

José Ramirez-Costa^{1a}, Lucía Andreozzi-Paviotti^{2b}, Bruno Ribotta-Abrate^{3c}

Resumen

Introducción: en este trabajo se implementa un método probabilístico para estimar la esperanza de vida de hombres y mujeres por edad; el método de *Double GAP* o *Doble Brecha*. La aplicación al caso de Argentina intenta aportar información al fenómeno del envejecimiento poblacional y su relación con el sistema previsional.

Objetivo: presentar estimaciones y proyecciones de la esperanza de vida de hombres y mujeres por edad obtenidas a través de un método probabilístico que contempla el diferencial por sexo, hasta el año 2025.

Material y métodos: se estima el método de *Double GAP* o *Doble Brecha*, y luego se seleccionan las esperanzas de vida a los 60 y a los 65 años (para mujeres y varones respectivamente), dado que se trata de las edades jubilatorias de Argentina y se presentan los pronósticos y sus correspondientes intervalos de confianza.

Resultados: los pronósticos del modelo *Doble Brecha* indican que las esperanzas de vida en Argentina tanto a los 60 como a los 65 años, crecerán levemente hasta 2025. Para las mujeres se incrementa medio año, mientras que en los varones el crecimiento de la esperanza es levemente superior. Esto último, muestra también una tendencia lenta hacia una convergencia entre las esperanzas de vida masculina y femenina.

Conclusiones: se pone en evidencia cómo Argentina está lejos de registrar un récord de esperanza de vida a nivel mundial para estas edades, debido a que los pronósticos de esperanza de vida que genera el modelo de *Doble Brecha* para el país están muy lejos de la tendencia de las buenas prácticas (serie de máximos en la esperanza de vida).

Abstract

Background: In this work, a probabilistic method is implemented to estimate the life expectancy of men and women by age; the Double GAP or Double Gap method. The application to the case of Argentina attempts to provide information on the phenomenon of population aging and its relationship with the pension system.

Objective: Present estimates and projections of the life expectancy of men and women by age obtained through a probabilistic method that considers the differential by sex.

Material and methods: The Double GAP or Double Gap method is estimated, and then the life expectancies at 60 and 65 years are selected (for women and men respectively), given that these are the retirement ages in Argentina and are present the forecasts and their corresponding confidence intervals.

Results: The forecasts of the Double Gap model indicate that life expectancy in Argentina at both 60 and 65 years of age will grow slightly until 2025. For women it increases by half a year, while for men the growth in hope is slightly higher. The latter also shows a slow trend towards a convergence between male and female life expectancies.

Conclusions: It is evident that Argentina is far from registering a record in life expectancy worldwide for these ages, because the life expectancy forecasts generated by the Double Gap model for the country are very far from the trend of good practices (series of maximums in life expectancy).

¹Universidad Nacional de Rosario, Facultad De Ciencias Económicas y Estadística. Rosario, Argentina

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas de la Escuela de Estadística. Rosario, Argentina

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad. Córdoba, Argentina

ORCID: 0009-0002-6720-3710^a, 0000-0002-1723-5725^b, 0000-0003-1943-0513^c

Palabras clave
Dinámica Poblacional
Esperanza de Vida
Longevidad
Jubilación
Tendencias

Keywords
Population Dynamics
Life Expectancy
Longevity
Retirement
Trends

Fecha de recibido: 25/01/2024

Fecha de aceptado: 21/02/2024

Comunicación con:

Lucía Andreozzi Paviotti

 landreozzi@fcecon.unr.edu.ar

 (54) 3416 772424

Cómo citar este artículo: Ramirez-Costa J, Andreozzi-Paviotti L, Ribotta-Abrate B. Modelo de Doble Brecha para la proyección de la esperanza de vida en Argentina. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2024;62(4):e6062. doi: 10.5281/zenodo.11397172

Introducción

Las tendencias y pronósticos sobre el tamaño de la población, su estructura de edad, nacimientos y muertes, resultan de especial interés para una amplia gama de analistas de diferentes sectores de la sociedad como la ciencia, la industria y el Estado. Las tendencias demográficas a nivel nacional constituyen información necesaria para proyectar la fortaleza y viabilidad del *Sistema Integrado Previsional Argentino* (SIPA).

En este trabajo se propone presentar un método probabilístico que estima directamente la esperanza de vida de hombres y mujeres a cualquier edad, el método de *Double GAP*.¹ En este caso se aplicará este método para estimar la esperanza de vida a los 60 y a los 65 años,² (para mujeres y hombres, respectivamente) ya que a estas edades las personas pueden optar por jubilarse en Argentina. Por ser este un sistema estatal y de reparto solidario, más de la mitad de sus recursos proviene de los aportes de los trabajadores formales;³ es decir, personas económicamente activas que perciben un salario por el cual realizan un aporte al sistema previsional.

