

Análisis de la evolución histórica de la razón de masculinidad al nacer en España

Analysis of the Historical Evolution of Sex Ratio at Birth in Spain

Jesús Javier Sánchez Barricarte

Palabras clave

- Edad de la madre
- Edad del padre
- España
- Estandarización
- Radiación solar
- Razas
- Razón de masculinidad al nacer
- Vitamina D

Key words

- Mother's Age
- Father's Age
- Spain
- Standardization
- Solar Radiation
- Races
- Sex Ratio at Birth
- Vitamin D

Resumen

Presentamos un análisis de la razón de masculinidad al nacer en España desde finales del siglo XIX hasta la actualidad. Se hace una explotación muy detallada para el período 1975-2019 sobre la base de más de 20 millones de fichas de nacimientos. Además de constatar la escasa fiabilidad de los registros de los nacimientos en las primeras décadas del siglo XX, hemos determinado que, al contrario de lo generalmente aceptado, esta ratio no es constante. Nuestros datos muestran que la edad y la raza de los progenitores, el orden de nacimiento, el estado civil de las madres y la intensidad de la radiación solar tienen una clara influencia en dicho indicador.

Abstract

This study analyzes sex ratio at birth in Spain from the late 19th century to the present. A detailed examination has been performed for the period between 1975 and 2019, considering over 20 million birth records. In addition to verifying the low reliability of the birth records during the early 20th century, we have also found that, in contrast to general beliefs, this ratio is not consistent. Our data suggest that parental age and race, birth order and intensity of solar radiation, all clearly influence this indicator.

Cómo citar

Sánchez Barricarte, Jesús Javier (2023). «Análisis de la evolución histórica de la razón de masculinidad al nacer en España». *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 182: 139-166. (doi: 10.5477/cis/reis.182.139)

La versión en inglés de este artículo puede consultarse en <http://reis.cis.es>

Jesús Javier Sánchez Barricarte: Universidad Carlos III de Madrid | jesusjavier.sanchez@uc3m.es

INTRODUCCIÓN

La razón de masculinidad al nacer (RMN) es la ratio entre el número de niños y niñas que nacen vivos expresada en porcentaje. Algunos científicos consideran que esta relación es una constante de naturaleza biológica y es igual, aproximadamente, a 105-106 nacimientos masculinos por cada 100 nacimientos femeninos (Ein-Mor *et al.*, 2010). Este ligero exceso de nacimientos masculinos fue documentado por primera vez a principios del siglo XVIII por el inglés John Graunt y muchos estudios de poblaciones humanas han confirmado su hallazgo. Un trabajo de Chahnazarian (1986) sobre los nacimientos durante el período 1962 a 1980 en 24 países europeos mostró una relación de sexos al nacer de 105 a 107, con una mediana de 105,9. Esta última cifra es la que con frecuencia se utiliza como referencia para calcular las desviaciones en la proporción de sexos. Al contrario de lo generalmente afirmado, la RMN en España no ha sido constante, sino que ha variado notablemente en función de una serie de factores.

Se cuentan por decenas los factores biológicos, demográficos, ambientales y socio-lógicos de los que se sospecha que pueden influir en la proporción de sexos al nacer: tamaño de la familia, edad y ocupación de los padres (Novitski, 1953), orden de nacimiento, raza (Khoury, Erikson y James, 1984), frecuencia de coitos, latitud, tipo de alimentación, hambrunas, exposición a toxinas ambientales (Schacht, Tharp y Smith, 2019; Terrell, Harnett y Marcus, 2011), estrés (Grech, 2018), aspectos socioeconómicos (Grech, 2018), enfermedades, guerras (Hesketh y Xing, 2006) e incluso terremotos¹.

A pesar del ingente número de investigaciones que se han llevado a cabo sobre

este tema en diferentes partes del mundo, en España se ha ignorado casi completamente, con la excepción de dos trabajos, el de Gutiérrez-Adán, Pintado y Fuente (2000) y el de Braglia y Nicolini (2018). El primero de ellos analiza la RMN durante un brevísimo período (1981-1997) apuntando que son los cambios en la edad a la maternidad los que provocan las variaciones en esta ratio. El segundo especula sobre el posible vínculo de los incrementos en la RMN en España con la posible existencia de prácticas de abortos selectivos de niñas.

La importancia del estudio de la proporción de los sexos está fuera de dudas. Muchos fenómenos demográficos se ven afectados por la proporción de sexos, por ejemplo, la tasa de nupcialidad, la cantidad y extensión de la migración y la tasa de mortalidad. Incluso la vida social de la comunidad se ve muy afectada por la distribución por sexos. La RMN afecta al tiempo necesario para doblar el tamaño de una población (es mayor cuando la RMN es más alta), es necesaria para entender la morbilidad infantil (los niños varones son más susceptibles a enfermar y tienen mayores tasas de mortalidad infantil), se ha utilizado para evaluar el impacto de factores medioambientales en el sistema endocrino y en la salud reproductiva de los humanos, etc.

Diversos artículos, basándose en la RMN y en la proporción de sexos entre los infantes, apuntan la posible existencia de prácticas de infanticidios femeninos y negligencia en el cuidado de las niñas de corta edad en España en períodos anteriores a 1950 (Echavarri, 2022; Beltrán y Marco-Gracia, 2021; Beltrán y Gallego-Martínez, 2020; Braglia y Nicolini, 2018). Haciendo uso de la RMN, también se han publicado artículos que aseguran que actualmente algunas comunidades de inmigrantes residentes en España ponen en práctica el aborto selectivo de niñas (González, 2018; Castelló *et al.*, 2019).

¹ Unas excelentes revisiones de la literatura sobre las causas de la RMN las podemos encontrar en los trabajos de Chahnazarian (1988), Guilmoto (2015), James y Grech (2017) y West y Grech (2020).

FUENTES

El presente estudio está basado en datos obtenidos de las siguientes fuentes:

- Los nacimientos según sexo y origen de la madre ocurridos en España, sus provincias y capitales de provincia²:
 - a) Período 1858-1974: Libros del movimiento natural de la población, Instituto Nacional de Estadística (INE). Datos disponibles en el Fondo Documental del INE, accesible en https://www.ine.es/inebase_historia/inebase_historia.htm
 - b) Período 1975-2019: Microdatos del *Boletín Estadístico de Parto*, Instituto Nacional de Estadística. Datos disponibles en <https://www.ine.es/>. Para este período hemos podido trabajar con información de los microdatos relativos a más de 20,5 millones de nacimientos.
- La edad media a la maternidad de 1922 a 1974 en España la hemos obtenido de la Human Fertility Collection del Max Planck Institute for Demographic Research (<https://www.fertilitydata.org/cgi-bin/country.php?code=esp>). La edad media a la maternidad y a la paternidad desde 1975 a 2019 la hemos calculado a partir de las edades de los progenitores recogidas en los microdatos del *Boletín Estadístico de Parto*.
- La población por edad y sexo en España desde 1857 a 2011: Censos españoles, Instituto Nacional de Estadística.
- Los datos históricos sobre nacimientos clasificados por sexo en varios países europeos han sido obtenidos de las di-

ferentes oficinas estadísticas oficiales de dichos países, todas ellas accesibles vía web: Francia, Suecia, Suiza, Bélgica, Finlandia e Italia.

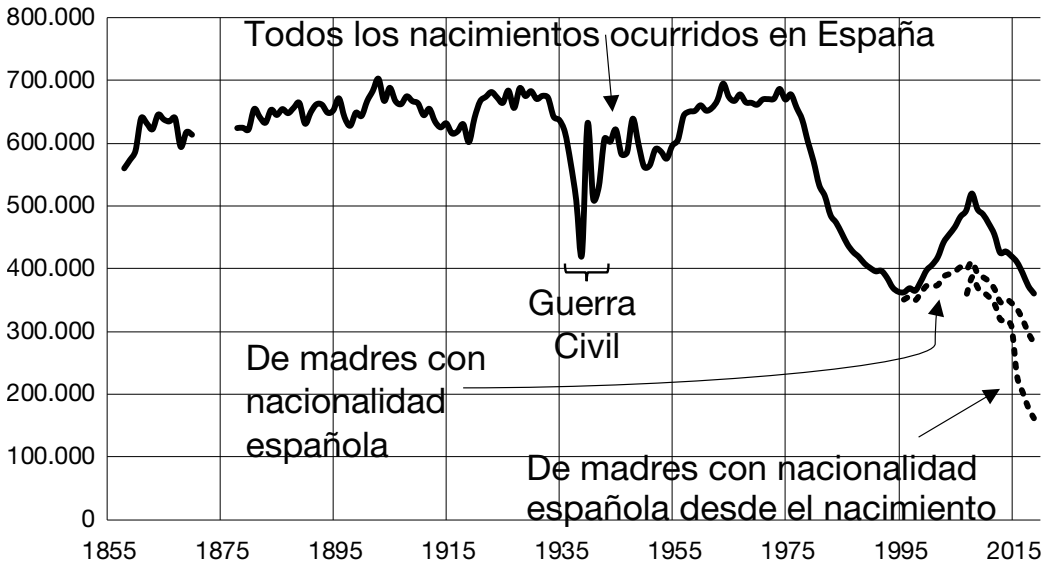
- Los datos sobre nupcialidad en España desde 1976 a 2019 proceden de los microdatos del *Boletín Estadístico de Matrimonio* y están disponibles en la web del INE anteriormente citada.
- Los datos de Radiación Solar Horizontal Global desde 1975 hasta 2021 nos los ha provisto la Agencia Estatal de Meteorología de España. Presentamos la media anual de los valores observados en todas las estaciones disponibles.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL NÚMERO DE NACIMIENTOS

Puesto que la RMN se calcula a partir de la relación de los sexos de los nacidos vivos, vamos a exponer brevemente en primer lugar la evolución histórica del número de nacimientos. Desde mediados del siglo XIX y hasta finales del XX en España nacían aproximadamente entre 600 000 y 700 000 niños cada año (véase gráfico 1). Coincidiendo con la llegada del sistema democrático se inició un período de ininterrumpido descenso que ha continuado hasta nuestros días. Solo la llegada de un importante contingente de inmigrantes hizo posible que estas cifras experimentaran un breve repunte entre 1995 y 2015. El peso proporcional que representan los nacimientos de madres de nacionalidad extranjera no ha dejado de incrementarse desde 1995. En el gráfico 2 podemos comprobar que en 2019 ya eran más los niños que nacían de madres extranjeras o de origen extranjero (aquellas que adquirieron la nacionalidad después de un proceso de naturalización) que de madres españolas. Esta profunda transformación demográfica que ha vivido España en menos de tres décadas justifica que en este estudio debamos tener en

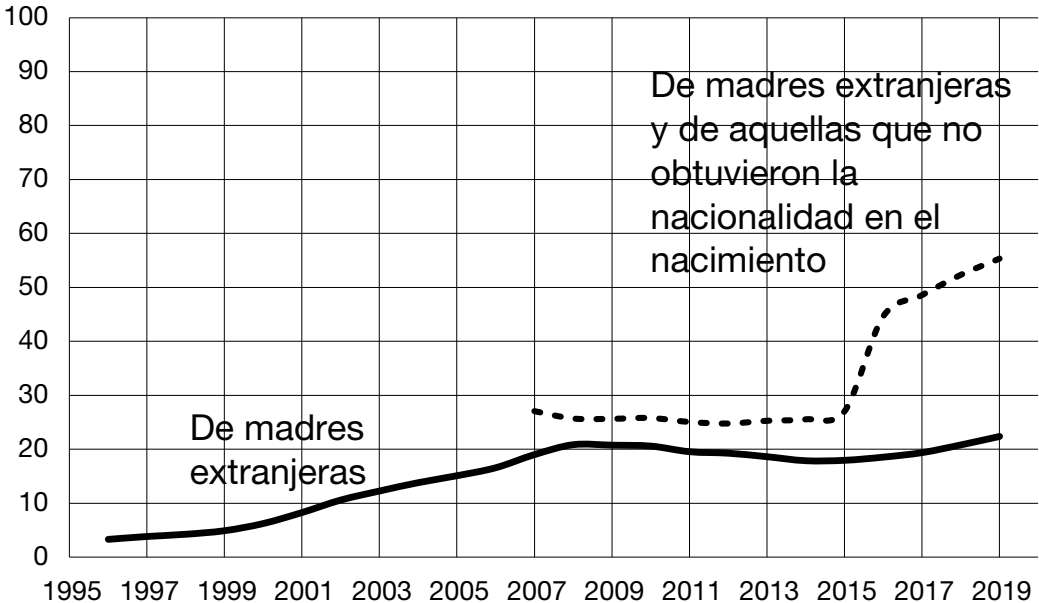
² Hasta el año 1927 las actuales provincias de Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas formaron parte de una sola (Canarias). En este trabajo hemos mantenido esta unidad territorial a lo largo de todo el período de estudio (1858-2019).

GRÁFICO 1. Evolución histórica del número absoluto de los nacimientos en España según origen de las madres



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 2. Porcentaje de nacimientos en España de madres extranjeras



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

cuenta el origen geográfico de las madres puesto que la tonalidad de su piel puede ser un factor condicionante de la RMN.

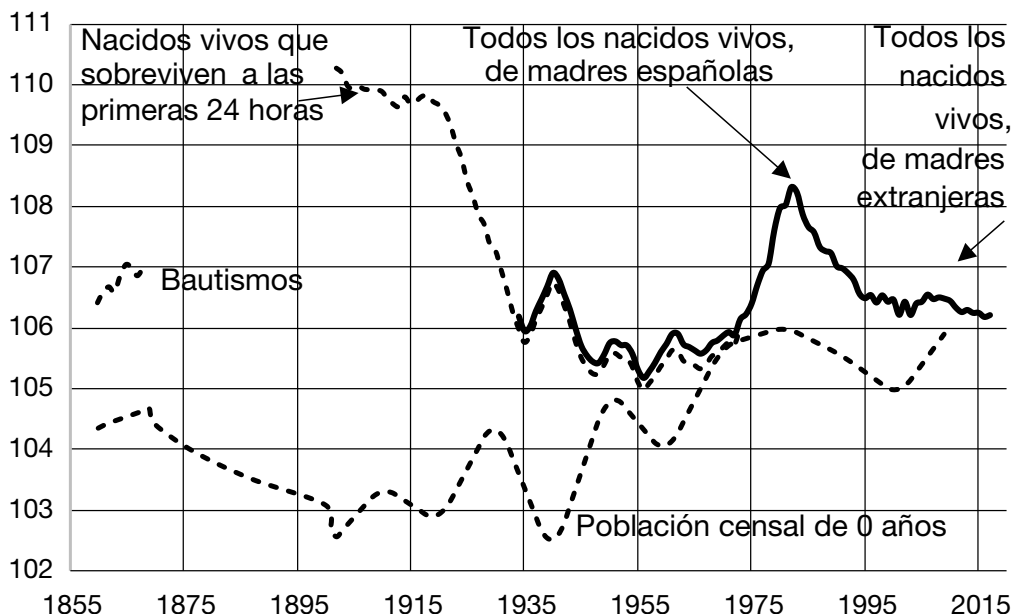
EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA RAZÓN DE MASCULINIDAD AL NACER

Antes del año 1932 no es posible calcular la RMN en España ya que es a partir de entonces cuando las estadísticas del Movimiento Natural de la Población recogen el sexo tanto de los nacidos vivos que sobreviven a las primeras 24 horas como los de aquellos que, habiendo nacido con vida, fallecieron antes de las 24 horas. Entre los años 1900 y 1931 podemos hacer una estimación de la RMN a partir del sexo de aquellos que sobrevivieron a las primeras 24 horas (en el gráfico 3 podemos ver que

la razón de masculinidad así calculada no difiere mucho de la que tiene en cuenta a todos los nacidos vivos). Desde 1858 a 1870 es posible calcular la RMN a partir de los bautismos celebrados en toda España.

La razón de masculinidad de los nacidos vivos que sobreviven a las primeras 24 horas en las primeras décadas del siglo xx es llamativamente alta, con valores cercanos a los 110 varones por cada 100 niñas. Diferentes autores han advertido sobre la limitada calidad del Registro Civil de finales del siglo xix y las primeras décadas del siglo xx (Nicolau, 2005: 107; Reher y Valero-Lobo, 1995: 90; Livi-Bacci, 1968: 232-233). Todo apunta a que el generalizado subregistro existente en el número total de nacimientos afectaba más intensamente a las hijas. Es decir, los padres estaban más prestos a cumplir con su deber legal de registrar el nacimiento de sus hijos varones que el de

GRÁFICO 3. Razón de masculinidad en España según diferentes fuentes y tipología de población sobre la que se hace el cálculo (media móvil de 5 años)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

sus hijas. Esto explicaría los valores sorprendentemente elevados de la RMN en esas décadas iniciales del siglo xx.

Aunque Beltrán y Marco-Gracia (2021) apuntan la posibilidad de la existencia de prácticas de infanticidio selectivo femenino en alguna región española en tiempos históricos (1750-1950), con los datos disponibles a nivel nacional desde mediados del siglo xix, hemos de descartarlas para el conjunto del país. Además, si nos fijamos en la RMN para el período 1858 a 1870 (calculada a partir de la información sobre bautismos), observamos valores acordes a lo esperado (106-107). Es decir, cuando se trataba de administrar el sacramento del bautismo a su prole, los padres no hacían discriminación alguna según por el sexo. Acudían prestos a sus parroquias con todos sus hijos, tanto los varones como las féminas. Sin embargo, cuando tenían que cumplir con la obligación administrativa de inscribirles en el Registro Civil, no eran tan diligentes en hacerlo con las hijas.

Igualmente, de haberse producido una generalizada práctica de infanticidio femenino entre las recién nacidas, cabría esperar una razón de masculinidad mucho más elevada en la población de 0 años de edad recogida en los censos españoles de las primeras décadas del siglo xx (véase gráfico 3).

