pasivos de aquellas personas ya jubiladas, sino también los pasivos de los contribuyentes activos. Por otro lado, dichas estimaciones se basan en el uso de los datos de mortalidad correctos.

Esto difiere de las estimaciones de pasivos en los sistemas NDC, en los cuales los pasivos correspondientes a la fuerza laboral activa son cubiertos por sus aportaciones acumuladas, y los activos y pasivos coinciden totalmente. En la estimación de la deuda de pensión implícita, los pasivos respecto a los trabajadores en activo suelen ascender a dos tercios de los pasivos globales (Holzmann et al. 2001). Por lo tanto, la infravaloración de los pasivos en los sistemas NDC solo se aplica a las pensiones que están siendo desembolsadas y se aplica a esperanzas de vida demasiado bajas cuando se convierten las acumulaciones individuales en la prestación de pensión inicial. Por ello, la infravaloración solo asciende a un tercio del pasivo total. Sin embargo, comparado con los sistemas de aportación definida financiera (FDC), donde los activos resultan, en principio, inmunes a la estimación incorrecta de la tasa de mortalidad, el hecho de escoger estimaciones de tasas de mortalidad/esperanza de vida equivocadas debe producir un impacto en los activos en sistemas NDC. Esto se debe al activo PAYG, que se calcula como el valor presente de las aportaciones futuras menos los pasivos creados; estos últimos dependen, lógicamente, de las estimaciones de mortalidad/esperanza de vida seleccionadas. Aplicar estimaciones de esperanza de vida por periodos demasiado bajas infravalora estos pasivos futuros y, de esta manera, sobrevalora el activo PAYG.⁸

Para sistemas FDB y FDC, habitualmente se llevan a cabo valoraciones periódicas y, a menudo,

valoraciones actuariales anuales. Mientras que, en principio, los activos resultan inmunes a las estimaciones de mortalidad realizadas, los pasivos resultan afectados por una selección incorrecta y el alcance de esta infravaloración se indica anteriormente. No obstante, en los sistemas financiados puede producirse una infravaloración adicional de los pasivos a través de la elección de una tasa de descuento demasiado elevada. A veces, la elección de la tasa de descuento está determinada por el retorno de la parte correspondiente a los activos del sistema financiado, para el que se asumen suposiciones muy optimistas. Para la mayor parte de los economistas de pensiones, no existe un vínculo a la tasa de retorno ya que la tasa de descuento se rige por otras consideraciones.

4.3 Agregar consideraciones sobre la heterogeneidad a la estimación de la esperanza de vida

En lo que respecta a los sistemas de pensiones, la cuestión de la estimación correcta de la esperanza de vida futura de una cohorte que se ha jubilado se complica debido al reconocimiento creciente de que esta estimación media tiene una dispersión que está vinculada al nivel de ingresos durante el periodo de vida y los ahorros acumulados (Ayuso, Bravo, and Holzmann 2017a, 2017b). Por lo tanto, el hecho de no tener en cuenta ambas cuestiones puede provocar distorsiones múltiples e interrelacionadas tanto a nivel de la persona como del sistema.

Por ejemplo, una incorrecta estimación media de la esperanza de vida conduce a una infravaloración de los pasivos del sistema de pensiones. Si se aplica la misma esperanza de vida común a todos los miembros de la cohorte en el momento de jubilación, se introduce una segunda infravaloración de los pasivos, ya que los individuos más ricos tienen una esperanza de vida mayor. Para el decil de renta más elevada, la tasa de subsidio individual puede alcanzar el 30 por ciento para las mujeres y el 15 por ciento para los hombres. En contraste, es posible que aquellas personas que pertenezcan al decil de ingresos más

⁸ En realidad, de todos los países que utilizan un sistema NDC solo Suecia cuenta con un mecanismo de equilibrio formal (automático) y se aproxima el activo de PAYG a los datos de ingresos transversales. De esta manera, la infravaloración de la esperanza de vida también afectará a su sistema NDC ya que el activo de PAYG tenderá a ser sobrevalorado.

bajos tengan que hacer frente a una tasa fiscal del 20 por ciento o más sobre una pensión mucho más baja. El alcance de la infravaloración global de los pasivos dependerá de las características distributivas y de la elección del valor medio (promedio o mediana), pero según las hipótesis formuladas puede ser del 10-15 por ciento.