El modelo pronostica la esperanza de vida femenina basado en el análisis de la brecha entre la esperanza de vida femenina en un país determinado, con el nivel máximo de esperanza de vida femenina a nivel mundial. Luego, pronostica la esperanza de vida masculina analizando la brecha existente con la esperanza de vida femenina, reconociendo así, de manera formal, la correlación entre la mortalidad de ambos sexos. De esta manera, el modelo se basa en el supuesto de que la esperanza de vida a lo largo del tiempo está altamente correlacionada entre países y entre hombres y mujeres. En este punto es importante destacar que el estudio de la duración de la vida es complementario, dado que su variación no se revela en la esperanza de vida ni en otras medidas de los niveles medios de mortalidad.⁴

Es importante tener en cuenta que desde 1850 se ha producido una rápida mejora de la esperanza de vida. Luego, a partir de 1950 se advierte una convergencia transversal en la esperanza de vida entre distintos países, siendo los países con mayor nivel de mortalidad los que más contribuyeron a esta convergencia. Algunos de los motivos que generaron estos sucesos fueron la mayor rapidez y fluidez de las *comunicaciones* entre los países y continentes, y la aceleración de las innovaciones y transferencias tecnológicas, que generalmente ayudaron a aumentar la esperanza de vida.² En los países más industrializados se ha comprobado que la tendencia en la mortalidad humana se ajusta mejor por la tendencia lineal de la esperanza de vida que por modelos matemáticos complejos, que se basan en las tasas de mortalidad específicas por edad. A su vez, en los

próximos diez o dos decenios es posible que se logren avances sustanciales en la reducción de la incidencia del cáncer y en su tratamiento. Varias enfermedades, incluidos el cáncer, la esclerosis múltiple y el VIH, podrían tratarse mediante terapias inmunitarias mejoradas.⁵ Si bien algunos estudiosos siguen argumentando que es poco probable que la esperanza de vida al nacer supere los 85 años en algún país,⁶ estudios recientes muestran avances en la supervivencia en la vejez, debilitando el concepto de límite fijo, o al menos de límite previsible. Iniciativas tales como la *medicina de precisión* tiene como objetivo desarrollar tratamientos alternativos que sean óptimos para personas con diversas constituciones genéticas, y estas terapias podrían reducir sustancialmente la mortalidad.⁷ Hasta la década de 1990 no se disponía de datos útiles sobre las tasas de mortalidad después de los 85 años, pero desde entonces se han recopilado estadísticas fiables para muchos países y durante muchos años, lo que contribuyó a la creación de la *Base de Datos sobre Mortalidad Humana* (HMD).⁸ Paralelamente al aumento de la esperanza de vida de la mayoría de los países se volvieron más iguales en términos de la duración de la vida.⁹ Es interesante que el récord actual es de 122 años 164 días y se ha mantenido durante más de dos décadas.¹⁰ Por otro lado, en la región que integra Argentina, no está claro si los países de América Latina y el Caribe (ALC) se están acercando a un régimen único de mortalidad. Durante las últimas tres décadas, la región de ALC ha experimentado importantes intervenciones de salud pública y el mayor número de homicidios en el mundo. Sin embargo, estas intervenciones y las tasas de homicidio no se distribuyen equitativamente entre los países.^{11,12,13} Las causas violentas vienen afectando las esperanzas de vida de muchos países del mundo. En este contexto demográfico el presente trabajo genera estimaciones y proyecciones de la esperanza de vida de hombres y mujeres por edad obtenidas a través de un método probabilístico que contempla el diferencial por sexo, hasta el año 2025. El modelo propuesto se puede resumir mediante dos ecuaciones, en la primera ecuación, el pronóstico de la esperanza de vida futura de la mujer a la edad (x), tiempo (t) y país (k), se obtiene como la diferencia entre el pronóstico de la esperanza de vida futura de la tendencia de los valores máximos mundiales, que se denomina *tendencia de las buenas prácticas*, a esa edad y tiempo y una brecha o distancia prevista, del desempeño del país o región rezagada específica. La segunda ecuación consiste en definir la esperanza de vida futura para la población masculina como la diferencia entre la esperanza de vida futura de las mujeres y la brecha de género en la esperanza de vida.

Material y métodos

La investigación sobre los límites de la esperanza de vida humana condujo a nuevos enfoques y perspectivas sobre

la predicción de la mortalidad. El avance de la frontera de la supervivencia está documentado detalladamente en múltiples estudios.¹⁴ En este contexto, Oeppen y Vaupel¹⁵ introdujeron el concepto de *esperanza de vida de buenas prácticas* (BPLE); es decir, la esperanza de vida máxima observada entre las poblaciones de cada país para un año calendario determinado. La observación de la mejora constante de la BPLE sugiere que las reducciones de mortalidad deben verse como un flujo regular de progreso continuo.¹ El enfoque BPLE introdujo una nueva línea de investigación en la que se comenzó a modelar la tendencia de la esperanza de vida. La esperanza de vida al nacer, tanto para hombres como para mujeres, aumentó a lo largo del siglo XX.¹⁶