En el período 1900-1930 hubo 10 provincias con niveles anormalmente elevados que oscilaban desde 110 a 127 varones por cada 100 niñas. La mayor parte de ellas se localizaban en el sudeste peninsular (Albacete, Alicante, Almería, Granada, Jaén, Málaga y Murcia), pero también en otros puntos muy variados de la geografía española (Canarias, Lérida, Orense y Asturias). Sin embargo, los valores de la RMN de estas 10 provincias en el período 1858-1870 (calculados sobre la base de los datos bautismales) eran muchísimo más bajos y muy próximos a la media observada en el conjunto de España.

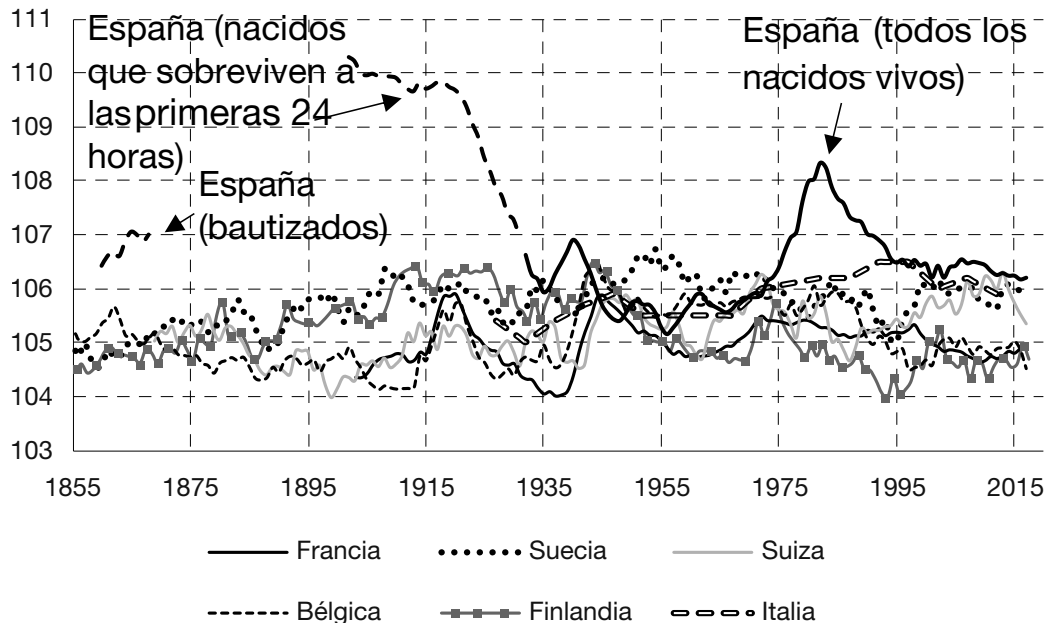
El caso de la provincia de Murcia es especialmente llamativo. En el período 1858-1870, su RMN (recordemos, calculada a partir de los datos bautismales) fue de 106,5, es decir, un valor dentro de las cifras razonablemente esperadas. Sin embargo, en las tres primeras décadas del siglo xx se incrementaron a niveles desorbitados: 124,2, 127 y 123,5, respectivamente (recordemos, ya sobre la base de la información recogida en el Registro Civil). En la década de 1930-1939, sin embargo, su RMN descendió a 108,7.

Los datos de la RMN en las capitales de provincias muestran también grandes inconsistencias. El número de capitales con datos sospechosamente elevados es mayor que el de provincias. En el caso concreto de la ciudad de Murcia, los valores de la RMN alcanzan cifras disparatadamente altas: 1900-1909: 178,0; 1910-1919: 188,3 y 1920-1929: 157,6.

No podemos aceptar que las niñas que no se inscribieron en el Registro Civil hubieran sido eliminadas por sus padres al nacer sin que hubiese transcendido socialmente esa generalizada práctica de filicidio. Del análisis histórico previo solo podemos concluir lo inadecuado del uso de los datos de los nacimientos del período 1900-1930 a partir de la información del Registro Civil y, por lo tanto, hemos de ser extremadamente cautelosos con las conclusiones de los estudios basados en los mismos.

A mayor abundamiento, el rápido y paulatino descenso de la RMN en el breve período de 1920 a 1936 se ajusta mejor a un relato como el del perfeccionamiento de la cobertura del Registro Civil que con un supuesto profundo cambio de valores que hubiera llevado a los padres a abandonar hipotéticas prácticas de filicidio de las recién nacidas. En definitiva, creemos que solo se puede achacar la abultada RMN en el primer cuarto del pasado siglo xx a razones estrictamente administrativas (la mala

GRÁFICO 4. Razón de masculinidad al nacer en diferentes países (media móvil de 5 años)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

calidad del registro de los nacimientos, y muy especialmente, el de las niñas). Blanes (2007: 63) cuantifica el subregistro de los nacimientos por sexo en el primer decenio del siglo xx en el 3,1 % de los varones registrados y en el 7,3 % de las niñas. Esos valores se reducen drásticamente, situándose en los años cuarenta en el 0,4 % y el 0,5 %, respectivamente.

Si nos centramos en la evolución de la RMN a partir del año 1932 (que es cuando ya disponemos de los datos para todos los nacidos vivos y cuando la eficacia del Registro Civil mejoró ostensiblemente), lo que apreciamos es que, lejos de ser constante, ha fluctuado en valores entre 105 y 109.

A partir del año 1958, la RMN inició una etapa ascendente hasta alcanzar un valor de 109,2 en el año 1981. Este valor, basado en 533 000 nacimientos, está bastante alejado de los niveles considerados como normales en países donde no se practica el aborto selectivo de niñas. Si cotejamos la evolución

de la RMN en diferentes países del entorno europeo (véase gráfico 4), podemos comprobar que lo habitual es que esta fluctúe alrededor de los 104-106 puntos.

Tanto en España en los años alrededor de la Guerra Civil (1936-1939), como en los otros países durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), se aprecia un ligero incremento en la RMN. Diferentes estudios han encontrado un pequeño pero significativo incremento en los nacimientos de varones en Europa y los Estados Unidos tanto en la Primera como en la Segunda Guerra Mundial, y en los Estados Unidos durante las guerras de Corea y Vietnam. Sin embargo, los estudios de las guerras de los Balcanes y de la guerra Irán-Irak no reprodujeron estos hallazgos. Aunque se han expuesto diferentes posibles explicaciones biológicas, como el incremento en el estrés en los varones que pudiera afectar a la viabilidad de los espermatozoides XY frente a los XX, lo cierto es que la causa de esta al-

teración en la proporción de sexos al nacer vinculada con las guerras sigue sin resolverse (Hesketh y Xing, 2006).

En el gráfico 4 podemos observar que incluso a partir del año 1932, cuando ya las estadísticas sobre los registros de los nacimientos son muy fiables, los valores de la RMN en España siempre se han situado entre los más elevados de los países europeos.

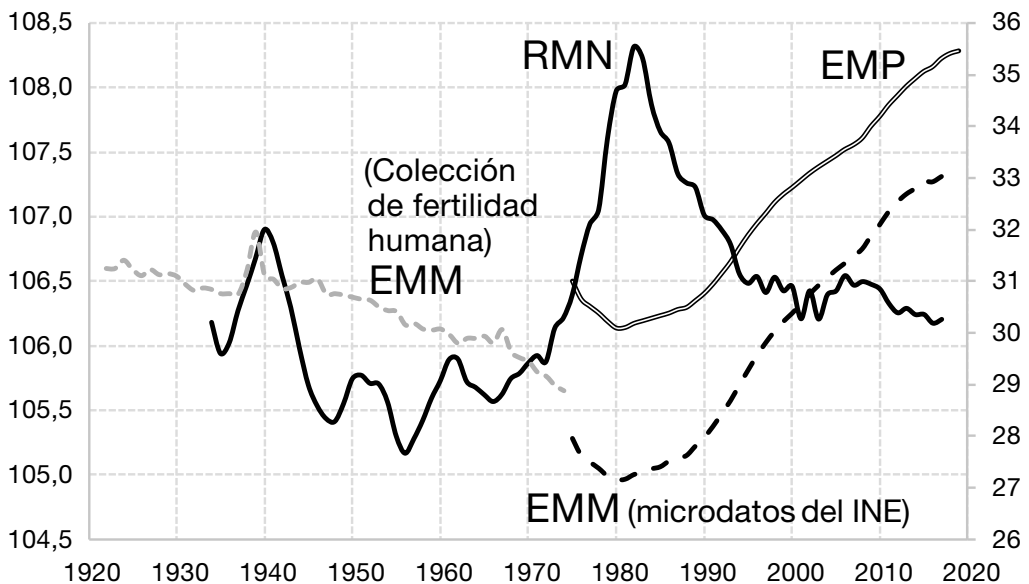
Llama poderosamente la atención los altos valores de la RMN en España en el período de 1975-1995. La alta calidad de los datos del Registro Civil de esos años está fuera de toda duda y no tenemos noticias que confirmen la práctica de infanticidio selectivo de las niñas recién nacidas (o de abortos selectivos según el sexo una vez aprobada la ley despenalizadora en 1985), por lo que es necesario indagar en las causas del *boom* en los valores de la RMN en ese período.

LA EDAD MEDIA A LA MATERNIDAD Y A LA PATERNIDAD

La edad de los progenitores fue una de las primeras variables señaladas por numerosos investigadores como determinantes del nivel de la RMN (Novitski, 1953). Chahnazarian (1988) recoge en una extensa tabla los resultados de 30 investigaciones llevadas a cabo en varios países sobre este tema. Las conclusiones que se derivan de ellas es que el orden de nacimiento y la edad del padre correlacionan negativamente con la RMN. Por el contrario, la edad de la madre no parece tener relación alguna, una vez que se controla por la edad del padre y el orden de nacimiento.

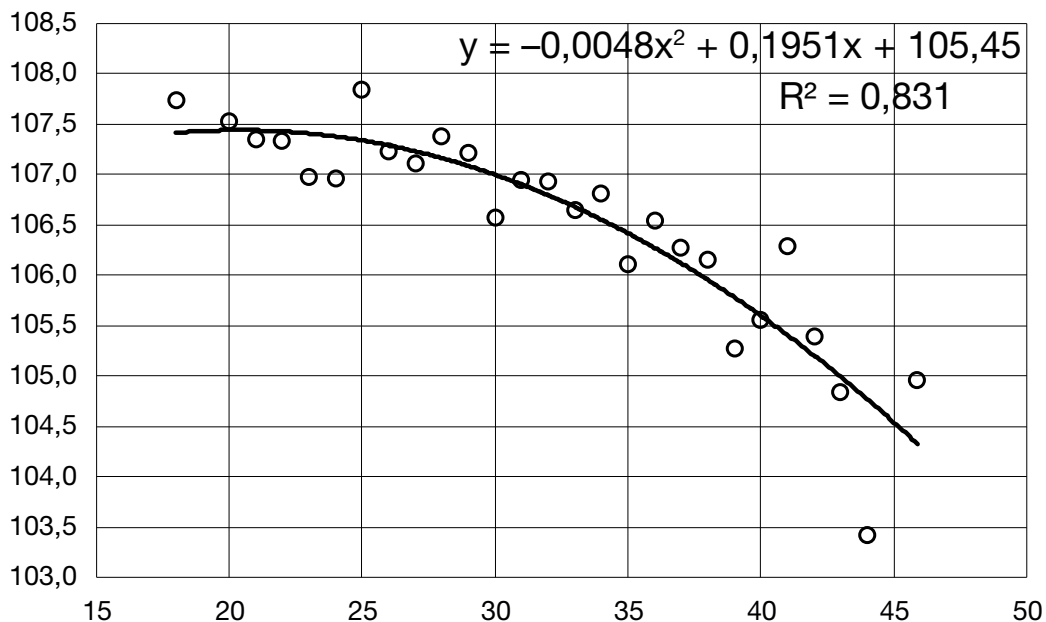
En el gráfico 5 podemos ver que, para el caso español, existe una clara coincidencia temporal entre la evolución histórica de las edades medias a la maternidad (EMM)

GRÁFICO 5. Evolución histórica de la razón de masculinidad al nacer (RMN) (eje izquierdo) y de la edad media a la maternidad (EMM) (madres españolas) y a la paternidad (EMP) (eje derecho). En la RMN se expresa la media móvil de 5 años



Nota: La edad media a la paternidad se refiere a las parejas varones de las madres españolas. Estos pueden ser tanto españoles como extranjeros.

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 6. Relación entre la edad a la maternidad y la razón de masculinidad al nacer (españolas, período 1975-2019)

Nota: Las edades 15 a 19 y 45 a 49 se representan agrupadas.

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

y paternidad (EMP) y la RMN³. Cuando la EMM y la EMP descienden es evidente que se incrementa la RMN, y viceversa. ¿Podría haberse debido el *boom* de la RMN de las décadas de 1975-1995 al descenso de la EMM y la EMP que tuvo lugar en esos años? La mera observación de estos datos parece señalar que las madres y los padres más jóvenes tienen más posibilidades de dar a luz a varones que a féminas. Esta aparente relación exige que hagamos un análisis más exhaustivo del vínculo entre la RMN y la EMM y la EMP.

Los microdatos del INE sobre nacimientos ocurridos a partir del año 1975 nos ofrecen la posibilidad de hacer análisis muy detallados con los que poder calcular la RMN

controlando por la edad y origen geográfico de los padres, así como el orden del nacimiento.

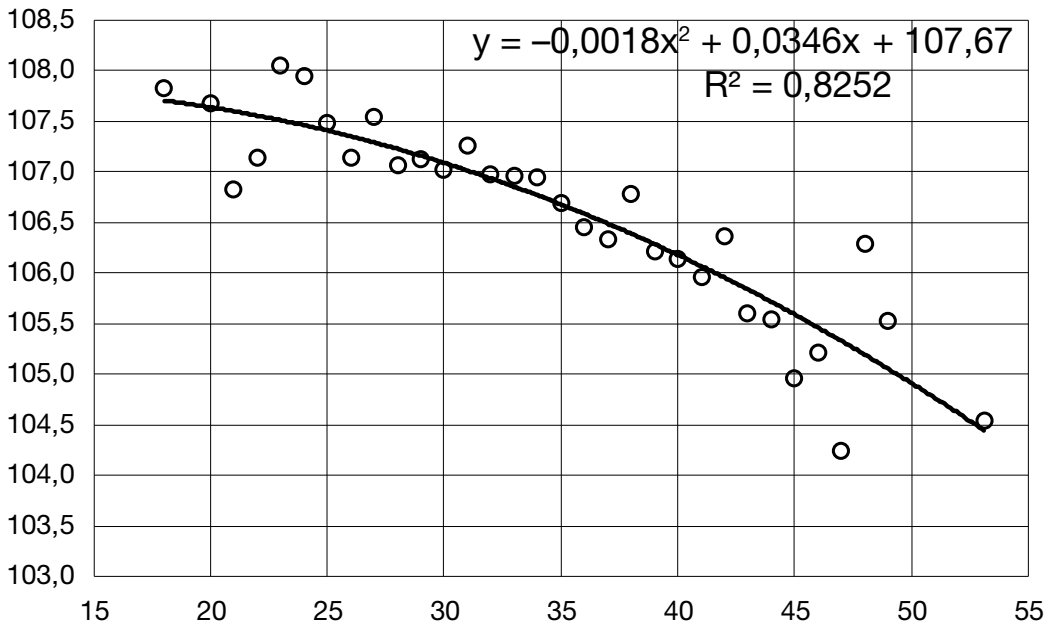
La fuerte relación entre la edad de los progenitores y la RMN se puede apreciar en los gráficos 6 y 7. En ambos observamos que tanto la edad de la madre como la del padre, cada una de ellas individualmente, explican nada menos que el 83 % de la variabilidad de la RMN⁴. Además, la pendiente de la función es relevante lo que implica que los cambios en la edad de la maternidad/paternidad pueden afectar considerablemente a los valores de la RMN.

Las edades cuando las madres y los padres tienen sus hijos están muy correlacionadas porque la mayor parte de las

³ La excepcionalidad en la relación que se aprecia en el período 1935-1940 probablemente se deba, como hemos explicado anteriormente, al efecto de la Guerra Civil.

⁴ En ambos gráficos se recoge la ecuación de una relación polinómica de orden 2 por ser la que mayor ajuste tiene.

GRÁFICO 7. Relación entre la edad a la paternidad y la razón de masculinidad al nacer (parejas de las madres españolas en el período 1975-2019)



Nota: Las edades 15 a 19 y 50 a 54 se representan agrupadas.

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

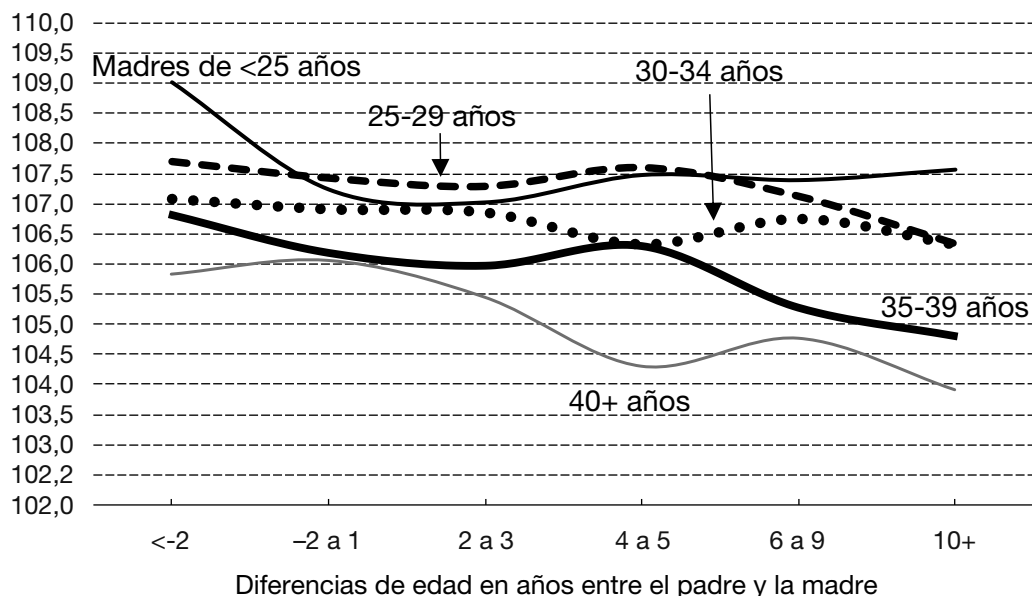
mujeres desarrollan su función reproductiva eligiendo como parejas a hombres de edades similares. En la tabla 1 vemos que casi la mitad de los nacimientos ocurridos en España en el período 1975-2019 lo fueron de progenitores que tenían una diferencia de edad absoluta de 2 o menos años. Casi las $\frac{3}{4}$ partes de los nacimientos los engendraron progenitores cuya diferencia de edad entre ellos fue de 4 o menos años. Es decir, por lo general, las mujeres jóvenes tienen sus hijos con varones jóvenes y las más maduras lo hacen eligiendo como parejas a varones de edad avanzada.