La interacción de ambos efectos sobre las personas y su oferta laboral y sus decisiones de ahorro aún no ha sido calculada. En lo que respecta a los grupos de bajos ingresos, el efecto de la tasa fiscal de heterogeneidad es contrarrestada por un valor medio inferior incorrecto. En lo que respecta a los grupos de ingresos superiores, el efecto subsidio de la heterogeneidad se fortalece mediante el efecto subsidio de una estimación media demasiado baja. La forma en que esto afectará a las decisiones de las personas también dependerá de sus percepciones acerca de su propia esperanza de vida. Comprender estos mecanismos resulta importante para diseñar intervenciones políticas adecuadas. Para realizar estimaciones correctas de la media y de la heterogeneidad correcta, ya se ha estimado la eficacia de algunas propuestas políticas (Holzmann et al. 2017).

4.4. Medidas sobre la esperanza de vida en recientes reformas de las pensiones

En las últimas décadas, la mayor parte de los países de la OCDE respondieron al crecimiento continuo de la esperanza de vida mediante reformas de las pensiones en las que cabe hallar una característica común: se trata de crear un vínculo automático entre las pensiones futuras y los cambios en la esperanza de vida. Como mínimo, el vínculo entre la esperanza de vida y las prestaciones de las pensiones se ha establecido de seis maneras diferentes (Whitehouse 2007; OCDE 2017):

a) Introduciendo planes FDC como un sustituto (a menudo parcial) de las pensiones NDB no reformadas (por ej., México, Polonia y Suecia);

b) Introduciendo un vínculo automático entre la esperanza de vida y las prestaciones de las pensiones, por ejemplo a través de factores de sostenibilidad demográfica (el caso de Finlandia, Portugal y España).

c) Vinculando la edad de jubilación normal a la esperanza de vida (hasta el momento en 10 países, incluyendo Dinamarca, Italia, Países Bajos y Portugal);

d) Mediante la vinculación de los años de contribución necesarios para obtener una pensión completa a la esperanza de vida (por ej., Francia).

e) Mediante la sustitución de los sistemas públicos NDB por sistemas NDC que replican algunas las características de los planes FDC, fundamentalmente, en lo que respecta a la forma en que se computan las prestaciones de las pensiones (renta). Es el caso de Suecia, Polonia, Letonia, Italia y Noruega;

f) Vinculando penalizaciones (o bonificaciones) para una jubilación anticipada (o tardía) a los años de aportaciones y a la edad de jubilación normal (por ej., Portugal).

Estas reformas representan un cambio fundamental en la forma en que el riesgo de longevidad es compartido entre los contribuyentes y los jubilados, así como entre las generaciones actuales y futuras, que se ha convertido en algo más explícito y, en principio, en algo basado en normas automáticas en lugar de basarse en cambios ad hoc como ocurrió en el pasado. No obstante, la automaticidad legislada en los países aún debe superar la prueba del tiempo. Y si bien se introducen de forma automática y avanzan en la dirección correcta, dichas medidas casi siempre resultan incompletas e insuficientes para garantizar la resolución de los problemas de sostenibilidad financiera provocados por los cambios en la esperanza de vida. Esto se suma a los problemas que implica no seleccionar la esperanza de vida correcta bajo estos mecanismos y las distorsiones de incentivos involucradas.

En casi todos los casos y países, el cálculo de la esperanza de vida por periodos se ha utilizado para

vincular la longevidad y las prestaciones de pensiones, lo que se traduce, como se analizó anteriormente, en una infravaloración del tiempo de vida restante en el momento de la jubilación. Esta opción tiene consecuencias en lo que respecta a la forma en que se comparte el riesgo de longevidad entre las distintas generaciones. Las consecuencias financieras que implica la infravaloración de la esperanza de vida durante la jubilación son asumidas en último término por aquellos que financian el sistema de pensiones, es decir, por las cohortes más jóvenes en los sistemas NDB/NDC y por los contribuyentes patrocinadores privados en los sistemas FDB/FDC.