Históricamente, el método sugerido por Lee y Carter en 1992 es el más conocido y se han desarrollado una serie de enfoques algo similares.¹⁷ En estas propuestas las tasas de mortalidad por edades pueden pronosticarse, aprovechando la fuerte relación entre la esperanza de vida y el patrón de mortalidad por edades.¹⁸ Lee¹⁹ consideró un comportamiento estocástico de los cambios en la tendencia de la esperanza de vida, asumiendo que los cambios promedio son funciones de la brecha con la BPLE. La limitación de este enfoque es que la esperanza de vida futura no puede superar el nivel de la BPLE. Es importante señalar que los enfoques extrapolativos no están libres de supuestos. Cada modelo se basa en supuestos específicos sobre la mortalidad futura; por ejemplo, tasa constante de mejora, convergencia hacia un punto de referencia, etc. Estos modelos también suelen ser sensibles a diferentes factores o elecciones hechas por los pronosticadores, como la duración del período de ajuste, el indicador utilizado o si se utiliza un modelo coherente, a la elección de las poblaciones de referencia.¹² Torri y Vaupel²⁰ presentan un modelo basado en el movimiento geométrico browniano, que superó la limitación del modelo de Lee. Para ello, partieron de la idea que el futuro humano longevo está dado por una tendencia general de la esperanza de vida. Su modelo pronostica primero la esperanza de vida récord, es decir, la más longeva entre los países a nivel mundial, y luego la brecha entre el récord y la esperanza de vida actual para un país en particular, asumiendo una tendencia hacia la convergencia con el nivel récord previsto. Este enfoque, sin embargo, presenta algunos inconvenientes. Por un lado, las poblaciones que se quedan atrás de la esperanza de vida récord luego no pueden convertirse en poseedoras del récord. Por otro, no reconoce la interdependencia entre los sexos. Los principales aportes metodológicos del modelo de *Doble Brecha* son dos; en primer lugar, que puede detectar el cambio del país que registró el récord de esperanza de vida y, en segundo lugar, que también tiene en cuenta la correlación de la esperanza de vida entre sexos. Para capturar el cambio del país que posee el récord el modelo utiliza una estimación lineal de la tendencia de la esperanza de vida de los registros, en

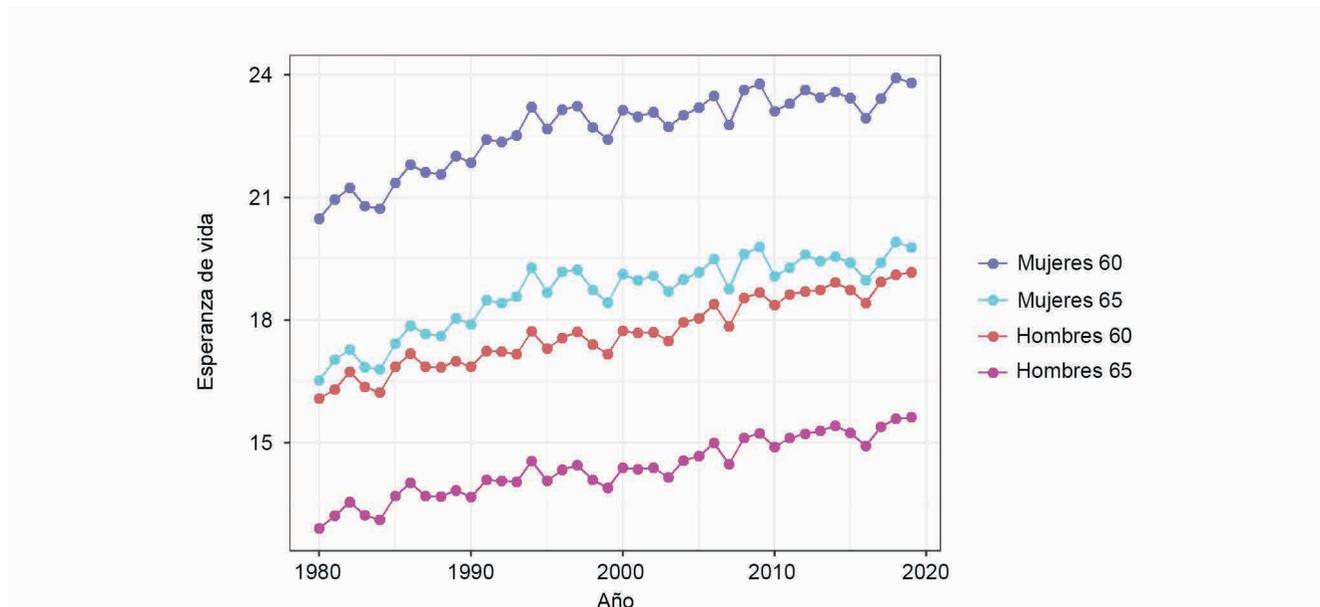
lugar de los valores reales del registro. Esto implica que el país con el récord de esperanza de vida en un año determinado puede estar por encima de la estimación lineal antes mencionada.