TABLA 1. Distribución porcentual de los nacimientos ocurridos en España (1975-2019) clasificados según la diferencia absoluta de edad de los progenitores (madres españolas y parejas de estas)

Años de diferencia de edad entre los progenitores (valores absolutos)	% nacimientos	% nacimientos acumulados
0	11,6	11,6
1	20,1	31,7
2	17,3	48,9
3	14,3	63,2
4	10,7	73,9
5	7,7	81,6
6	5,4	87,1
7	3,8	90,9
8	2,6	93,5
9+	6,5	100,0

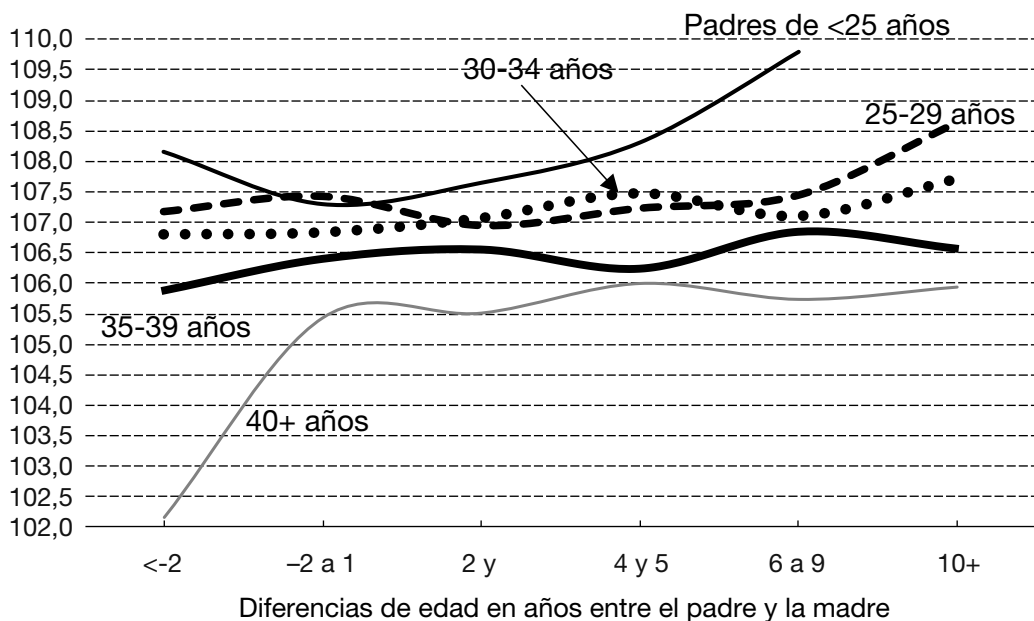
Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 8. Razón de masculinidad al nacer según el grupo de edad de la madre y las diferencias de edad entre el padre y la madre (madres españolas, período 1975-2019)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 9. Razón de masculinidad al nacer según el grupo de edad del padre y las diferencias de edad entre el padre y la madre (parejas de madres españolas, período 1975-2019)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

Con los datos anteriores, y dada la fuerte correlación entre la edad del padre y la de la madre, no podemos asegurar si es solo la edad de uno o la de ambos la que condiciona los valores de la RMN. Para averiguar la contribución de la edad de cada uno es necesario calcular la RMN manteniendo constante la edad del otro. Esto es precisamente lo que hemos hecho en los gráficos 8 y 9. En el primero se presentan los niveles de la RMN manteniendo constante la edad de las madres y variando las diferencias en la edad entre los progenitores. Lo que se observa es que, en todos los grupos de madres (y muy especialmente en los de más avanzada edad), cuanto más jóvenes son sus parejas varones, mayor es la RMN. En el gráfico 9 se observa que cuanto más joven es la madre más alta es la RMN.

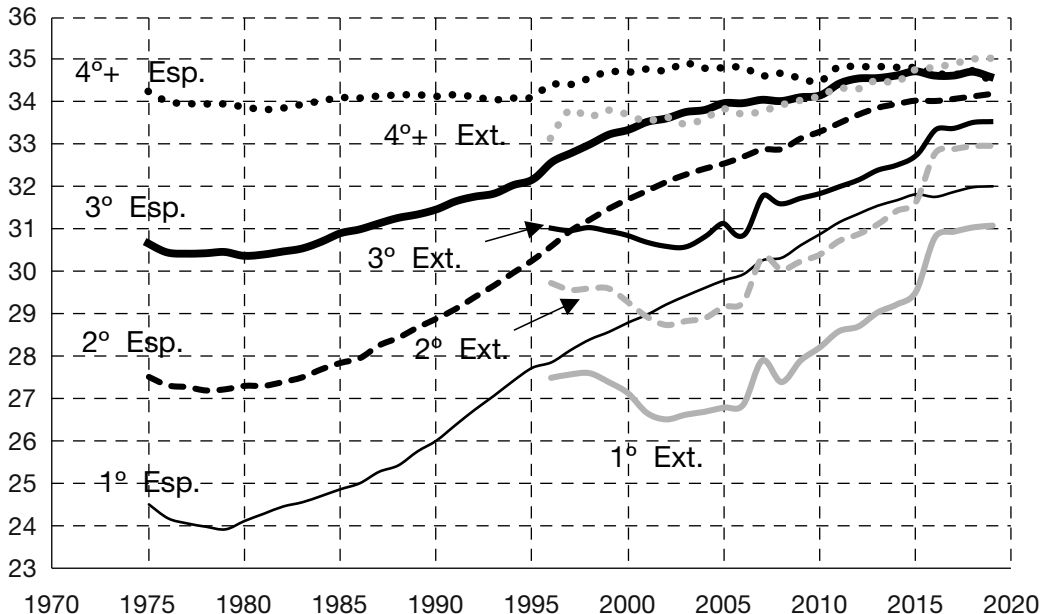
Con los datos que nos aportan los gráficos 8 y 9, sí podemos concluir que las eda-

des de ambos progenitores tienen una marcada influencia en la RMN. Todo apunta a que existen razones biológicas que afectan a ambos sexos y que establecen la ley de que, cuanto más jóvenes sean los progenitores, mayor será la RMN.

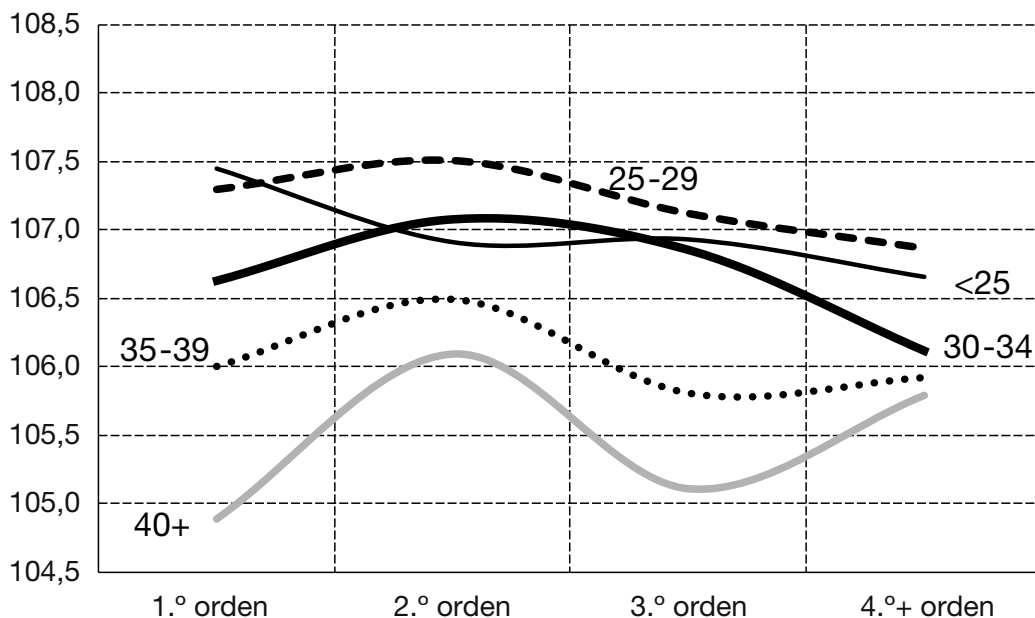
EL ORDEN DE NACIMIENTO DE LOS HIJOS

Otra de las variables que se suelen examinar en los estudios sobre la RMN es el orden de nacimiento de los hijos. En el gráfico 10 podemos observar que, como era de esperar, cuanto mayor es el orden de nacimiento, mayor es también la EMM (los hijos de primer orden siempre tienen progenitores más jóvenes que sus siguientes hermanos). Igualmente, también comprobamos que la EMM de todas las mujeres (tanto de

GRÁFICO 10. Edad media a la maternidad según orden de nacimiento y origen de la madre (madres españolas Esp. y extranjeras Ext.)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 11. Razón de masculinidad al nacer según la edad de la madre y el orden de nacimiento (madres españolas, 1975-2019)

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

las primerizas como de las que ya habían sido madres en ocasiones anteriores) no ha dejado de incrementarse con el paso del tiempo.

La duda que nos puede surgir es si la relación negativa entre la edad de los progenitores y la RMN que hemos observado en los gráficos 6 y 7 se debe realmente a algún factor biológico relacionado con la edad o más bien con el orden de los nacimientos. Es muy importante aclarar esto porque el desplome del índice sintético de fecundidad en España desde mediados de los años setenta vino acompañado de una reducción muy importante del peso proporcional de los nacimientos de orden superior. Si en el quinquenio 1975-1979 el 30% de los nacimientos fue de tercer orden o superior, en el de 2015-2019 estos apenas representaron el 9% del total (cálculos realizados a

partir de los microdatos del *Boletín Estadístico de Parto* del INE).

Dada la estrecha relación entre a) el orden de nacimiento y b) la edad de las madres (los nacimientos de orden mayor tienen progenitores de más edad), es imprescindible que analicemos la RMN manteniendo constante la segunda de esas variables. Esto es lo que hemos hecho en el gráfico 11. Podemos concluir que, una vez que se controla por la edad de la madre, el impacto que tiene el orden de nacimiento sobre la RMN es leve. Se observa que, cuando mantenemos la edad constante, entre las madres más jóvenes (< 35 años) se aprecia un ligero descenso de la RMN conforme se incrementa el orden de nacimiento. Por el contrario, entre las más maduras (40+), haber tenido hijos previamente incrementa algo la probabilidad de dar a luz un varón.

VARIACIONES EN LOS PATRONES ETARIOS DE LOS PROGENITORES

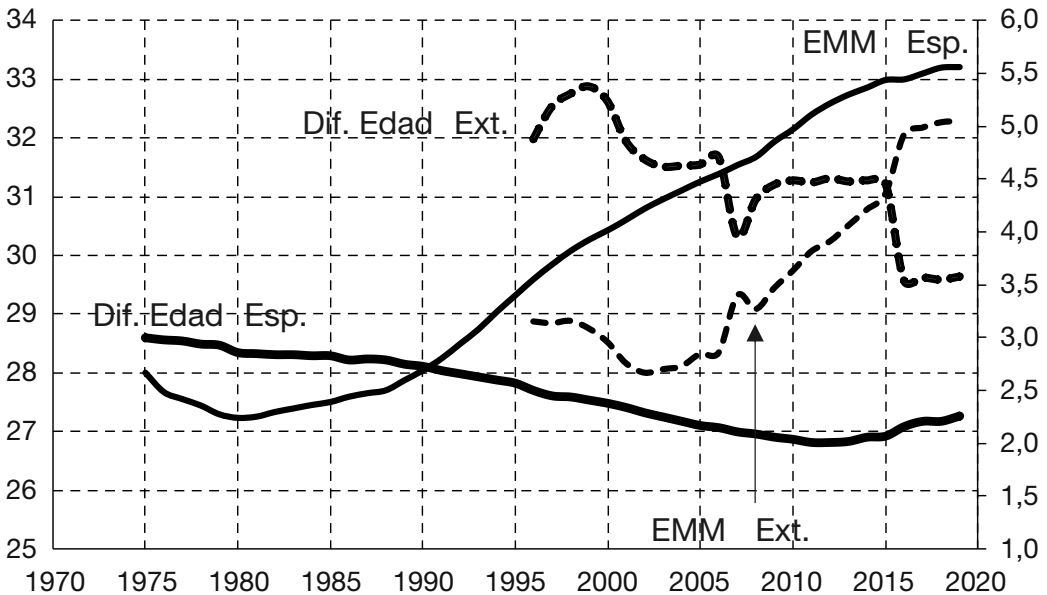
Puesto que hemos confirmado la fuerte relación de las edades de ambos progenitores con los valores de la RMN, se justifica que, a continuación, hagamos un análisis detallado sobre los cambios observados en dichas edades. En el gráfico 12 observamos que, desde que disponemos de información (1975 para las madres españolas y 1996 para las extranjeras), la EMM no ha parado de crecer, siendo esta un poco más baja entre las extranjeras. Pues bien, conforme esto ocurría, también observamos que la diferencia de edad entre los progenitores no ha dejado de reducirse. Si a mediados de los años setenta del pasado siglo la media en la diferencia de edad entre el padre y la madre era aproximadamente de 3 años, en

la segunda década del siglo XXI era poco más de 2. Entre las extranjeras, esta diferencia media todavía se ha reducido mucho más, pasando de más de 5 años a finales de los años noventa a 3,6 años en 2019.

En el gráfico 13 se detalla la diferencia de edad entre los progenitores para cada una de las edades de la madre. Se observa claramente que la diferencia de edad entre los progenitores más jóvenes es notablemente mayor que entre los más maduros (esto es así especialmente cuando la madre es extranjera). Incluso, a partir de los 40 años, las madres tienen más edad que sus parejas.

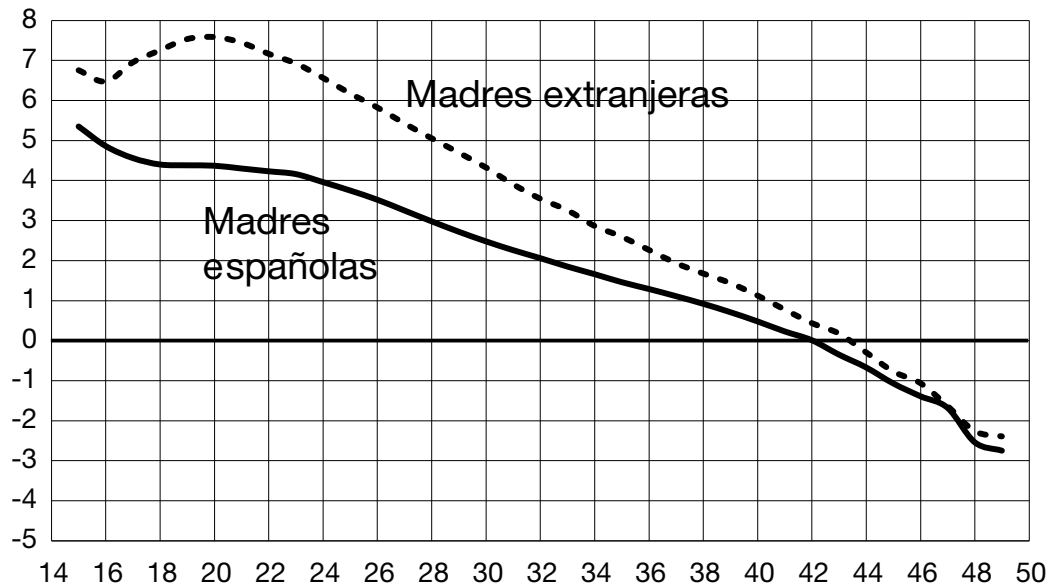
En el gráfico 14 se muestran los cambios observados en la media de la diferencia de edad entre el padre y la madre en tres momentos diferentes del período 1975-2019. Podemos concluir que: 1) la diferencia de edad entre los padres y las ma-

GRÁFICO 12. Evolución de la edad media a la maternidad (eje izquierdo) y de la diferencia de edad entre el padre y la madre (eje derecho) según origen de la madre (españolas Esp. y extranjeras Ext.)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

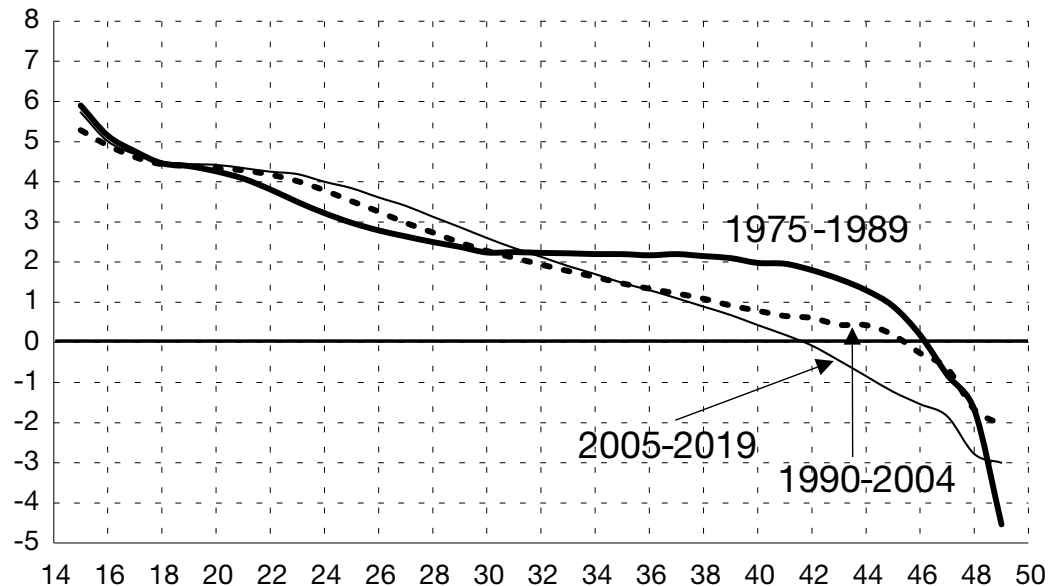
GRÁFICO 13. *Media de la diferencia de edad entre el padre y la madre en el momento del parto durante el período 1996-2019 en España, según la edad y origen de la madre*



Nota: Los padres pueden ser de cualquier nacionalidad y grupo étnico.