Por ejemplo, los factores de sostenibilidad demográfica introducidos en Finlandia, Portugal y España vinculan automáticamente las prestaciones de pensiones iniciales a la esperanza de vida observada en el momento de la jubilación, lo que conduce, en la mayor parte de los casos, a una reducción de los derechos de pensión. Estos factores de sostenibilidad se calculan como la ratio simple entre la esperanza de vida por periodos observada a una determinada edad de referencia (por ej., los 65 años en Portugal y los 67 años en España) en un determinado año (pasado) de referencia (por ej., el año 2000 en Portugal y 2012 en España) y la esperanza de vida por periodos observada en el momento de la jubilación (en España conforme a las tablas de mortalidad para la población pensionista ya que son diseñadas por el sistema de seguridad social). Por diseño, estos factores de sostenibilidad no resultan coherentes con el sistema de pensiones actuarialmente neutral puesto que no garantizan que mediante el ajuste (o la reducción) de las prestaciones de pensión iniciales -pero abonándolas por un periodo de tiempo más largo-, el sistema sea financieramente neutral. En la medida en que las tendencias en la esperanza de vida por periodos y por cohortes difieran entre las generaciones pasadas y presentes, el sistema podría efectuar una redistribución en favor de las cohortes de mayor edad y podría tener un impacto negativo sobre la sostenibilidad del sistema público de pensiones.

Vincular la edad de jubilación normal a la esperanza de vida por periodos en lugar de vincularla a la

esperanza de vida por cohortes extenderá la vida laboral pero resultará insuficiente para preservar la neutralidad actuarial entre las contribuciones y las prestaciones manteniendo, de esta manera, la existencia de sustanciales distorsiones en la oferta laboral y las decisiones de ahorro individuales, desaprovechando el impacto macroeconómico de mayores niveles de empleo en lo que respecta a la inversión, el producto interior bruto, el consumo y las finanzas públicas. Por otro lado, el aumento en la edad de jubilación menor que el nivel coherente con la neutralidad actuarial reduce el alcance del efecto positivo en la adecuación de la pensión resultante de vidas laborales con una contribución más larga y mayores acumulaciones de pensión.

Vincular las penalizaciones (o bonificaciones) para una jubilación anticipada (o tardía) a los años de aportaciones y a la edad de jubilación normal utilizando cálculos de esperanza de vida por periodos no garantiza la neutralidad actuarial entre las aportaciones y las prestaciones. La neutralidad actuarial depende de los parámetros que determinan el factor de renta -las probabilidades de supervivencia, la tasa de indexación o la tasa de descuento- que revierten la esperanza de vida cuando la tasa de indexación equivale a la tasa de descuento. Los aumentos en la esperanza de vida requieren mayores penalizaciones para la jubilación anticipada y menores bonificaciones para la jubilación tardía, para así mantener la neutralidad actuarial. Adoptar un enfoque por periodo a la hora de calcular la esperanza de vida para valorar los incentivos laborales aproximadamente a las edades de jubilación infravalora sistemáticamente la magnitud de las penalizaciones (o bonificaciones) para la jubilación anticipada (o tardía) necesarias para garantizar la neutralidad actuarial y una cuota justa del riesgo de longevidad entre las generaciones y es probable que reduzca la oferta laboral.

5. Conclusión y próximos pasos

Si bien el análisis general sobre el cambio de la esperanza de vida de la población, así como los incrementos experimentados en el pasado y los incrementos previstos en el futuro, ha llegado por fin a los responsables políticos y al gran público, es necesario prestar mayor atención técnica y política en la selección de las estimaciones de la esperanza de vida y su aplicación. En este documento se demuestra por qué resulta tan importante realizar estimaciones de la esperanza de vida que sean correctas en lo que respecta a la política de pensiones, cómo puede lograrse y cómo superar los obstáculos clave.