En cuanto a la correlación de la esperanza de vida entre sexos, son claras las evidencias disponibles que indican la presencia de diferencias biológicas de comportamiento entre los sexos, y cómo los factores sociales y psicológicos juegan un papel importante en la diferenciación de los patrones de mortalidad de mujeres y varones.¹ El modelo *Doble Brecha* plantea que se puede obtener un conocimiento más completo al integrar en un solo modelo la idea de la correlación de la esperanza de vida entre sexos y también entre países. Las mujeres viven más que los hombres en casi todas las poblaciones actuales. Algunas investigaciones se centran en los orígenes biológicos de la ventaja femenina; otras investigaciones destacan la importancia de los factores sociales. Se han estudiado, incluso, las diferencias de supervivencia entre hombres y mujeres en poblaciones de esclavos y poblaciones expuestas a hambrunas y epidemias graves, y se descubrió que incluso cuando la mortalidad era muy alta, las mujeres vivían en promedio más tiempo que los hombres.²¹

En relación con las bases de datos, a la fecha de este estudio los datos censales de Argentina más actualizados datan de 2010. Para los datos a nivel mundial, se utiliza como fuente la *Base de datos de Mortalidad Humana* (HMD), que contiene datos históricos de mortalidad de 48 poblaciones homogéneas en diferentes países y regiones. A la fecha de este estudio, la HMD se encuentra actualizada hasta el año 2020 y para algunos países y constituye una fuente de datos confiable. El análisis se centrará en el subconjunto de estos datos, que van desde el año 1980 al 2017. No se tendrán en cuenta las actualizaciones del 2018 al 2020, debido a que la información en estos años se encuentra disponible para un grupo reducido de países. Asimismo, el inicio del período de análisis será el año 1980, debido a que este es el año para el cual se cuenta con información digitalizada y robusta para Argentina. Por lo tanto, se tiene información de 48 países o regiones además de la Argentina, lo que da un total de 98 poblaciones específicas por sexo. Este trabajo realiza un ejercicio de aplicación para evaluar el modelo y luego, al disponer de mayor cantidad de datos, pronosticar a largo plazo.

A través de la construcción de las tablas de vida se obtiene como resultado la esperanza de vida de mujeres y varones a los 60 y 65 años, en Argentina para los años 1980 a 2019, los resultados se pueden observar en la [figura 1](#). Para la construcción se emplea el método de Chiang. Los riesgos de mortalidad que implica una tabla de vida por período generalmente difieren de los riesgos que las personas experimentarán a lo largo de su vida.²²

Figura 1 Serie de esperanza de vida en Argentina para las edades de 60 y 65 años, según sexo. Años 1980-2019



Fuente: elaboración propia

Las series presentan un patrón estable de tendencia creciente para todo el periodo de análisis, y sin valores atípicos, por lo que se puede pensar que los datos podrían ser ajustados por un modelo ARIMA clásico. Además, se puede apreciar un comportamiento muy parecido entre sexos, para ambos grupos de edad, lo que estaría en concordancia con la correlación existente entre sexos que supone el modelo. La esperanza de vida a los 60 para mujeres tiene una media de 22.57, con una varianza de 0.85 y un coeficiente de variación (CV) de 4.08, mientras que la misma serie para varones posee una media de 17.62, con una varianza de 0.66 y un CV de 4.61. Por otro lado, para los 65 años, la serie de esperanza de vida de mujeres tiene una media de 18.59, con una varianza de 0.81 y un CV de 4.84. Por último, la misma serie para varones tiene una media de 14.32, con una varianza de 0.47 y un CV de 4.79.

Ajuste del modelo de Doble Brecha

Paso 1: la tendencia de las buenas prácticas

Para la construcción del modelo primero se identifica el país que posee el máximo en la esperanza de vida de mujeres en el mundo en cada uno de los años de la serie de datos, y se hace un ajuste lineal para dicha serie de máximos. Desde 1840, el país con mayor esperanza de vida ha pasado de Suecia a Japón, y otro país (tal vez Singapur o

España) podría convertirse en el líder en el futuro.²³ De esta forma se establece una noción general de la dirección y la tasa de cambio de la mortalidad.

Paso 2: la brecha con la tendencia de buenas prácticas

Luego se pronostica la brecha entre la esperanza de vida de las mujeres del país bajo análisis y la tendencia de la serie de máximos de esperanza de vida femenina en el mundo, utilizando un modelo clásico de series de tiempo, determinando así la esperanza de vida futura de las mujeres del país analizado.

Paso 3: el modelo de brecha entre sexos

El siguiente paso consiste en pronosticar una segunda brecha entre la esperanza de vida masculina y la esperanza de vida femenina mediante un modelo lineal, obteniéndose de esta forma la esperanza de vida masculina específica del país. Finalmente, se construyen los intervalos de predicción. De esta forma el modelo propuesto se puede resumir mediante dos ecuaciones, en la primera ecuación, el pronóstico de la esperanza de vida futura de la mujer a la edad (x), tiempo (t) y país (k), $e_{k,x,t}^f$, se obtiene como la diferencia entre el pronóstico de la esperanza de vida futura de la tendencia de los valores máximos mundiales, que se denomina *tendencia de las buenas prácticas*, a esa edad y

tiempo $e_{x,t}^{tmp}$, y una brecha o distancia prevista, del desempeño del país o región rezagada específica, $D_{k,x,t}$,

$$e_{k,x,t}^f = e_{x,t}^{tmm} - D_{k,x,t}$$

De manera similar, la segunda ecuación consiste en definir la esperanza de vida futura para la población masculina como la diferencia entre la esperanza de vida futura de las mujeres y la brecha de género, $G_{k,x,t}$, en la esperanza de vida,

$$e_{k,x,t}^m = e_{k,x,t}^f - G_{k,x,t}$$

Paso 4: Intervalos de pronóstico

Finalmente, se producen intervalos de confianza para las esperanzas de vida por sexo a los 60 y 65 años a niveles de confianza especificados del 90 y 95%.