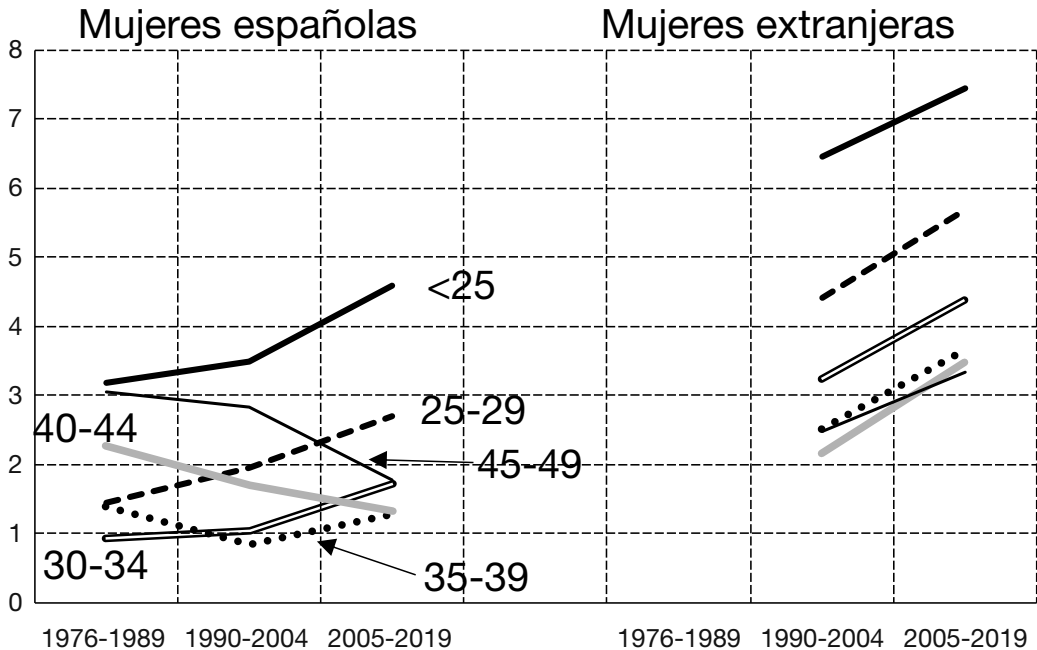
Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 14. *Variaciones en la media de la diferencia de edad entre el padre y la madre en el momento del parto en tres períodos, según la edad de la madre (solo las españolas)*



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 15. Media de la diferencia de edad entre el esposo y la esposa según la edad de acceso al matrimonio heterosexual de la mujer (solo mujeres solteras en el momento de contraer matrimonio)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

dres más jóvenes (< 30 años) siempre ha sido mayor que la de las madres más maduras (30+ años); 2) con el transcurrir del tiempo, las madres españolas más jóvenes (< 30 años) han tenido sus hijos con hombres cada vez más mayores, mientras que las madres más maduras (30+ años) lo han hecho con varones cada vez más jóvenes.

Esto podría deberse a dos razones:

- a) La calidad del esperma decrece con la edad, provocando una disminución de la fertilidad natural. Que las madres de edad más avanzada tengan sus hijos con varones más cercanos a su edad (o incluso con menos años) que las madres jóvenes se debe en buena parte al hecho de que la cantidad y calidad de los espermatozoides de los hombres occidentales está disminuyendo y, probablemente, esto afecta más a los varones de más edad (Levine *et al.*, 2017).

- b) Como se puede ver en el gráfico 15, con el paso del tiempo, las mujeres más jóvenes tienden a casarse con maridos de más edad, y las mayores prefieren hacerlo con varones más jóvenes.

Los microdatos del INE referentes a las estadísticas de matrimonios registrados en España desde el año 1976 nos permiten confirmar el cambiante emparejamiento etario⁵. En el gráfico 15 podemos ver cómo desde 1976 hay una clara tendencia de las mujeres españolas más jóvenes (< 35 años)

⁵ En las últimas décadas ha aumentado mucho el número de niños nacidos de parejas de hecho que, lógicamente, no están incluidas en las estadísticas de matrimonios. No obstante, la evolución temporal de la EMM de las mujeres casadas y de las no casadas ha sido muy parecida. En ambos grupos, la EMM ha crecido con igual intensidad (p. ej., la EMM de las casadas en el período 1980-1984 fue de 24,5, mientras que entre las no casadas fue de 23,3; en el período 2017-2019 estos valores fueron 32,4 y 30,7, respectivamente).

a contraer matrimonio con maridos de más edad, mientras que las más maduras (40+ años) eligen a varones cada vez más jóvenes. Las mujeres extranjeras tienen un comportamiento nupcial ligeramente diferente a las españolas. Dos aspectos son los que más destacan: 1) se casan con esposos de más edad que las españolas y 2) todas ellas, independientemente de su grupo de edad, conforme pasa el tiempo, eligen maridos cada vez más maduros. Todavía han pasado pocos años desde que disponemos de información sobre los matrimonios de las mujeres extranjeras y será interesante estar atentos a la evolución de este comportamiento demográfico. Por lo visto en apartados anteriores, caben muy pocas dudas de que este cambiante emparejamiento haya podido influir en la EMM y, consiguientemente, también en la RMN de sus descendientes.

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS PROGENITORES SOBRE LA RMN CUANDO ESTANDARIZAMOS LA DIFERENCIA DE EDAD ENTRE ELLOS

Hasta ahora hemos podido comprobar que:

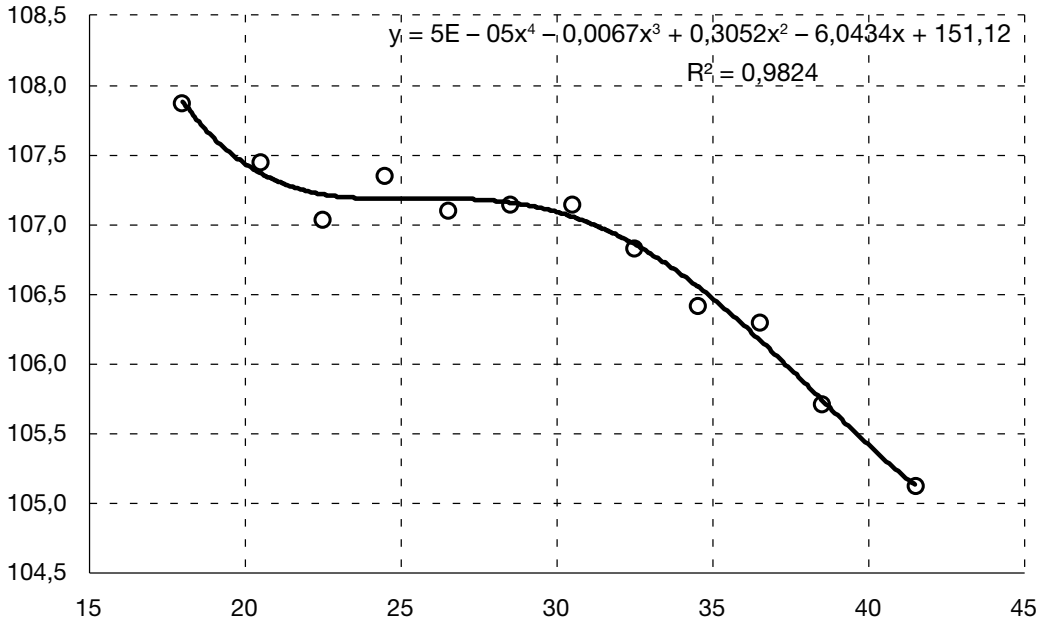
- a) Las edades de la madre y del padre tienen un notable efecto sobre la RMN (véanse gráficos 8 y 9).
- b) Las mujeres más jóvenes normalmente engendran hijos con parejas jóvenes y las maduras suelen hacerlo con hombres de edad madura (véase tabla 1).
- c) Las diferencias de edad entre los progenitores no son iguales en todas las edades, sino que son mayores entre los jóvenes que entre las personas más maduras (véase gráfico 13).
- d) En el período 1975-2019 se han producido importantes cambios etarios en los progenitores (véase gráfico 14).

En definitiva, la RMN calculada para cada edad individual de las madres que se recoge en los gráficos 6 y 7 también se ve afectada por la variable distribución de la diferencia de edad entre los progenitores. Para neutralizar el efecto que sobre la RMN tiene la cambiante distribución de las diferencias de edad entre los progenitores que hemos detectado (véase gráfico 14) y poder valorar exclusivamente el efecto que tiene la edad de la madre en dicha RMN, hemos estandarizado las diferencias de edad entre los progenitores de la siguiente manera:

1. Hemos reunido a las madres en los siguientes grupos de edad: 15-19, 20 y 21, 22 y 23, 24 y 25... 36 y 37, 38 y 39 y 40-49⁶.
2. Hemos clasificado cada grupo de madres en seis subgrupos según la diferencia en años entre el padre y la madre: <-2, -2 a 1, 2 y 3, 4 y 5, 6 a 9 y 10+.
3. Para cada uno de estos seis subgrupos de madres especificados en el punto anterior hemos calculado la RMN.
4. Una vez estimadas las seis RMN en cada uno de los grupos de edad de madres, hemos calculado su media simple. De esta manera, damos el mismo peso a todas las RMN de los seis subgrupos, es decir, asumimos que en todos los grupos de madres las diferencias de edad entre los progenitores es la misma y neutralizamos el cambiante peso que cada uno de ellos haya podido tener con el paso del tiempo.

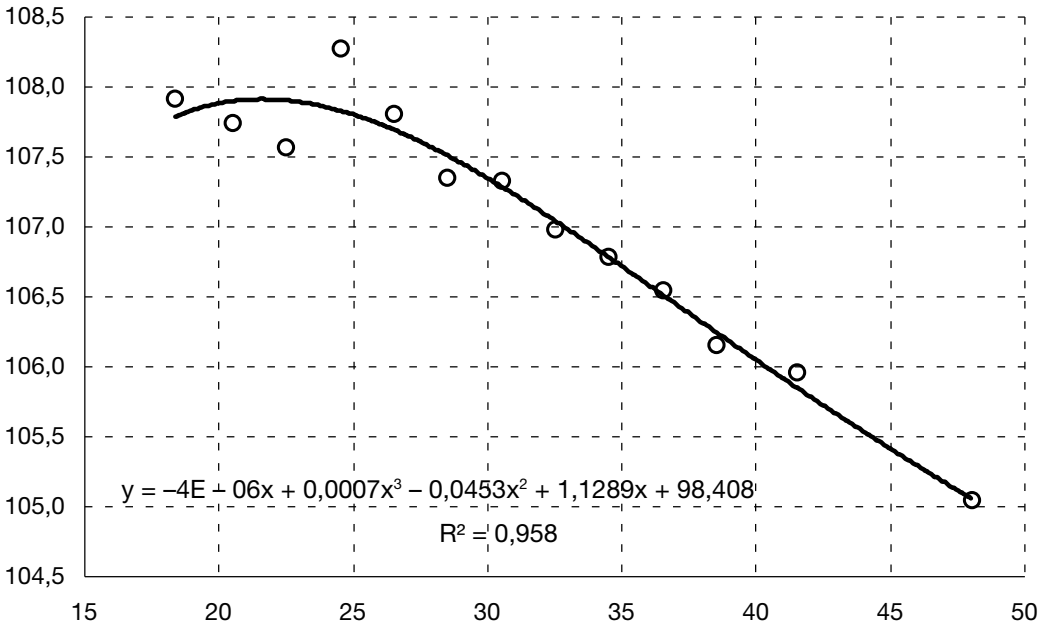
⁶ Ha sido necesario hacer estos agrupamientos porque en cada uno de ellos tenemos que calcular la RMN de 6 subgrupos, tal y como se especifica en el siguiente punto 2. Al agrupar las madres de esta manera conseguimos que en cada subgrupo dispongamos de un número suficientemente alto de nacimientos y así reducimos notablemente la variabilidad en los valores de la RMN. Guilмотo (2015: 189) señala que, como con cualquier proporción, la distribución por sexos está sujeta a los efectos de una ley binomial por la cual la precisión de la medición depende de la inversa de la raíz cuadrada del número de observaciones. Es decir, cuanto mayor es el número de casos disponibles (nacimientos), menor será la variación.

GRÁFICO 16. Relación entre la edad a la maternidad y la razón de masculinidad al nacer (madres españolas, período 1975-2019). Para cada edad de la madre, la diferencia de edad entre los progenitores ha sido estandarizada



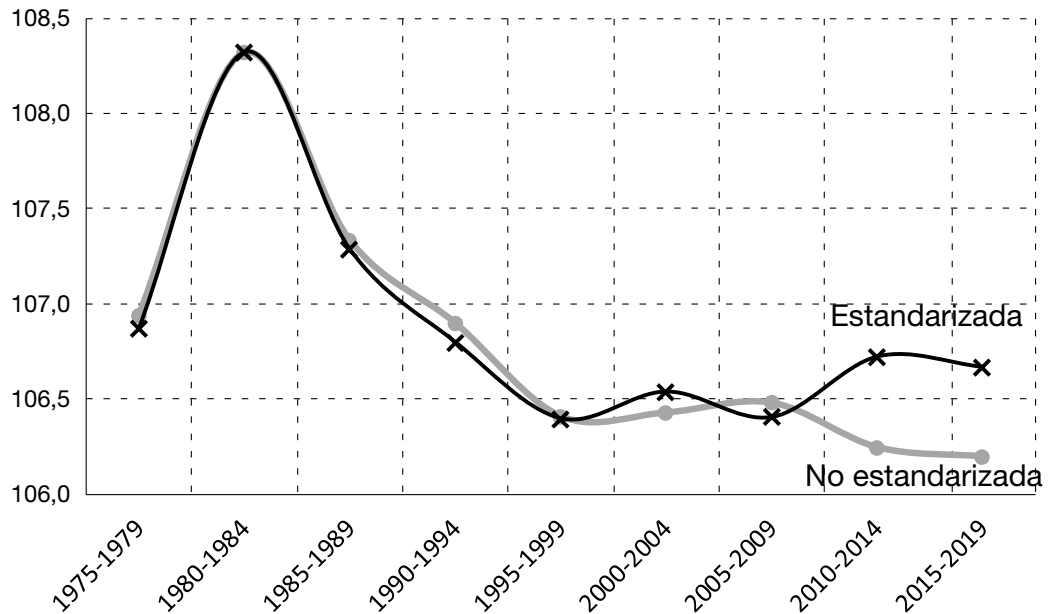
Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 17. Relación entre la edad a la paternidad y la razón de masculinidad al nacer (parejas de las madres españolas, período 1975-2019). Para cada edad del padre, la diferencia de edad entre los progenitores ha sido estandarizada



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 18. Evolución de la razón de masculinidad al nacer sin estandarizar y estandarizada según la edad de las madres (madres españolas, período 1975-2019)



Nota: Pesos proporcionales en los diferentes grupos de edad utilizados en la estandarización: <20: 0,086; 20-24: 0,233; 25-29: 0,280; 30-34: 0,250; 35-39: 0,123; 40-44: 0,026; >44: 0,002.

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

Una vez realizada esta estandarización, y habiendo neutralizado el efecto de la diferencia de edad entre los progenitores, la relación que se obtiene entre la edad de la madre y la RMN es la que se recoge en el gráfico 16. El ajuste que se obtiene cuando neutralizamos la edad de los progenitores varones es altísimo. De igual forma, hemos aplicado este mismo proceso de estandarización anteriormente descrito a los padres (parejas de las madres españolas). Los resultados pueden verse en el gráfico 17⁷. En definitiva, estos datos nos confirman la estrecha relación de las edades de los progenitores con los niveles de RMN.