A nivel técnico, existen escasos argumentos que apoyen el hecho de no estimar y aplicar la esperanza de vida por cohortes que tienen en cuenta las reducciones pasadas de las tasas de mortalidad, así como las reducciones que se esperan en el futuro. Sigue habiendo problemas técnicos con respecto a la mejor manera de estimar los valores de las cohortes, y los mejores métodos dependen de datos de alta calidad. Pero incluso en lo que respecta a aquellos países que disponen de datos de calidad, aparentemente las estimaciones difieren según los distintos grupos de países. Algunos métodos recientes que tienen en cuenta la intensificación en la disminución de las tasas de mortalidad, particularmente a edades avanzadas, sugieren que existe una infravaloración destacable y en ascenso de la esperanza de vida utilizando métodos convencionales. Sin embargo, es probable que los posibles errores de estimación que puedan surgir de un enfoque comúnmente aplicado (por ej., en toda la Unión Europea) sean eclipsados por la magnitud de las diferencias generadas entre los enfoques por cohortes y por periodo.

Este trabajo presenta estimaciones de dichas diferencias para cinco países: tres de ellos disponen de cálculos oficiales tanto de esperanza de vida por cohortes como por periodos (Australia, Reino Unido y Estados Unidos) y dos solo disponen de tablas oficiales por periodos, que se complementan mediante los valores por cohortes cuyos cálculos se incluyen (Portugal y España). Se

estiman diferencias importantes entre las esperanzas de vida por cohortes y por periodos: las diferencias alcanzan 8-15 años en el nacimiento pero se reducen a 2-4 años a los 65 años, y todas las diferencias proyectadas tienden a decrecer a lo largo del tiempo pero no desaparecen. También se hallaron diferencias en las esperanzas de vida por género pero, en su mayor parte, se trata de diferencias moderadas y no resultan sistemáticas entre países y a lo largo del tiempo.

El traslado de estas diferencias en los cálculos de la esperanza de vida a los 65 años (aproximadamente a la edad de la jubilación) equivale a un subsidio implícito para el jubilado medio que puede alcanzar el 30 % o más del patrimonio de la pensión de la generación que trabaja. Es decir, utilizar la esperanza de vida de un periodo para calcular la prestación inicial en la jubilación ofrece un nivel de prestación demasiado generoso que no es coherente con la sostenibilidad financiera real. Abordar las repercusiones financieras en una etapa posterior requerirá que las generaciones de trabajadores del futuro hagan aportaciones adicionales o transferencias presupuestarias, o bien se producirá un impago parcial por parte de aquellos que trabajan actualmente (es decir, jubilados futuros).

La selección del cálculo correcto de la esperanza de vida también es cada vez más importante para la política de previsión diaria. La mayor parte de los países ha emprendido alguna clase de reforma que vincula legalmente los planes de pensiones al desarrollo del cambio en la esperanza de vida calculada oficialmente. Naturalmente, esto incluye a los países que utilizan el sistema NDC y el cálculo de la prestación inicial, pero también incluye a muchos países que utilizan el sistema NDB y que han vinculado los niveles de prestaciones y/o las edades de jubilación a dicho cálculo de la esperanza de vida, y a los escasos países que tienen un mecanismo de estabilidad financiera para sus planes de pensiones. En todos los casos, la mala elección de la medida de la esperanza de vida

lleva a incentivar distorsiones y cálculos erróneos de la sostenibilidad financiera.

La solución propuesta es simple al tiempo que efectiva: convencer a los gobiernos de que les interesa aplicar las mejores estimaciones de esperanza de vida por cohortes. El cálculo pueden

realizarlo los institutos nacionales de estadística en estrecha colaboración con instituciones académicas y socios de otros países, para comparar, aprender y progresar.