Resultados

Paso 1: la tendencia de las buenas prácticas

Como primer paso para ajustar el modelo se construye la serie de valores máximos o récords de esperanza de vida a nivel mundial para cada año del periodo de análisis, con base en los datos de las tablas de vida de la base de HMD. Los modelos resultantes para los datos ajustados fueron los siguientes:

$$e_{60,t}^{tmp} = -345,5 + 0,186 t$$

$$e_{65,t}^{tmp} = -326,9 + 0,174 t$$

Paso 2: la brecha con la tendencia de buenas prácticas

Para pronosticar la brecha entre la tendencia de las buenas prácticas y la esperanza de vida femenina específica de Argentina, se selecciona un modelo ARIMA con base en el criterio de AIC. En un modelo ARIMA la parte autorregresiva (AR) indica que la variable de interés en evolución retrocede en sus propios valores rezagados (es decir, anteriores). La parte del promedio móvil (MA) indica que el error de regresión es, en realidad, una combinación lineal de términos de error cuyos valores ocurrieron simultáneamente y en varios momentos del pasado. Finalmente, la I (de *integrado*) indica que los valores de los datos han sido reemplazados con la diferencia entre sus valores y los valores anteriores (este

proceso de diferenciación puede haberse realizado más de una vez). El propósito de cada una de estas características es hacer que el modelo se ajuste a los datos lo mejor posible. Para ello, previamente se actualizó la base de datos con las tablas de esperanza de vida descargadas del sitio web de HDM para incluir los años 2015, 2016 y 2017. Además, se agregaron los valores de esperanza de vida de Argentina para los años 1980-2017. La estimación de los parámetros de los modelos ARIMA ajustados para cada edad, resulta $\varphi_1 = -0.5601$ y $\mu = 0.1127$ para los 60 años y $\varphi_1 = 0.5653$ y $\mu = 0.1031$ para los 65 años. Los pronósticos y los intervalos de predicción se presentan en la figura 2.

Se observa que las brechas de pronóstico para Argentina muestran que la población femenina está lejos de superar la tendencia de buenas prácticas en el futuro. Esto se puede observar en los límites inferiores de los intervalos de predicción del 80 y 95%, que están por encima de cero. Los pronósticos sugieren una continuidad de la tendencia histórica, donde la mejora en la esperanza de vida a nivel mundial para las edades analizadas tienen un ritmo mayor al ritmo de mejora en Argentina. En la figura 2 se observa cómo la brecha tiende a agrandarse hasta llegar a superar los siete años en 2025, en el caso de la esperanza de vida a los 60 años. En tanto, para la esperanza de vida a los 65 años, el valor de la brecha en 2025 llega a los seis años y medio. La velocidad de esta divergencia es de 0.90 años de esperanza de vida en un horizonte de pronóstico de ocho años para la esperanza de vida a los 60 años y de 0.83 años en el caso de la esperanza a los 65 años.

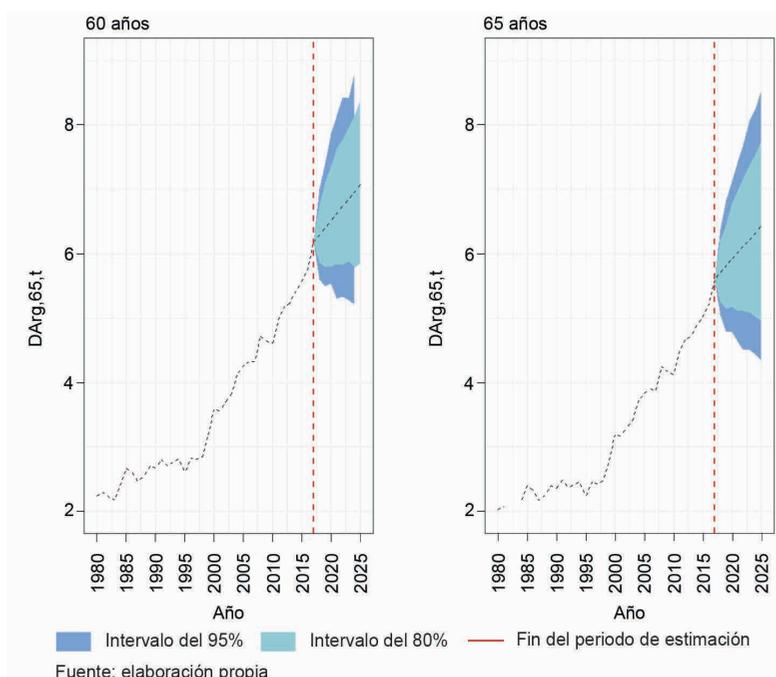
Paso 3: el modelo de brecha entre sexos

En el cuadro I se muestran los valores estimados de los parámetros del modelo para predecir la brecha en la esperanza de vida entre mujeres y hombres, a los 60 y 65 años $G_{Arg, 60, t}$ y $G_{Arg, 65, t}$