ESTANDARIZACIÓN DE LA RAZÓN DE MASCULINIDAD AL NACER SEGÚN LA EDAD DE LAS MADRES

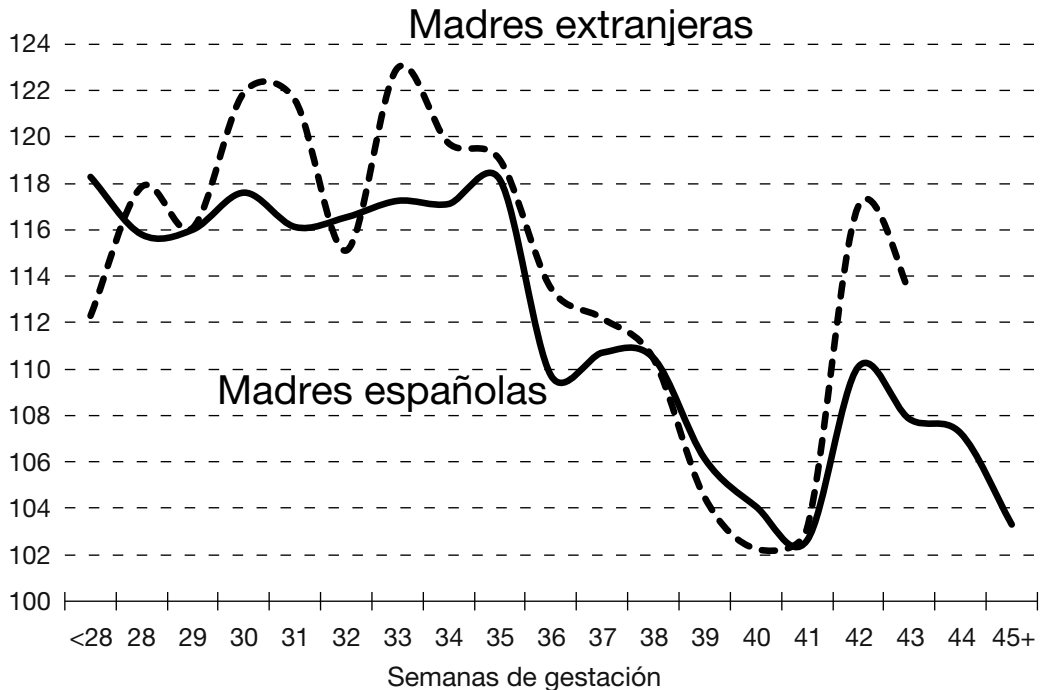
Si está fuera de duda que las edades de los progenitores influyen en la RMN y hemos comprobado que la EMM y la EMP han variado con el transcurso del tiempo (véase gráfico 5), ¿podemos entonces concluir que el *boom* en los valores de la RMN observado entre 1975 y 1995 se debió a la evolución de la EMM y la EMP?

En el gráfico 18 podemos observar la evolución de los valores de la RMN sin estandarizar y estandarizados según la edad de las madres en el período 1975-2019⁸. Compro-

⁷ Los agrupamientos por edad que hemos hecho para los padres son los siguientes: 15-19, 20 y 21, 22 y 23, 24 y 25... 36 y 37, 38 y 39, 40-44 y 45+.

⁸ Para familiarizarse con la técnica de estandarización, sugerimos a los lectores consultar el manual de Vinuesa (1994: 52).

GRÁFICO 19. Razón de masculinidad al nacer según el número de semanas de gestación y tipología de madres (1980-2019)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

bamos que, cuando neutralizamos el efecto de los cambios en la edad de la madre a través de la estandarización⁹, apenas hay cambios en los valores del índice (excepto en la última década). Esto lo que nos indica es que los cambios en la EMM observados en el período 1975-1995, aun siendo considerables, no son la causa principal del *boom* de la RMN y que, por lo tanto, es necesario buscar otra(s) variable(s) que explique(n) dicha llamativa y acusada fluctuación.

SEMANAS DE GESTACIÓN

Según James (2003) y Cagnacci *et al.* (2003), existe una asociación positiva en-

⁹ Pesos proporcionales en los grupos de edad que hemos utilizado en la estandarización: <20: 0,086; 20-24: 0,233; 25-29: 0,280; 30-34: 0,250; 35-39: 0,123; 40-44: 0,026; >44: 0,002.

tre la RMN y el período de gestación. Por el contrario, los datos manejados por Orzack *et al.* (2015) sugieren una tendencia opuesta. En el gráfico 19 podemos ver que, para el caso de España, los nacimientos con menos de 28 semanas de gestación tienen una RMN notablemente más alta que los posteriores. A partir de las semanas 34-35 el descenso en la RMN es evidente.

LA RADIACIÓN SOLAR

Algunas investigaciones médicas han demostrado que el nivel de vitamina D en sangre de las mujeres antes del momento de la concepción se asocia positivamente con una RMN más elevada. Unos niveles suficientes de esta vitamina podrían mitigar los procesos inflamatorios que pueden

aquejar a las madres e influir tanto en la implantación como en la supervivencia de los embriones masculinos (Purdue-Smithe *et al.*, 2019, 2021). La vitamina D se sintetiza en la piel a partir del colesterol gracias a una reacción química que activa naturalmente los rayos ultravioletas de tipo B (UVB), de onda corta, que contiene la luz solar.

Según el atlas de radiación solar elaborado por la Agencia Estatal de Meteorología de España, las provincias de la cornisa cantábrica reciben un promedio de radiación solar muy inferior al de las provincias del sur y sudeste peninsular y las islas Canarias¹⁰. Para comprobar si la radiación solar (y, por lo tanto, los niveles de vitamina D) puede influir en los valores de la RMN, hemos contrastado los datos sobre nacimientos durante el período 1975-2019 de estos dos grupos de provincias:

- a) Cornisa cantábrica: La Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Asturias, Cantabria, Vizcaya, Guipúzcoa y Álava.
- b) Sur y Canarias: Huelva, Sevilla, Cádiz, Málaga, Granada, Almería, Murcia, Alicante, Jaén, Córdoba, Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas.

En la tabla 2 podemos comprobar que, estandarizando la edad de la madre, la RMN es un poquito más alta en las provincias que reciben mayor radiación solar y en donde, supuestamente, también es de esperar que las mujeres tengan un nivel más elevado de vitamina D en sangre. Aunque las diferencias son pequeñas, son

estadísticamente significativas dado el volumen de información que hemos utilizado (casi 6 millones de nacimientos en las provincias del sur y 2,5 millones en las del norte).

TABLA 2. Razón de masculinidad al nacer estandarizada por la edad de las madres en dos áreas geográficas (madres españolas, 1975-2019)

Cornisa cantábrica	106,68
Sur peninsular y Canarias	106,92
Diferencia norte-sur	-0,24

Nota: Ponderación según la edad de la madre: <25: 0,319; 25-29: 0,280; 30-34: 0,250; 35-39: 0,123; 40+: 0,028.

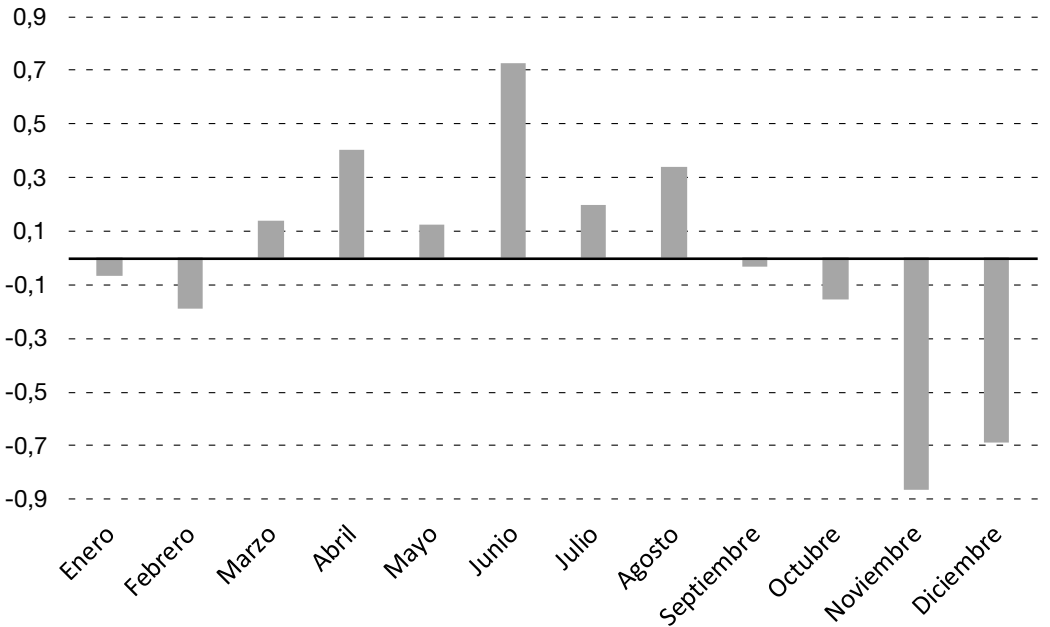
Fuente: Véase apartado «Fuentes».

En el gráfico 20 observamos que la RMN no es homogénea a lo largo de los diferentes meses del año. La proporción de varones es mayor entre los nacidos de marzo a agosto (media de 107,2) que de septiembre a febrero (media de 106,6). Si tenemos en cuenta que se necesitan varias semanas para que el cuerpo humano pueda incrementar los niveles de vitamina D a partir de la radiación solar, debemos prestar atención a los dos meses anteriores al momento de la concepción. Pues bien, los dos meses anteriores a la concepción de los nacidos de marzo a agosto son los meses de abril a septiembre, precisamente los meses de mayor irradiación solar en España.

Noviembre y diciembre son los meses con la RMN más baja. Los niños nacidos en estos dos últimos meses del año fueron concebidos en febrero y marzo por lo que, los dos meses anteriores a su concepción, coinciden con diciembre y enero que, según la Agencia Estatal de Meteorología de España, son los de más baja irradiación de todo el año.

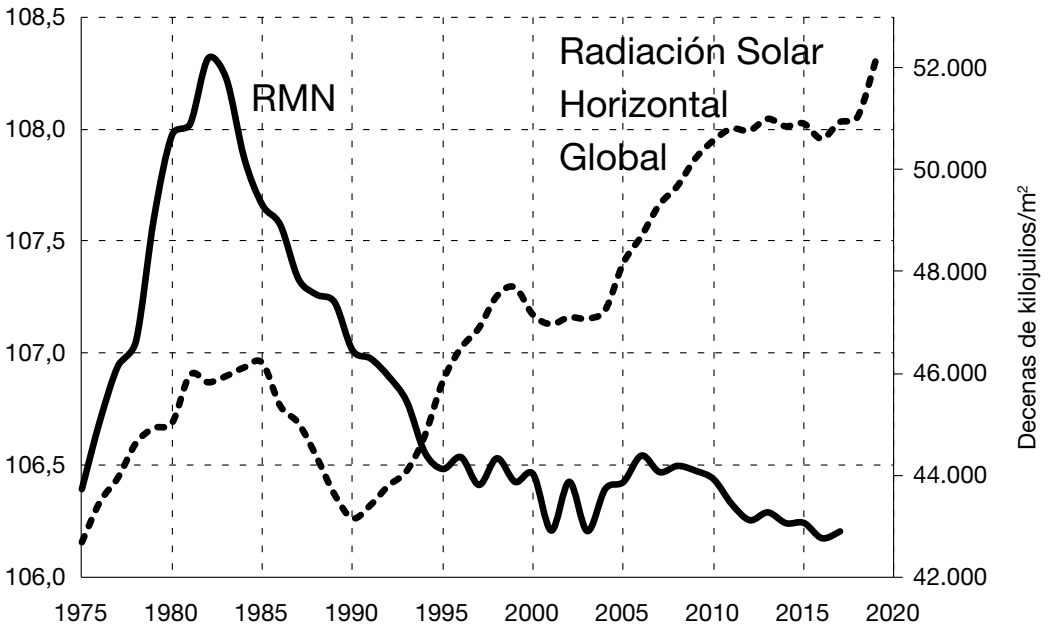
¹⁰ La irradiancia global media diaria (kWh/m²/día¹) del período 1983-2005 en las provincias del sur peninsular seleccionadas y Canarias fue superior a 5, mientras que en las provincias de la cornisa cantábrica fue inferior a 4,1 (Agencia Estatal de Meteorología, «Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT», http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar).

GRÁFICO 20. Desviación de la razón de masculinidad al nacer de cada mes con respecto a la media (madres españolas, 1975-2019)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

GRÁFICO 21. Razón de masculinidad al nacer (madres españolas) (eje izquierdo) y radiación solar horizontal global en España (eje derecho) (media móvil de 5 años)



Fuente: Véase apartado «Fuentes».

En el gráfico 21 podemos ver que el *boom* de los valores de la RMN en el período 1975-1995 coincidió también con un notable incremento en la radiación solar horizontal global en España. Puede sorprendernos que, si bien a partir del año 1990 volvió a incrementarse la radiación solar, la RMN siguió una tendencia descendente (aunque más moderada). Esto podría explicarse por el hecho de que es a partir de los años noventa del siglo pasado cuando se popularizó en España el uso de las cremas de protección solar para evitar el cáncer de piel. Esta práctica, junto con la creciente proporción de personas que trabajan en oficinas y fábricas, y disfrutaban de su tiempo de ocio en lugares de interior (gimnasio, cines, cafeterías...), por lo tanto, sin tener exposición solar, y la escasa ingesta de alimentos ricos en vitamina D, es posible que haya podido influir en los alarmantes bajos niveles de esta vitamina en la población general española (y mundial) que se llevan detectando desde hace décadas (Navarro y Quesada, 2014). Todo apunta, una vez más, a lo acertado de las investigaciones de Purdue-Smithe *et al.* (2019, 2021) al destacar el importante papel de la vitamina D en la determinación de los niveles de RMN. No obstante, es evidente que son necesarias más investigaciones que ratifiquen esta hipótesis explicativa.

DIFERENCIAS RACIALES/ÉTNICAS

Casi todos los análisis anteriores se han focalizado fundamentalmente en el estudio histórico de la RMN de los nacidos de «madres españolas». Esto equivale a decir que hemos considerado casi exclusivamente los nacimientos de progenitores con un color de piel blanco. En la tabla 3 se recoge los valores de la RMN según el origen geográfico de las madres inmigrantes que, *grosso modo*, coincide con grupos étnicos con diferentes tonalidades de piel. Si bien algunos

TABLA 3. Razón de masculinidad al nacer estandarizada clasificada según el origen geográfico de las madres (España, 1996-2019)

Polonia	109,4
China, India y Filipinas	108,8
Norte de África	108,1
Caribe	107,2
Europa del Este	106,7
España	106,6
Europa occidental	106,0
Asia	106,0
Latinoamérica	105,8
África Subsahariana	105,3

Nota:

- África subsahariana: todos los países africanos excepto los citados en el grupo Norte de África.
- Asia: países asiáticos excepto China, India y Filipinas.
- Caribe: países centroamericanos y México.
- España: nacidos de madres españolas.
- Europa del Este: los países que formaban parte del antiguo bloque soviético excepto Polonia.
- Europa occidental: incluye también Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda.
- Latinoamérica: solo países suramericanos.
- Norte de África: Mauritania, Sáhara occidental, Marruecos, Túnez, Argelia, Libia y Egipto.

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

altos valores pueden ser achacados a prácticas de aborto selectivo de niñas de algunas comunidades de inmigrantes¹¹, no cabe duda de que la RMN varía notablemente entre los diferentes grupos étnicos/raciales. La población procedente del África subsahariana tiene unos niveles de RMN sustancialmente inferiores al resto, lo que apunta a que también puede haber una explicación biológica vinculada con el color de la piel que pudiera determinar los valores de esta ratio. Estos resultados coinciden con los

¹¹ González (2018) y Castelló *et al.* (2019) señalan que en la comunidad china e india residente en España se da este tipo de selección fetal.

obtenidos en otros estudios (Chahnazarian, 1988; Khoury, Erickson y James, 1984). Debido al todavía corto recorrido temporal y a la escasez numérica de nacimientos ocurridos en España procedentes de otros grupos poblacionales con un color de piel diferente al blanco, no es posible en estos momentos hacer un análisis más detallado sobre el efecto de esta variable sobre la RMN, aunque todo apunta a que podría llegar a tener una relevancia significativa en el futuro habida cuenta del ya mencionado creciente peso de los nacimientos de madres con origen extranjero y diferente tono de piel.

ESTADO CIVIL

No son pocos los artículos científicos que apuntan a que el estrés maternal es un factor que acrecienta las posibilidades de abortos naturales, especialmente de fetos masculinos (Grech, 2017). Tanto fenómenos extraordinarios (terremotos, ataques terroristas, hambrunas...) como factores socioeconómicos generadores de estrés se han vinculado con niveles más bajos de RMN (Grech, 2018).

Si aceptamos que las mujeres que son madres sin estar casadas sufren mayores niveles de estrés (ansiedad, angustia, fatiga, agotamiento) y problemas socioeconómicos, podemos presuponer que sus niveles de RMN han de ser más bajos¹². Los resultados que se recogen en la tabla 4 parecen dejar pocas dudas de que, efectivamente, las madres casadas en España generan niveles de RMN más elevados que las no casadas.

¹² No todas las madres solteras viven un embarazo solas. Muchas están en relaciones de parejas de hecho y, por lo tanto, sus niveles de estrés podrían ser equiparables a los de las madres casadas.

TABLA 4. Razón de masculinidad al nacer según orden de nacimiento y estado civil. Madres españolas, 1975-2019

	Orden de nacimiento			Todos*
	1	2	3+	
Casadas	107,07	107,23	106,40	107,09
No casada	106,75	105,56	106,36	106,54
Diferencia	0,32	1,67	0,04	0,54

* RMN estandarizada por la edad de las madres.

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

NIVEL DE URBANIZACIÓN

Diferentes estudios han señalado que la contaminación medioambiental pudiera ser la responsable del reciente descenso de la RMN en los países occidentales (Schacht, Tharp y Smith, 2019; Terrell, Hartnett y Marcus, 2011). Puesto que no disponemos de los niveles de contaminación por municipio, es razonable asumir que, en general, los núcleos de población más grandes tienen niveles de contaminación más altas (mayor concentración de vehículos, hogares con calefacción, industrias...). Con los datos de la Tabla 5 no podemos concluir nada al respecto del posible impacto que los niveles de contaminación pudieran tener sobre la RMN en España.