Referencias

1. Ayuso, Mercedes, Bravo, Jorge y Holzmann, Robert. 2017a. "On the Heterogeneity in Longevity among Socioeconomic Groups: Scope, Trends, and Implications for Earnings-Related Pension Schemes." *Revista global de ciencias sociales-economía humana* 17(1): 33–58. Publicado por vez primera como documento de trabajo 16 de BBVA.
2. 2017b. "Addressing Longevity Heterogeneity in Pension Scheme Design." *Revista de finanzas y economía* 6(1): 1–24. Publicado por vez primera como documento de trabajo 18 de BBVA.
3. 2015. "Population Projections Revisited: Moving beyond convenient assumptions on fertility, mortality and migration." Documento de trabajo de BBVA 10. Madrid: Instituto BBVA de Pensiones.
4. Blake, David, El Karoui, Nicole, Loisel, Stéphane y MacMin, Richard. 2017. "Longevity Risk and Capital Markets: The 2015–16 Update." *Seguros: matemáticas y economía*. <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2017.10.002>.
5. Consejo de administración. 2017. "The 2017 Annual Report of the Board of Trustees of the Federal Old-Age and Survivors Insurance and Federal Disability Insurance Trust Funds." Washington, DC: Gobierno de los Estados Unidos
6. Booth, Heather y Tickle, Leonie. 2008. "Mortality Modelling and Forecasting: A Review of Methods." *Anales de ciencia actuarial* 3(1–2): 3–43.
7. Booth, Heather, Maindonald, John, y Smith, Leonard. 2002. "Applying Lee-Carter Under Conditions of Variable Mortality Decline." *Estudios sobre la población* 56(3): 325–336.
8. Bravo, Jorge. 2007. "Period and Prospective Life Tables: Stochastic Models, Actuarial Applications and Longevity Risk Hedging." Tesis doctoral en economía, Universidad de Évora.
9. Brouhns, N., Denuit, M., Vermunt, J. 2002a. A Poisson Log-Bilinear Regression Approach to the Construction of Projected Life Tables. *Seguros: matemáticas y economía*, 31, 373-393.
10. Brouhns, N., Denuit, M., Vermunt, J. 2002b. Measuring the Longevity Risk in Mortality Projections. *Boletín de la Asociación Suiza de Actuarios*, 105-130.
11. Cairns, Andrew, Blake, David y Dowd, Kevin. 2006. "A Two-Factor Model for Stochastic Mortality with Parameter Uncertainty: Theory and Calibration." *Revista sobre riesgos y seguros* 73(4): 687–718.
12. Cairns, Andrew, Blake, David, Dowd, Kevin, Coughlan, Guy, Epstein, David, Ong, Alen y Balevich, Igor. 2009. "A Quantitative Comparison of Stochastic Mortality Models Using Data from England and Wales and the United States." *Revista actuarial norteamericana* 13(1): 1–35.
13. Cairns, Andrew, Blake, David, Dowd, Kevin, Coughlan, Guy y Khalaf-Allah, Marwa. 2011. "Bayesian Stochastic Mortality Modelling for Two Populations." *Boletín Astin*. 41: 29–59.
14. Currie, Ian. 2006. "Smoothing and Forecasting Mortality Rates with P-splines." URL <http://www.macs.hw.ac.uk/~iain/research/talks/Mortality.pdf>
15. 2016. "On Fitting Generalized Linear and Non-Linear Models of Mortality." *Revista actuarial escandinava* 2016(4): 356-383.
16. Currie, Ian, Durban, Maria y Eilers, Paul. 2004. "Smoothing and Forecasting Mortality Rates." *Modelización estadística* 4: 279–298.
17. Denuit, Michel y Goderniaux, Anne-Cécile. 2005. "Closing and Projecting Life Tables Using Log-Linear Models." *Boletín de la Asociación Suiza de Actuarios* 29–49.
18. Dowd, Kevin, Cairns, Andrew, Blake, David, Coughlan, Guy y Khalaf-Allah, Marwa. 2011. "A Gravity Model of Mortality Rates for Two Related Populations." *Revista actuarial norteamericana* 15: 334–356.
19. Goodman, Leo. 1979. "Simple Models for the Analysis of Association in Cross Classifications Having Ordered Categories." *Revista de la asociación estadística estadounidense* 74: 537–552.
20. Gourieroux, C. Christian y Lu, Yang. 2015. "Love and Death: A Freund Model with Frailty." *Seguros: matemáticas y economía* 63: 191–203.