En este modelo el parámetro β_0 denota el nivel de intersección, que podría interpretarse como una brecha biológica entre los sexos; β_1 y β_2 representan el efecto de las dos brechas anteriores en el tiempo $t-1$ y $t-2$, lo que influye en el rango de valores posibles para la nueva brecha. El parámetro β_3 representa la velocidad de la convergencia entre la esperanza de vida femenina y masculina. Este término viene dado por $(e_{k,x,t} - \tau) +$ donde τ es el nivel de esperanza de vida en el momento en que se espera que la brecha entre sexos deje de ampliarse y comience a reducirse. El modelo lineal se ajusta a todas las edades por debajo del nivel de esperanza de vida femenina, A.

En el modelo ajustado para el total de países y regiones incluidas en el cuadro I, la estimación del parámetro β_0 , que

Figura 2 Pronósticos de la brecha entre la tendencia de las buenas prácticas y la esperanza de vida de las mujeres en Argentina a los 60 y 65 años, con sus intervalos de confianza del 80 y 95%. Años 1980-2025



Cuadro I Parámetros estimados para los modelos de pronóstico de brecha entre sexos para la esperanza de vida a los 60 y 65 años

Parámetros	60 años de edad	Probabilidad	65 años de edad	Probabilidad
β_0	0.003	0.896	0,040	0.114
β_1	0.639	< 0.001	0,621	< 0.001
β_2	0.361	< 0.001	0,370	< 0.001
β_3	-0.014	< 0.001	-0,013	< 0.001
T	22,470	-	18,600	-
A	26,733	-	22,239	-
L	1,500	-	1,120	-
U	6,560	-	5,210	-

Fuente: Elaboración propia¹

$$IG_{k,x,t} = \beta_0 + \beta_1 G_{k,x,t-1} + \beta_2 G_{k,x,t-2} + \beta_3 (e_{k,x,t}^f - \tau)_+ + si e_{k,x,t}^f \leq A, y G_{k,x,t} = G_{k,x,t-1} + en otro caso$$

denota el nivel de la ordenada al origen y cuya interpretación puede ser el valor inicial o basal de la brecha entre ambos sexos; es cercano a cero para ambas edades lo cual indicaría que no existe como punto de partida una brecha entre ambos sexos. Mientras β_1 y β_2 que representan el efecto de las dos brechas anteriores en el tiempo t-1 y t-2, influyendo en el rango de valores posibles para la nueva brecha, explican la mayor parte de la tendencia de la brecha. El parámetro β_3 negativo, pero muy cercano a cero, indica que la velocidad de convergencia entre la esperanza de vida femenina y masculina es muy lenta, siendo apenas un poco más rápida para los 60 años. L y U son las brechas mínimas y máximas observadas, respectivamente.

Al reemplazar en el modelo los valores de la esperanza de vida femenina en Argentina se obtienen los valores futuros estimados de la brecha entre ambos sexos hasta el año 2025, junto con los intervalos de predicción del 80% y el 95%.

Los resultados indican que tanto a los 60 como a los 65 años, la brecha entre las esperanzas de vida de mujeres y varones se incrementa desde 1980 hasta mediados de la década de los 90, a partir de allí comienza una lenta disminución, que luego tiende a estabilizarse. En el caso de los 60 años, la brecha está levemente por encima de los 4 años y medio, mientras que para los 65 años de vida es apenas superior a los 4 años. Sin embargo, los intervalos

de confianza de 80% muestran que la brecha podría llegar a achicarse a menos de un año para el año 2025, en ambas edades.

Paso 4: Intervalos de pronóstico

Los pronósticos del modelo *Doble Brecha* indican que las esperanzas de vida en Argentina tanto a los 60 como a los 65 años, crecerán levemente hasta 2025. Para las mujeres se incrementa medio año, mientras que en los varones el crecimiento de la esperanza es levemente superior, teniendo un crecimiento de 0.59 a los 60 años y 0.57 a los 65. Esto último muestra también una tendencia lenta hacia una convergencia entre las esperanzas de vida masculina y femenina. Esta tendencia a la convergencia se puede visualizar en el gráfico con los intervalos de confianza al 95% para las esperanzas masculinas y femeninas, ya que estos comienzan a solaparse a partir del año 2024 para ambas edades bajo análisis. Además, se pone en evidencia cómo Argentina está lejos de registrar un récord de esperanza de vida a nivel mundial para estas edades, debido a que los pronósticos de esperanza de vida que genera el modelo de *Doble Brecha* para el país están muy lejos de la tendencia de las buenas prácticas (figura 3).