TABLA 5. Razón de masculinidad al nacer según el tamaño del municipio de residencia de la madre (madres españolas, 2007-2019)

< 10.000 habitantes	106,3
De 10.001 a 20.000	106,5
De 20.001 a 50.000	106,4
De 50.001 a 100.000	106,2
< 100.000	106,4

Fuente: Véase apartado «Fuentes».

CONCLUSIONES

Antes de hacer uso de cualquier base de datos es importante analizar la consistencia y fiabilidad de la misma. Del análisis de la información histórica disponible sobre los nacimientos en España, hemos de insistir en las advertencias que, de manera reiterativa, ya han realizado desde hace décadas otros investigadores al cuestionar la calidad de los datos de los nacimientos referidos al período 1900-1930 y, por lo tanto, hemos de ver con gran escepticismo cualquier estudio basado en los mismos.

La primera conclusión que se extrae de este estudio es que la razón de masculinidad al nacer (RMN) en España, lejos de ser una relación constante, ha variado a lo largo del tiempo debido a diferentes razones. La abundante información disponible (especialmente a partir del año 1975) parece apuntar que la edad media a la maternidad (EMM) y a la paternidad (EMP) son variables importantes que han condicionado la RMN. Hemos confirmado la ley biológica de que cuanto más jóvenes son los progenitores, mayor es la probabilidad de que nazca un hijo varón.

Asimismo, hemos comprobado que en el período 1975-2019 se han producido importantes cambios en los patrones etarios de los progenitores que también han podido influir en la RMN. No obstante, estandarizados los índices por la edad de las madres, las fluctuaciones no se eliminan, lo que es indicativo de que hay otros factores que la afectan.

Hemos podido verificar que, una vez controlada la edad de la madre, el orden de nacimiento tiene un efecto leve. La información de España parece confirmar la hipótesis establecida por Purdue-Smithe *et al.* (2019, 2021) que vincula la mayor intensidad de la radiación solar (y su influencia en la generación de vitamina D en sangre) con niveles más altos de RMN. No

obstante, más investigaciones son necesarias para ratificar estos hallazgos. La amplitud del período gestacional y la variedad racial/étnica de los padres también tienen un efecto nada despreciable en los niveles de la RMN. De igual manera, sospechamos que el mayor estrés al que se pueden ver sometidas las madres no casadas también puede afectar la ratio de sexos al nacer. No hemos hallado diferencias en estos según el tamaño del municipio de residencia de las madres.

El interés sociológico de las conclusiones de este trabajo es considerable por su importante aplicabilidad en otros estudios. Por ejemplo, aquellas investigaciones que tengan como objetivo detectar prácticas de abortos selectivos de niñas en grupos de mujeres inmigrantes residentes en España, necesariamente tendrán que tener en cuenta las variables que hemos expuesto aquí. La variedad en el tono de piel y la disparidad en las edades de los progenitores observadas en las diferentes comunidades de inmigrantes¹³ son aspectos a tener muy en cuenta a la hora de establecer la existencia o no de prácticas de abortos selectivos por razón de sexo.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán Tapia, Francisco y Gallego-Martínez, Domingo (2020). «What Explains the Missing Girls in Nineteenth-Century Spain?». *Economic History Review*, 73(1): 59-77.
- Beltrán Tapia, Francisco y Marco-Gracia, Francisco (2021). «Death, Sex, and Fertility: Female Infanticide in Rural Spain, 1750-1950». *European Review of Economic History*, 26(2): 234-254. doi: 10.1093/ereh/heab023

¹³ En el período 1996-2019, entre las madres españolas, la EMM fue de 31,4 años y, de promedio, eran 2,2 años más jóvenes que los hombres con quienes tuvieron sus hijos. Entre las madres procedentes de la India estos datos fueron de 28,9 y 5,2, respectivamente. Entre las madres de origen chino fueron de 28,7 y 2,6, respectivamente.

- Blanes Llorens, Amand (2007). *La mortalidad en la España del siglo xx. Análisis demográfico y territorial*. Cabré Pla, Anna (dir.), Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. [Tesis doctoral].
- Braglia, Consuelo y Nicolini, Luciano (2018). «Consideraciones sobre el índice de masculinidad al nacer en España». *Antropo*, 39: 25-33.
- Cagnacci, A.; Renzi, A.; Arangino, S.; Alessandrini, C. y Volpe, A. (2003). «The Male Disadvantage and the Seasonal Rhythm of Sex Ratio at the Time of Conception». *Human Reproduction*, 18(4): 885-887. doi: 10.1093/humrep/deg185
- Castelló, Adela; Urquía, Marcelo; Rodríguez-Arenas, María de los Á. y Bolúmar, Francisco (2019). «Missing Girls among Deliveries from Indian and Chinese Mothers in Spain 2007-2015». *European Journal of Epidemiology*, 34: 699-709. doi: 10.1007/s10654-019-00513-6
- Chahnazarian, Anouch (1986). *Determinants of the Sex Ratio at Birth*. Coale, Ansley J. (dir.), Princeton: Princeton University. [Tesis doctoral].
- Chahnazarian, Anouch (1988). «Determinants of the Sex Ratio at Birth: Review of Recent Literature». *Social Biology*, 35(3-4): 215-235. doi: 10.1080/19485565.1988.9988703
- Echavarrí, Rebeca (2022). «Neonatal Discrimination and Excess Female Mortality in Childhood in Spain in the First Half of the Twentieth Century». *Cliometrica*, 16(1): 79-104. doi: 10.1007/s11698-021-00225-6
- Ein-Mor, Eliana; Mankuta, David; Hochner-Celnikier, Drorith; Hurwitz, Arye y Haimov-Kochman, Ronit (2010). «Sex Ratio is Remarkably Constant». *Fertility and Sterility*, 93(6): 1961-1965. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.12.036
- Gómez Redondo, Rosa (1992). *La mortalidad infantil española en el siglo XX*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- González, Libertad (2018). «Sex Selection and Health at Birth among Indian Immigrants». *Economics and Human Biology*, 29: 64-75. doi: 10.1016/j.ehb.2018.02.003
- Grech, Victor (2017). «Evidence of Socio-Economic Stress and Female Foeticide in Racial Disparities in the Gender Ratio at Birth in the United States (1995-2014)». *Early Human Development*, 106-107: 63-65. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2017.02.003
- Grech, Victor (2018). «A Socio-Economic Hypothesis for Lower Birth Sex Ratios at Racial, National and Global Levels». *Early Human Development*, 116: 81-83. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2017.11.008
- Guilmoto, Christophe (2015). «The Masculinization of Births. Overview and Current Knowledge». *Population*, 70(2): 185-243. doi: 10.3917/popu.1502.0201
- Gutiérrez-Adán, Alfonso; Pintado, Belén y Fuente, Julio de la (2000). «Demographic and Behavioral Determinants of the Reduction of Male-to-Female Birth Ratio in Spain from 1981 to 1997». *Human Biology*, 72(5): 891-898.
- Hesketh, Therese y Xing, Zhu (2006). «Abnormal Sex Ratios in Human Populations: Causes and Consequences». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(36): 13271-13275. doi: 10.1073/pnas.0602203103
- James, William (2003). «The Causes of the Excess Males among Pre-Term and Post-Term Births». *Human Reproduction*, 18(3): 655-656. doi: 10.1093/humrep/deg087
- James, William y Grech, Victor (2017). «A Review of the Established and Suspected Causes of Variations in Human Sex Ratio at Birth». *Early Human Development*, 109: 50-56. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2017.03.002
- Khoury, M.; Erickson, D. y James, L. (1984). «Paternal Effects on the Human Sex Ratio at Birth: Evidence from Interracial Crosses». *American Journal of Human Genetics*, 36: 1103-1111.
- Levine, Hagai; Jørgensen, Niels; Martino-Andrade, Anderson; Mendiola, Jaime; Weksler-Derri, Dan; Mindlis, Irina; Pinotti, Rachel y Swan, Shanna (2017). «Temporal Trends in Sperm Count: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis». *Human Reproduction Update*, 23(6): 646-659. doi: 10.1093/humupd/dmx022
- Livi Bacci, Massimo (1968). «Fertility and Nuptiality Changes in Spain from the Late 18th to the Early 20th Century: Part 2». *Population Studies*, 22(2): 211-234. doi: 10.2307/2173354
- Navarro Valverde, C. y Quesada Gómez, José M. (2014). «Deficiencia de vitamina D en España: ¿realidad o mito?». *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 6(Supl. 1): 5-10. doi: 10.4321/S1889-836X2014000500002
- Nicolau, Roses (2005). Población, salud y actividad. En: A. Carreras y X. Tafunell (coords.). *Estadísticas históricas de España: siglos XIX-XX*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Novitski, Edward (1953). «The Dependence of the Secondary Sex Ratio in Humans on the Age of the Father». *Science*, 117(3046): 531-533. doi: 10.1126/science.117.3046.531

- Orzack, Steven; Stubblefield, William; Akmaev, Viatcheslav; Colls, Pere; Munné, Santiago; Scholl, Thomas; Steinsaltz, David y Zuckerman, James (2015). «The Human Sex Ratio from Conception to Birth». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112: E2102-11. doi: 10.1073/pnas.1416546112
- Purdue-Smithe, Alexandra; Kim, Keewan; Nobles, Carrie; Schisterman, Enrique; Schliep, Karen; Perkins, Neil; Sjaarda, Lindsey; Freeman, Joshua; Robinson, Sonia; Radoc, Jeannie; Mills, James; Silver, Robert y Mumford, Sunni (2019). «Preconception Vitamin D Status and Offspring Sex Ratio Among Women with Prior Pregnancy Loss». *Current Developments in Nutrition*, 3, Issue Supplement_1.
- Purdue-Smithe, Alexandra; Kim, Keewan; Nobles, Carrie; Schisterman, Enrique; Schliep, Karen; Perkins, Neil; Sjaarda, Lindsey; Freeman, Joshua; Robinson, Sonia; Radoc, Jeannie; Mills, James; Silver, Robert; Ye, Aijun y Mumford, Sunni (2021). «The Role of Maternal Preconception Vitamin D Status in Human Offspring Sex Ratio». *Nature Communications*, 12. doi: 10.1038/s41467-021-23083-2.
- Reher, David y Valero-Lobo, Ángeles (1995). *Fuentes de información demográfica en España*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Schacht, Ryan; Tharp, Douglas y Smith, Ken (2019). «Sex Ratios at Birth Vary with Environmental Harshness but not Maternal Condition». *Scientific Reports*, 9: 9066. doi: 10.1038/s41598-019-45316-7
- Terrell, Metrecia; Hartnett, Kathleen y Marcus, Michele (2011). «Can Environmental or Occupational Hazards Alter the Sex Ratio at Birth? A Systematic Review». *Emerging Health Threats Journal*, 4(1): 7109.
- Vinuesa Angulo, Julio (ed.) (1994). *Demografía. Análisis y proyecciones*. Madrid: Síntesis.
- West, Lorna y Grech, Victor (2020). «A Systematic Search of the Factors that Influence the Sex Ratio at Birth». *Early Human Development*, 140: 104865. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2019.104865

RECEPCIÓN: 11/11/2021

REVISIÓN: 20/04/2022

APROBACIÓN: 10/06/2022

Analysis of the Historical Evolution of Sex Ratio at Birth in Spain

Análisis de la evolución histórica de la razón de masculinidad al nacer en España

Jesús Javier Sánchez Barricarte

Key words

Mother's Age

- Father's Age
- Spain
- Standardization
- Solar Radiation
- Races
- Sex Ratio at Birth
- Vitamin D

Palabras clave

Edad de la madre

- Edad del padre
- España
- Estandarización
- Radiación solar
- Razas
- Razón de masculinidad al nacer
- Vitamina D

Abstract

This study analyzes sex ratio at birth in Spain from the late 19th century to the present. A detailed examination has been performed for the period between 1975 and 2019, considering over 20 million birth records. In addition to verifying the low reliability of the birth records during the early 20th century, we have also found that, in contrast to general beliefs, this ratio is not consistent. Our data suggest that parental age and race, birth order and intensity of solar radiation, all clearly influence this indicator.

Resumen

Presentamos un análisis de la razón de masculinidad al nacer en España desde finales del siglo XIX hasta la actualidad. Se hace una explotación muy detallada para el período 1975-2019 sobre la base de más de 20 millones de fichas de nacimientos. Además de constatar la escasa fiabilidad de los registros de los nacimientos en las primeras décadas del siglo XX, hemos determinado que, al contrario de lo generalmente aceptado, esta ratio no es constante. Nuestros datos muestran que la edad y la raza de los progenitores, el orden de nacimiento, el estado civil de las madres y la intensidad de la radiación solar tienen una clara influencia en dicho indicador.

Citation

Sánchez Barricarte, Jesús Javier (2023). "Analysis of the Historical Evolution of Sex Ratio at Birth in Spain". *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 182: 139-166. (doi: 10.5477/cis/reis.182.139)

Jesús Javier Sánchez Barricarte: Universidad Carlos III de Madrid | jesusjavier.sanchez@uc3m.es

INTRODUCTION

The human sex ratio at birth (SRB) is the ratio of the number of male live births, expressed as a percentage. Some scientists believe that this relationship is a biological constant, equaling approximately 105-106 male births per 100 female births (Ein-Mor *et al.*, 2010). This minor bias towards the male sex at birth was first documented in the early 18th century by Englishman, John Graunt. Since then, many studies of the human population have confirmed it. A study by Chahnazarian (1986) on births occurring between 1962 and 1980 in 24 European countries reveals an SRB of 105 to 107, with a median of 105.9. This last figure is commonly used as a reference figure to calculate deviations in sex proportions. In contrast to common beliefs, the SRB in Spain is not a consistent figure, but rather, one that varies considerably, depending on certain factors.

Numerous biological, demographic, environmental and sociological factors may influence SRB, such as family size, age and employment of parents (Novitski, 1953), birth order, race (Khoury, Erikson and James, 1984), frequency of intercourse, latitude, diet type, famine, exposure to environmental toxins (Schacht, Tharp and Smith, 2019; Terrell, Harnett and Marcus 2011), stress (Grech, 2018), socio-economic aspects (Grech, 2018), illnesses, wars (Hesketh and Xing, 2006) and even earthquakes¹.

Despite the numerous studies performed globally on this topic, in Spain it has been almost completely ignored, with the exception of two studies: one by Gutiérrez-Adán, Pintado and Fuente, (2000) and another by Braglia and Nicolini (2018). The former analyzes SRB during a very short period of time (1981-1997) suggesting that changes in ma-

ternal age have led to variations in this ratio. The latter considers the potential link between increases in SRB in Spain and the potential existence of selective female abortion practices.

The importance of the study of SRB is unquestioned. Many demographic phenomena are affected by this ratio, including marriage rate, the quantity and extension of immigration and mortality rate. A community's social life may be highly affected by the sex distribution. This ratio affects the time needed to double a population size (which is greater when the ratio is higher). It is also relevant in the understanding of infant morbidity (male children are more likely to become ill and have higher rates of infant mortality) and it has been used to assess the impact of environmental factors on the endocrine system and the reproductive health of humans, etc.

Diverse articles on SRB and the sex proportion of infants, suggest the potential existence of female infanticide practices and negligence in the care of young girls in Spain prior to 1950 (Echavarri, 2022; Beltrán and Marco-Gracia, 2021; Beltrán and Gallego-Martínez, 2020; Braglia and Nicolini, 2018). Articles have been published which consider this ratio, declaring that in certain communities, immigrants living in Spain currently engage in selective female abortion practices (González, 2018; Castelló *et al.*, 2019).

SOURCES

This study is based on data obtained from the following sources:

- Births in Spain according to sex and mother's origin (provinces and capital cities)²:

¹ Some excellent literature reviews on the causes of the SRB appear in the works of Chahnazarian (1988), Guilmo (2015), James and Grech (2017) and West and Grech (2020).

² Until 1927, the provinces of Santa Cruz de Tenerife and Las Palmas formed part of a single province (Canary Islands). In this work, we have maintained this territorial unit throughout the study period (1858-2019).

- a) 1858-1974: Books on natural population movement, National Institute of Statistics (INE). Data available in the Document Collection of the INE, accessible at https://www.ine.es/inebase_historia/inebase_historia.htm
 - b) 1975-2019: Microdata from the “Statistical bulletin of births”, National Institute of Statistics. Data available at <https://www.ine.es/>. For this period, we have had access to information from microdata related to over 20.5 million births.
- Mean age at maternity between 1922 and 1974 in Spain was obtained from the Human Fertility Collection of the Max Planck Institute for Demographic Research (<https://www.fertilitydata.org/cgi-bin/country.php?code=esp>). The mean age at maternity and paternity between 1975 and 2019 was calculated based on the parents’ ages, collected from microdata of the “Statistical bulletin of births”.
 - The population by age and sex in Spain from 1857 to 2011: Spanish census surveys, the National Institute of Statistics (INE).
 - Historic data on births, classified by sex, for various European countries, have been obtained from the distinct official statistics offices of these countries, all of which may be accessed via the web: France, Sweden, Switzerland, Belgium, Finland and Italy.
 - Data on marriage rates in Spain from 1976 to 2019 come from microdata of the “Statistical bulletin of matrimonies” and are available in the previously cited website of the INE.
 - Data on Global Horizontal Solar Radiation from 1975 to 2021 have been provided by the State Agency of Meteorology of Spain. We present the annual mean values observed in all available seasons.