21. Gu, Danan, Pelletier, François y Sawyer, Cheryl. 2017. "Projecting Age-sex-specific Mortality: A Comparison of the Modified Lee-Carter and Pattern of Mortality Decline Methods." Departamento de población de la ONU, documento técnico núm. 6. Nueva York: Naciones Unidas.
22. Hanewald, Katja. 2011. "Explaining Mortality Dynamics: The Role of Macroeconomic Fluctuations and Cause of Death Trends." *Revista actuarial norteamericana* 15: 290–314.
23. Holzmann, Robert, Alonso-García, Jennifer, Labit-Hardy, Heloise y Villegas, Andrés M. 2017. "NDC Schemes and Heterogeneity in Longevity: Proposals for Redesign." IZA DP 11193, Diciembre.
24. Holzmann, Robert, Robert Palacios y Asta Zviniene. 2001. *On the Economics and Scope of Implicit Pension Debt: An International Perspective*. *Empirica* 28 (1): 97-129 Base de datos sobre mortalidad humana. 2017. Universidad de California, Berkeley (Estados Unidos) e Instituto Max Planck para la Investigación Demográfica (Alemania). Disponible en www.mortality.org.
25. Hunt, Andrew y Blake, David. 2014. "A General Procedure for Constructing Mortality Models." *Revista actuarial norteamericana* 18 (1): 116–138.
26. Hyndman, Robert y Ullah, Md Shahid. 2007. "Robust Forecasting of Mortality and Fertility Rates: A Functional Data Approach." *Estadística informática y análisis de datos* 51: 4942–4956.
27. Jarner, Søren y Kryger, Esben. 2011. "Modelling Adult Mortality in Small Populations: The SAINT Model." *Boletín Astin* 41(2): 377–418.
28. Lee, Ronald y Carter, Lawrence. 1992. *Modeling and Forecasting U.S. Mortality*. *Revista de la Asociación Estadística Americana* 87(419): 659–671.
29. Lee, Ronald y Miller, Timothy. 2001. "Evaluating the Performance of the Lee-Carter Method for Forecasting Mortality." *Demografía* 38(4): 537–549.
30. Li, Nan y Lee, Ronald. 2005. "Coherent Mortality Forecasts for a Group of Populations: An Extension of the Lee-Carter Method." *Demografía* 42: 575–594.
31. Oeppen, Jim y Vaupel, James. 2002. "Broken Limits to Life Expectancy." *Science* 296(5570): 1029–1031.
32. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2012. "Putting Pensions on Auto-pilot: Automatic-adjustment Mechanisms and Financial Sustainability of Retirement-income Systems." In *Panorama de las pensiones 2012*. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264169401-5-en>
33. 2015. *Panorama de pensiones 2015: indicadores de la OCDE y del G20*. OECD Publishing, París. http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en
34. 2017. *Panorama de pensiones 2015: indicadores de la OCDE y del G20*. OECD Publishing, París. http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2017-en
35. Palmer, Edward, Juha Alho, y Yuwei Zhao de Gosson de Varennes. 2018. "Projecting Cohort Life Expectancy from the Changing Relationship Between Period and Cohort Mortalities." Universidad de Uppsala/Universidad de Helsinki (mimeo), enero.
36. Plat, Richard. 2009. "On Stochastic Mortality Modeling." *Seguros: matemáticas y economía* 45(3): 393–404.
37. Renshaw, Arthur y Haberman, Steven. 2003. "Lee-Carter Mortality Forecasting with Age-Specific Enhancement." *Seguros: matemáticas y economía* 33(2): 255–272.
38. 2006. "A Cohort-Based Extension to the Lee-Carter Model for Mortality Reduction Factors." *Seguros: matemáticas y economía* 38(3): 556–570.
39. Naciones Unidas. 2017. Departamento de Asuntos Sociales y Económicos, División de población 2017. "World Population Prospects: The 2017 Revision, Methodology of the United Nations Population Estimates and Projections." Documento de trabajo núm. ESA/P/WP.250. Nueva York: Naciones Unidas.
40. Whitehouse, Edward. 2007. "Life-Expectancy Risk and Pensions: Who Bears the Burden?" Documentos de trabajo sobre asuntos sociales, empleo y emigración de la OCDE, núm. 60, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/060025254440>
41. Zhu, Wenjun, Tan, Ken y Wang, Chou-Wen. 2017. "Modeling Multicountry Longevity Risk with Mortality Dependence: A Lévy Subordinated Hierarchical Archimedean Copulas Approach." *Revista sobre riesgos y seguros* 84(S1): 477–494.