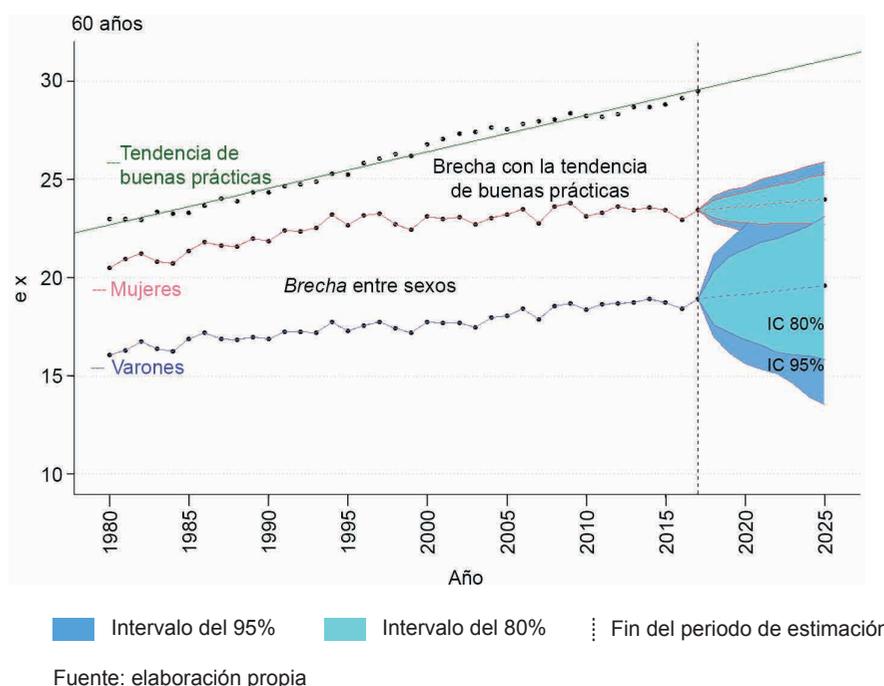
Discusión

Resulta de gran importancia disponer de métodos sen-

cillos para predecir los niveles de mortalidad futuros, dada la creciente preponderancia que este campo está adquiriendo en la sociedad, en particular en lo vinculado al sistema previsional.

En general, los modelos aplicados en este campo de estudio están limitados en su accionar, ya que no es posible introducir variables explicativas subyacentes (fluctuaciones económicas, políticas de salud, calidad de nutrición, progresos sociales en educación, higiene, medicina, etc.) que afectan directa o indirectamente la dinámica de la esperanza de vida. Por otro lado, la disminución de la mortalidad en la vejez ha impulsado los recientes aumentos de la esperanza de vida, pero no hay acuerdo sobre el patrón de edad de las muertes en la vejez. Por ejemplo, algunos sostienen que las muertes por vejez deberían comprimirse en edades avanzadas, y otros sostienen que las muertes por vejez deberían dispersarse más con la edad, sería interesante evaluar las esperanzas a distintas edades (cada cinco años, por ejemplo) y estudiar sus diferencias.²⁴ Los indicadores de variación relativa de la esperanza de vida son marcadores de desigualdad en la población y de la incertidumbre en el momento de la muerte a nivel individual.²⁵ En la actualidad, existen muchos modelos para realizar estos ajustes, los investigadores/as probablemente no deberían trabajar con un solo modelo o enfoque para modelar el futuro, sino con combinaciones de ellos. Los resultados registrados por el modelo de *Doble Brecha* para el caso de Argentina en las edades de 60 y 65 años, indican una buena calidad en el ajuste, por lo cual sería importante contemplarlo entre

Figura 3 Pronósticos e intervalos para la esperanza de vida a lo 60 años



las metodologías de pronóstico empleadas para el análisis debido a su precisión y simplicidad. El ajuste es sencillo y produce modelos con parámetros claros e interpretables. Sin embargo un punto a evaluar es la amplitud de los intervalos obtenidos, dado que los mismos permiten dar una medida de confianza asociada al resultado, su amplitud es deseable lo más reducida posible. En los resultados se observa una amplitud diferencial por sexos, hecho que será estudiado a profundidad en futuros trabajos.

Se debe destacar que este tipo de modelos depende solo de la disponibilidad de los datos del total de población y mortalidad, necesitando una serie de varios años para poder realizar las estimaciones. En Argentina los datos de mortalidad se encuentran disponibles con una buena calidad desde 1980 y la DEIS sigue proporcionando datos consolidados cada mes de diciembre, lo cual permitirá continuar la evaluación del modelo en el futuro. Sin embargo, al mismo tiempo los modelos que contemplan el conjunto de datos a nivel mundial tienen la fortaleza de enriquecerse en contraste con modelos que se basan solo en datos del propio país para realizar estimaciones.

Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo es realizar un primer ajuste del modelo de *Doble Brecha* a datos de Argentina y hacer foco en la capacidad predictiva del modelo. En este punto se optó por seguir la elección automática de los modelos ARIMA que ajustan la brecha entre la esperanza de vida específica de un país y la tendencia de las buenas prácticas, como propone originalmente el modelo de *Doble Brecha*. Desde este trabajo se sugiere hacer una exploración de los resultados que se obtendrán al evaluar otro tipo de selección de los modelos ARIMA, incluso evaluar la posibilidad de implementar otros modelos. Con base en los resultados se propone realizar una actualización de las estimaciones con los datos poblacionales que se obtengan a partir del Censo 2022 y las estimaciones intercensales que se realicen a partir de este, como también evaluar el efecto de la pandemia en una posible caída de la esperanza de vida en los años 2020 y 2021 en el marco de la covid-19 y, finalmente, realizar una estimación a largo plazo.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

1. Pascariu MD, Canudas-Romo V, Vaupel JW. The double-gap life expectancy forecasting model. *Insur Math Econ*. 2018;78: 339-50. doi: 10.1016/j.insmatheco.2017.09.011
2. Thesis MD. Modelling and forecasting mortality [Internet]. Scor.com. 2018 [citado el 30 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.scor.com/sites/default/files/pascariu_-_2018_-_modelling_and_forecasting_mortality.pdf
3. Martínez-Illanes LR, Pinto-Ortiz, EN Ruiz-Zalazar TR. La sostenibilidad del sistema integrado previsional argentino, SIPA. 50° Jornadas Internacionales de Finanzas Públicas. 2017.
4. van Raalte AA, Sasson I, Martikainen P. The case for monitoring life-span inequality. *Science* [Internet]. 2018;362 (6418):1002-4. doi:10.1126/science.aau581
5. Naran K, Nundalall T, Chetty S, et. al. Principles of immunotherapy: Implications for treatment strategies in cancer and infectious diseases. *Front Microbiol* 2018 doi: /10.3389/fmicb.2018.03158
6. Olshansky SJ, Carnes BA. Inconvenient truths about human longevity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2019;74 (Supplement_1):S7-12. doi:10.1093/gerona/glz098
7. Gameiro GR, Sinkunas V, Liguori GR, et. al. Precision Medicine: Changing the way we think about healthcare. *Clinics* (Sao Paulo) 2018 doi:10.6061/clinics/2017/e723
8. University of California, Berkeley; Max Planck Institute for Demographic Research, Rostock, Human Mortality Database (HMD). Disponible en: <https://www.mortality.org/>. Accessed 27 March 2020.
9. Aburto JM, Villavicencio F, Basellini U, et. al. Dynamics of life expectancy and life span equality. *Proc Natl Acad Sci USA* 2020;117(10):5250-9. doi:10.1073/pnas.1915884117
10. Medford A, Vaupel JW. Human lifespan records are not remarkable but their durations are. *PLoS One* 2019;14(3) doi:10.1371/journal.pone.0212345
11. Alvarez JA, Aburto JM, Canudas-Romo V. Latin American convergence and divergence towards the mortality profiles of developed countries. *Popul Stud (Camb)* 2020 74(1):75-92.
12. Aburto JM, Beltrán-Sánchez H. Upsurge of homicides and its impact on life expectancy and life span inequality in Mexico, 2005-2015. *Am J Public Health* 2019 doi:10.2105/ajph.2018.304878
13. García J, Aburto JM. The impact of violence on Venezuelan life expectancy and lifespan inequality. *Int J Epidemiol* 2019 [;48 (5):1593-601.
14. Maier H, Jeune B, Vaupel JW, editores. *Exceptional Lifespans*. Cham: Springer International Publishing; 2021.
15. Oeppen J. Life expectancy convergence among nations since 1820: Separating the effects of technology and income. En: *Demographic Research Monographs*. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 197-219.
16. Population.un.org. [citado el 30 de enero de 2024]. Disponible en: https://population.un.org/wpp/publications/Files/WPP2019_10KeyFindings.pdf
17. Bengtsson T, Keilman N. Old and new perspectives on mortality forecasting. Bengtsson T, Keilman N, editores. Cham: Springer International Publishing; 2019.
18. Bergeron-Boucher M-P, Kjærgaard S, et. al. The impact of the

- choice of life table statistics when forecasting mortality. *Demogr Res* 2019;41(43):1235-68.
19. Lee R. Mortality forecasts and linear life expectancy trends. En: *Demographic Research Monographs*. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 167-83.
 20. Torri T, Vaupel JW. Forecasting life expectancy in an international context. *Int J Forecast* 2012;28(2):519-31.
 21. Zarulli V, Barthold-Jones JA, Oksuzyan A, et.al. Women live longer than men even during severe famines and epidemics. *Proc Natl Acad Sci US A* 2018;115(4). Disponible doi:10.1073/pnas.170153511.
 22. Dormont B, Samson AL, Fleurbaey M, et. al. Individual uncertainty about longevity. *Demography* 2018;55(5):1829-54. doi:10.1007/s13524-018-0713-4
 23. Foreman KJ, Marquez N, Dolgert A, et. al. Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016-40 for 195 countries and territories. *Lancet*. 2018;392(10159):2052-90.
 24. Zuo W, Jiang S, Guo Z, et. al. Advancing front of old-age human survival. *Proc Natl AcadSci USA* 2018;115(44):11209-14. doi:10.1073/pnas.1812337115
 25. Aburto JM, Alvarez-Martínez JA, Villavicencio F, et. al. The threshold age of the lifetable entropy. *Demogr Res* 2019;41(4): 83-102.