GRAPH 1. *Historical evolution of absolute number of births in Spain according to the mother's origin*



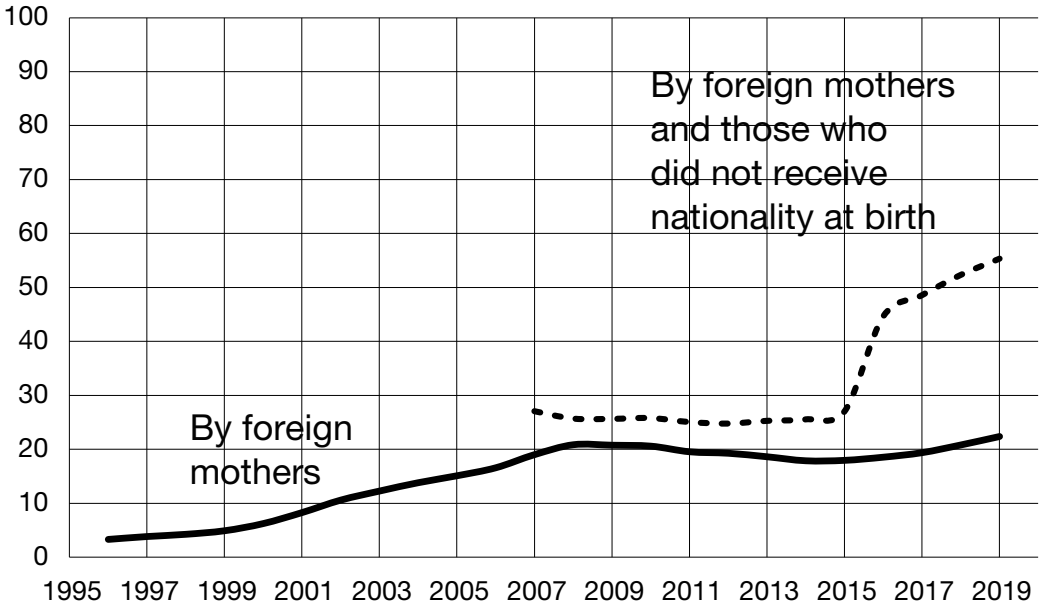
Source: See the “Sources” section.

HISTORICAL EVOLUTION OF THE NUMBER OF BIRTHS

Given that SRB is calculated from the relationship of sexes of live births, we will offer a brief explanation of the historical evolution of the number of births in Spain. Since the mid-19th century and until the late 20th century, approximately 600 000 and 700 000 children were born each year in Spain (see Graph 1). Coinciding with the arrival of democracy, a period of uninterrupted decline began, continuing until the present day. Only with the arrival of a large number of immigrants did

these figures experience a brief upturn between 1995 and 2015. The proportional weight representing births to foreign mothers has continued to grow since 1995. Graph 2 reveals that in 2019, more children were born to foreign mothers (or those originally from other countries who acquired Spanish nationality through the naturalization process) than to Spanish mothers. This major demographic transformation experienced in Spain in less than three decades justifies the fact that, in this study, we consider the geographic origin of the mothers, since skin tone may be a factor conditioning SRB.

GRAPH 2. *Percentage of births in Spain with foreign mothers*



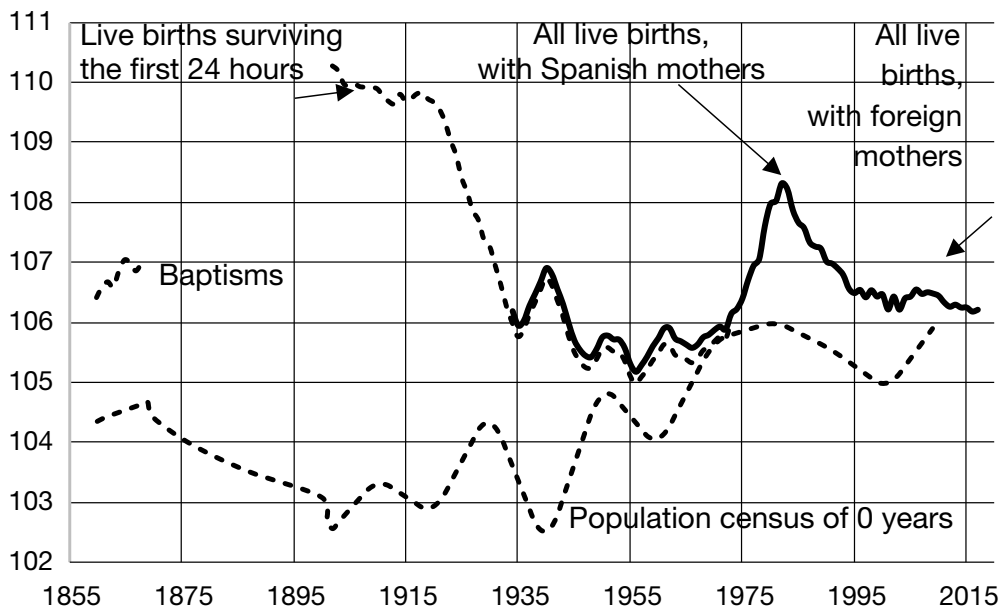
Source: See the "Sources" section.

HISTORIC EVOLUTION OF SRB

It is impossible to calculate SRB prior to 1932 in Spain since this was the year when statistics from the Natural Population Movement included sex of live births surviving the first 24 hours and those who, being born alive, died within 24 hours of birth. Between 1900

and 1931, we can estimate SRB based on the sex of those surviving the first 24 hours (in Graph 3 we can see that the SRB calculated in this manner did not differ considerably from the rate found when considering all live births). For the period between 1858 and 1870, SRB can be calculated based on baptisms celebrated throughout Spain.

GRAPH 3. *SRB in Spain, according to different sources and population types, over those making the calculation (moving average of 5 years)*



Source: See the “Sources” section.

The SRB for live births surviving the first 24 hours during the first decades of the 20th century is notably high, with values approaching 110 males per 100 females. Distinct authors have warned of the poor quality of the Civil Registry at the end of the 19th century and the first decades of the 20th century (Nicolau, 2005: 107; Reher and Valero-Lobo, 1995: 90; Livi-Bacci, 1968: 232-233). All of this suggests that the overall under-recording of the total number of births affected females more intensely than males. That is, parents were more likely to comply with their legal duty to register the birth of their male children as compared to that of their daughters. This would explain the surprisingly high values of SRB over these early decades of the 20th century.

Although Beltrán and Marco-Gracia (2021) noted the possible existence of selective female infanticide practices in some parts of Spain in the past (1750-1950), according to national data available since the

mid-19th century, we have discarded this possibility for the country as a whole. Furthermore, if considering SRB between 1858 and 1870 (calculated based on information on baptisms), we find values that are in line with the expected (106-107). That is, when attempting to baptize their children, parents did not discriminate according to the child’s sex. They engaged in the church ceremonies with all of their children, both male and female. However, with regard to the administrative obligation of registering their children in the Civil Registry, they were less diligent with their daughters.

Likewise, in the case in which a generalized female infanticide practice did take place with newborns, a much higher SRB would be expected for the population of 0-year-olds included in the Spanish censuses from the early 20th century (see Graph 3).

Between 1900 and 1930, a total of 10 provinces revealed abnormally high levels

of SRB, from 110 to 127 males per 100 girls. Most of these were located in southeastern Spain (Albacete, Alicante, Almería, Granada, Jaén, Málaga and Murcia) but others were situated in distinct locations of the country (Canary Islands, Lerida, Orense and Asturias). However, the SRB values for these 10 provinces between 1858 and 1870 (calculated over the base of baptism data) were much lower and closer to the mean of the Spanish set.

The province of Murcia is an especially noteworthy case. Between 1858 and 1870, its SRB (calculated from data on baptisms) was 106.5, that is, a value within the reasonably expected values. However, over the first three decades of the 20th century, its SRB increased at an extraordinary rate: 124.2, 127 and 123.5, respectively (recoded based on information collected from the Civil Registry). In the decade of 1930-1939, however, its ratio once again declined to 108.7.

The data on SRB in the capital cities of the provinces also revealed some major inconsistencies. The number of capital cities having suspiciously high data is greater than in the provinces. In the specific case of the city of Murcia, the SRB values reached disparately high figures: 1900-09: 178.0; 1910-19: 188.3 and 1920-29: 157.6.

We fail to accept the idea that the girls who were not registered in the Civil Registry had been murdered by their parents at birth, unless the generalized practice of filicide had somehow become a socially acceptable. According to the prior historical analysis, we can only conclude that the use of data on births was inappropriate during this period (1900-1930), according to information from the Civil Registry. Therefore, we must be extremely cautious when making conclusions from studies based on this data.

Furthermore, the rapid and gradual decline in SRB during the brief period between 1920 and 1936 is more likely to have resulted from the perfecting of the Civil Registry data collection as opposed to a profound change in val-

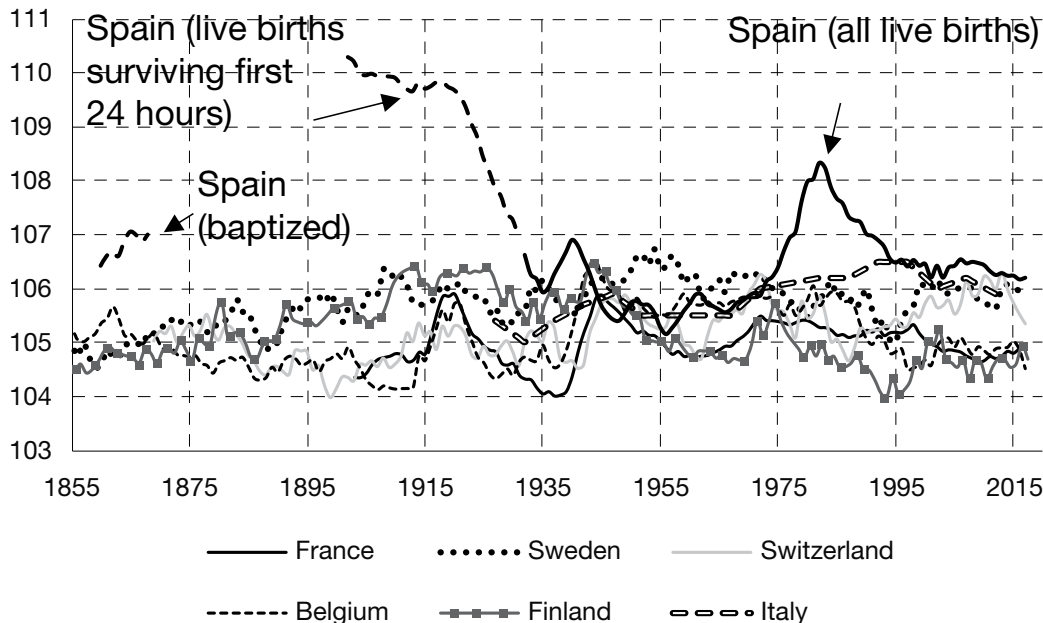
ues of parents who had previously engaged in filicide of their female offspring. Ultimately, we believe that this exaggerated SRB during the first quarter of the 20th century was due to strictly administrative causes (poor quality of the birth registry, especially that of girls). Blanes (2007: 63) quantified the under-registration of births by sex during the first decade of the 20th century at 3.1 % of the males registered and at 7.3 % of the females. These values went on to decrease considerably, and by the 1940s, they were situated at 0.4 % and 0.5 %, respectively.

If we focus on the evolution of the SRB as of 1932 (when data becomes available for all newborns and the effectiveness of the Civil Registry improved considerably), we find that, far from being consistent, this value fluctuated between 105 and 109.

As of 1958, the SRB began a steady increase, reaching a value of 109.2 in 1981. This value, based on 533 000 births, is quite different from the levels considered to be normal in countries where selective abortion of girls is not practiced. If we compare the evolution of SRB in different European countries (see Graph 4), we find that this fluctuation generally ranges from 104 to 106 points.

Both in Spain during its Civil War period (1936-1939), and other countries during the Second World War (1939-1945), a minor increase in SRB was found to take place. Distinct studies have noted a small but significant increase in the birth of males in Europe and the US during both the first and Second World War, and in the US during the Korean and Vietnam Wars. However, studies of the wars in the Balkans and the Iran-Iraq Wars have not reproduced these findings. Distinct biological explanations have been offered for this, such as the increase in stress in males which may affect the viability of XY sperm as compared to XX sperm. However, this alteration in sex proportion at birth as related to wars continues to be unresolved (Hesketh and Xing, 2006).

GRAPH 4. SRB in distinct countries (moving average of 5 years)



Source: See the “Sources” section.

Graph 4 reveals that even as of 1932, when statistics on birth registers are more reliable, SRB values in Spain have always been amongst the highest of the European countries.

The high SRB values in Spain during the 1975-1995 period are especially striking. The high quality of data from the Civil Register during these years is beyond doubt and there has been no confirmation of selective newborn female infanticide (or selective abortions based on sex, upon approval of the decriminalization law of 1985), making it necessary to investigate the causes of this boom in SRB values during this period.

THE MEAN AGE OF MATERNITY AND PATERNITY

Parental age is one of the main variables that has been frequently mentioned in numerous studies as a potential determi-

nant of SRB (Novitski, 1953). Chahnazarian (1988) created an extensive table of results from 30 studies performed on this topic. The conclusions derived from these results suggest that birth order and father’s age correlate negatively with SRB. On the other hand, mother’s age appears to have no relationship with SRB, when controlling for father’s age and birth order.

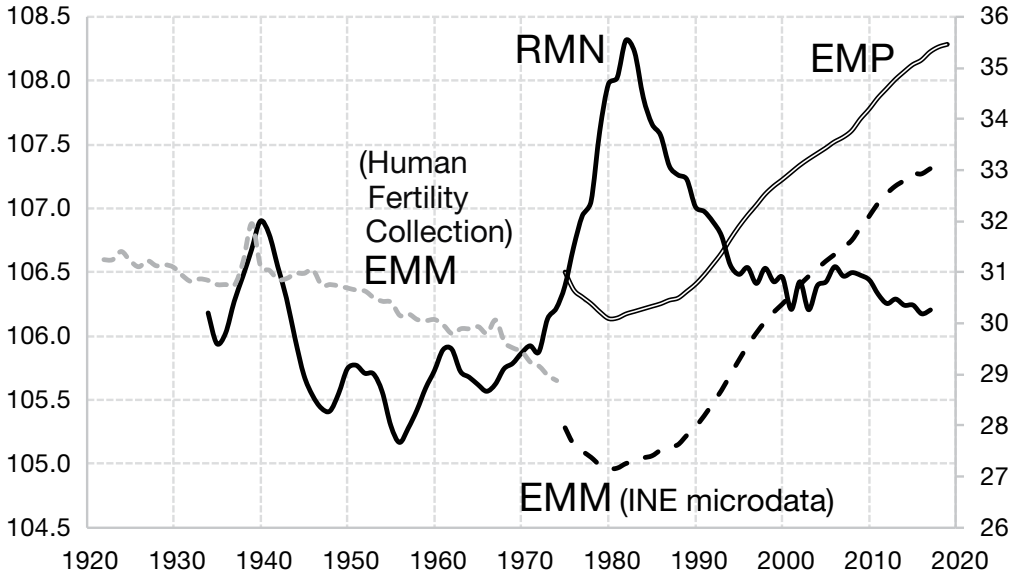
In graph 5, we see that, for the Spanish case, a clear temporal overlap exists between the historical evolution of mean ages of maternity (EMM) and paternity (EMP) with SRB³. When the EMM and EMP decrease, an increase is found in SRB, and vice versa. Is it possible that the boom in SRB occurring between 1975-1995 was due to the decrease in EMM and EMP taking place during these years? By merely observing these

³ The exceptionality in the relationship taking place between 1935-1940 may be due to the effect of the Civil War, as mentioned previously.

data, it appears that younger mothers and fathers had higher possibilities of giving birth to males as compared to females. This

apparent relationship requires a more thorough analysis of the relationship between SRB and EMM and EMP.

GRAPH 5. Historic evolution of SRB (left axis) and the mean age at maternity (EMM) (Spanish mothers) and paternity (EMP) (right axis). The moving average of 5 years is expressed in the SRB



Note: The mean age at paternity refers to male partners of the Spanish mothers. These men may be either Spanish or foreigners.

Source: See the "Sources" section.

Microdata from the INE on births taking place in 1975 offer the possibility of performing a very detailed analysis to calculate SRB while controlling for parent's age and geographic origin, as well as birth order.

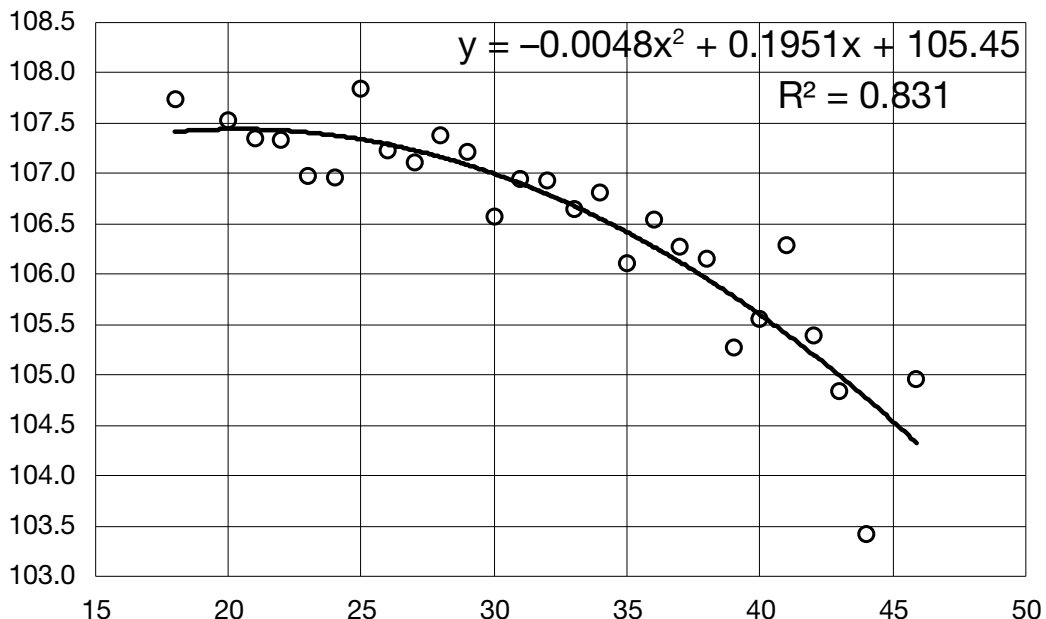
The strong relationship between parental age and SRB is evident in graphs 6 and 7. In both graphs, we observe that, both the mother and father's age individually explain up to 83 % of the variability in SRB⁴. Furthermore, the slope of the function is relevant, suggesting that changes in age of ma-

ternity/paternity may considerably affect the SRB values.

The ages of the mothers and fathers when having their children are highly correlated since most of the women choose to carry out their reproductive function with male partners of similar ages. In Table 1, we see that almost half of the births in Spain between 1975 and 2019 were of parents having an absolute age difference of 2 or less years. Almost 3/4 of the births were from parents having an age difference of 4 or less years. In other words, young women tend to have children with young men and the more mature women tend to have children with older partners.

⁴ In both graphs, the equation for a second order polynomial relationship are included, given that it has the greatest adjustment.

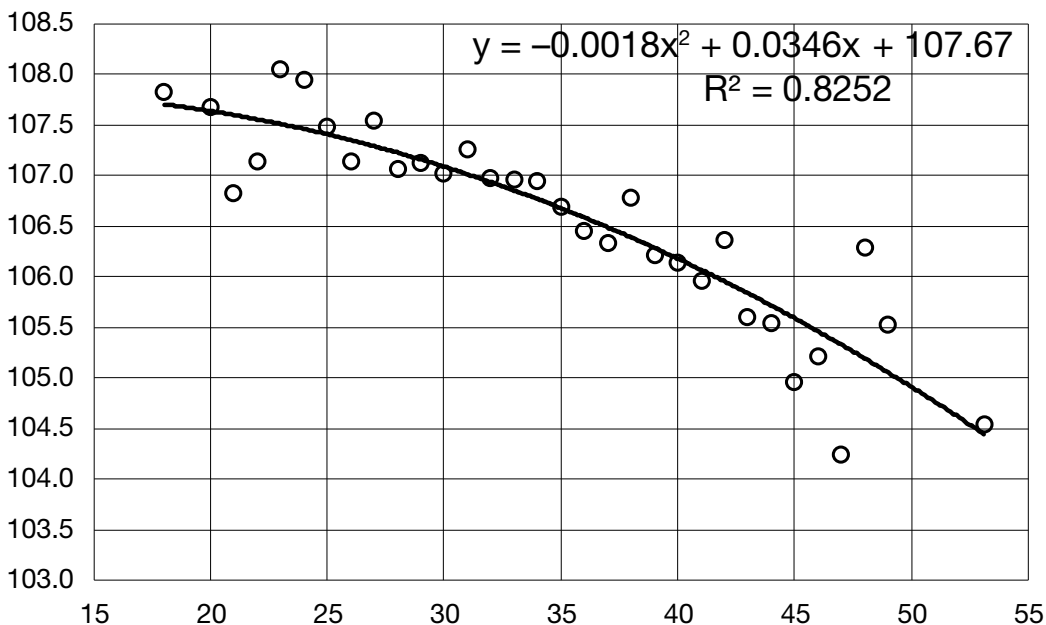
GRAPH 6. Relationship between age at maternity and SRB (Spanish women, 1975-2019)



Note: The ages 15 to 19 and 45 to 49 are represented in a grouped manner.

Source: See the "Sources" section.

GRAPH 7. Relationship between age at paternity and SRB (partners of Spanish mothers during the 1975-2019 period)



Note: The ages 15 to 19 and 50 to 54 are represented in a grouped manner.

Source: See the "Sources" section.

TABLE 1. Percentage distribution of births taking place in Spain (1975-2019) classified according to absolute difference in age of the parents (Spanish mothers and their partners)

Years of difference in age between parents (absolute values)	% births	% accumulated births
0	11.6	11.6
1	20.1	31.7
2	17.3	48.9
3	14.3	63.2
4	10.7	73.9
5	7.7	81.6
6	5.4	87.1
7	3.8	90.9
8	2.6	93.5
9+	6.5	100.0

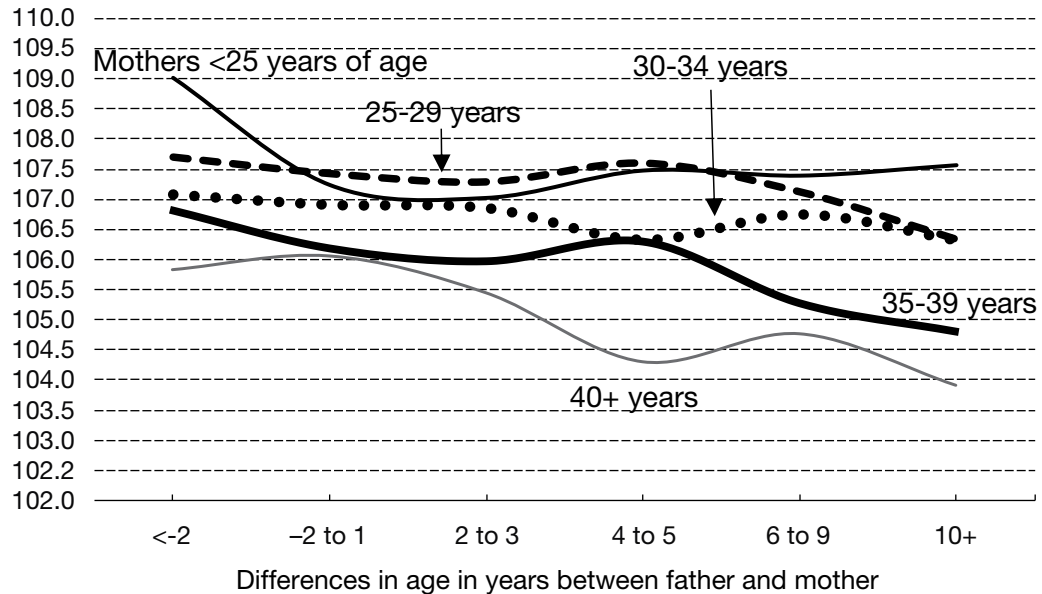
Source: See the "Sources" section.

Given the previous data and the intense correlation between the age of the father and the mother, it is impossible to deter-

mine if it is the age of just one or both of the parents which conditions the SRB values. To determine the contribution of the age of each of these, it is necessary to calculate SRB while maintaining the age of the other constant. This was done in graphs 8 and 9. In the first, the levels of SRB are presented, maintaining the mother's age constant and varying the differences in age between the parents. It may be observed that in all of the groups of mothers (and especially the older mothers), the younger their male partner, the higher the SRB. In Graph 9, it is shown that the younger the mother, the higher the SRB.

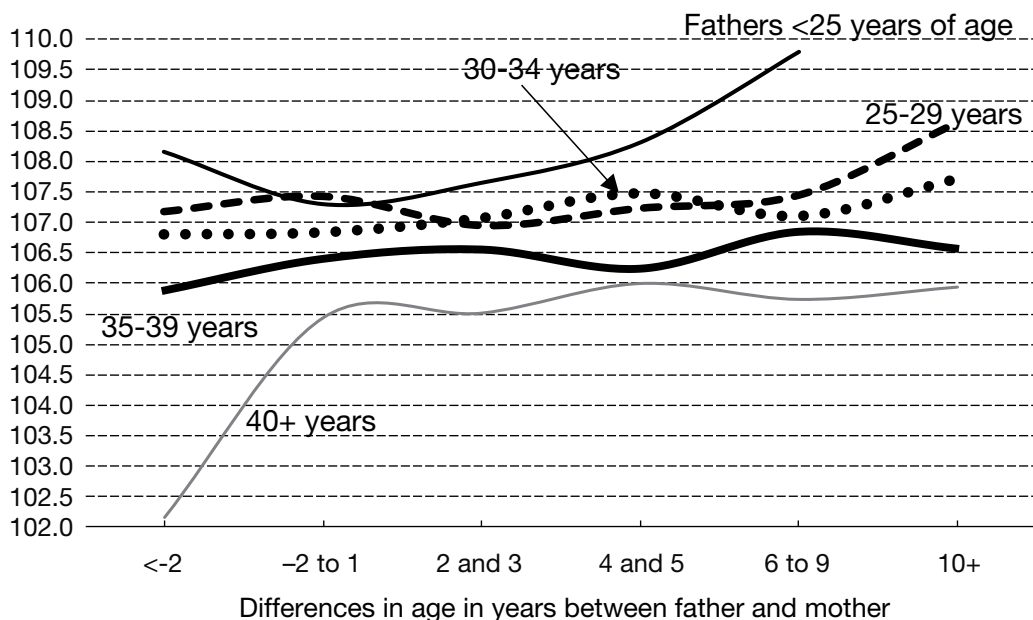
With the data from graphs 8 and 9, we can conclude that the age of both parents has a marked influence on SRB. Apparently, there are biological reasons affecting both sexes and establishing a law that, the younger the parents, the higher the SRB.

GRAPH 8. SRB according to age group of mother and age differences between father and mother (Spanish mothers, 1975-2019 period)



Source: See the "Sources" section.

GRAPH 9. SRB according to the father's age group and differences in age between the father and the mother (partners of Spanish mothers, 1975-2019 period)



Source: See the “Sources” section.

BIRTH ORDER OF CHILDREN

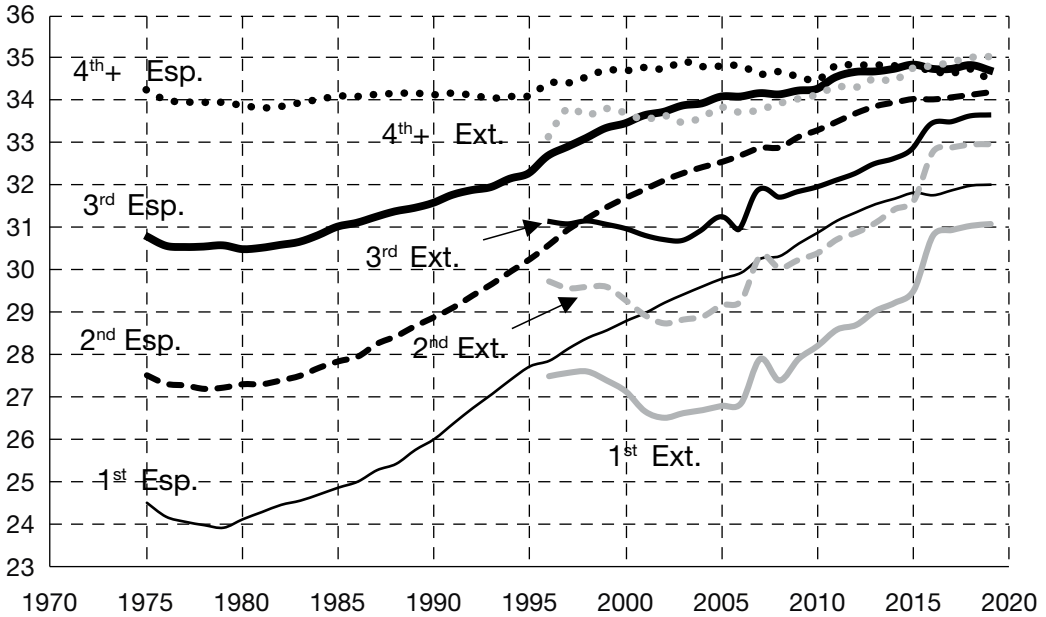
Another variable that tends to be examined in studies on SRB is birth order of children. In Graph 10, we can observe that, as expected, the larger the birth order, the larger the EMM (first order children always have younger parents than their siblings). Likewise, we also verify that the EMM of all women (both first time mothers and those who have previously had children) has not ceased to increase over time.

A doubt arises as to whether the negative relationship between parental age and SRB, as observed in graphs 6 and 7, is actually due to a biological factor related to age or to birth order. It is very important to clarify this, since the decline in the total fertility rate in Spain since the mid-1970s was accompanied by a great reduction in weight proportional to the higher

birth orders. If, between 1975-1979, 30 % of the births were third order or higher, from 2015-2019 these represented approximately 9 % of the total (calculations based on microdata of the INE’s “Statistical bulletin of births”).

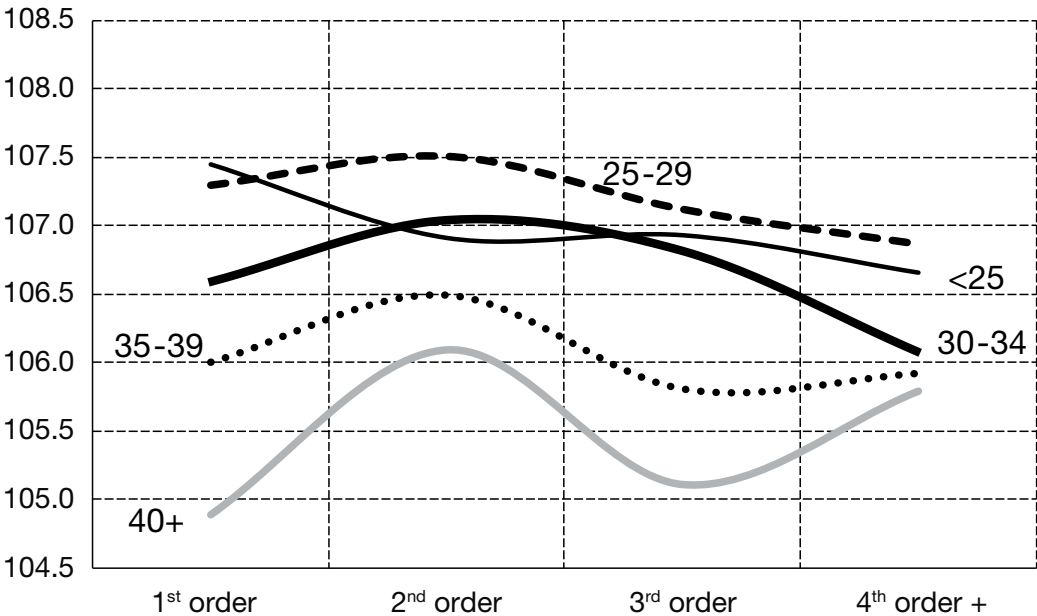
Given the close relationship between a) birth order and b) mother’s age (higher birth orders have older parents), it is necessary to analyze SRB while holding these variables constant. We have done this in Graph 11. It may be concluded that, once controlling for the mother’s age, the impact of birth order on SRB is minor. It has been seen that, when maintaining age constant, the younger mothers (<35 years of age) reveal a minor decrease in SRB as the birth order increases. On the other hand, for the older mothers (40+), having had prior children increases their likeliness of giving birth to a male.

GRAPH 10. Mean age at maternity according to birth order and mother's origin (Spanish mothers (Esp.) and foreign mothers (Ext.))



Source: See the "Sources" section.

GRAPH 11. SRB according to the mother's age and birth order (Spanish mothers, 1975-2019)



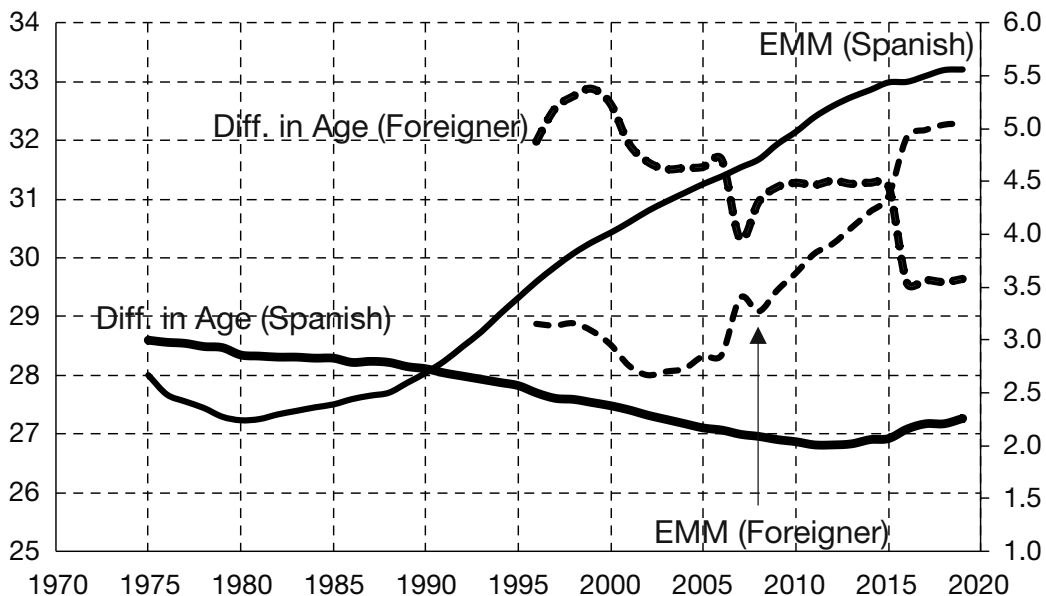
Source: See the "Sources" section.

VARIATIONS IN PARENTAL AGE PATTERNS

Given that we have confirmed the strong relationship between ages of both parents with the SRB values, below we present a detailed analysis on the changes observed in these ages. In Graph 12, we observe that, since information has been available (1975 for Spanish mothers and 1996 for foreign mothers), the EMM has not ceased to

increase, being a bit lower in the foreign mothers. Therefore, as this occurs, we also observe that the age difference between parents has not ceased to decline. If, in the mid-1970s the mean age difference between the father and mother was approximately 3 years, during the second decade of the 21st century, it was just over 2. In foreigners, this mean difference has decreased much more, from over 5 years in the late 1990s to 3.6 years in 2019.

GRAPH 12. Evolution of the mean age at maternity (left axis) and of the difference in age between the father and the mother (right axis) according to the mother's origin (Spanish and foreigners)



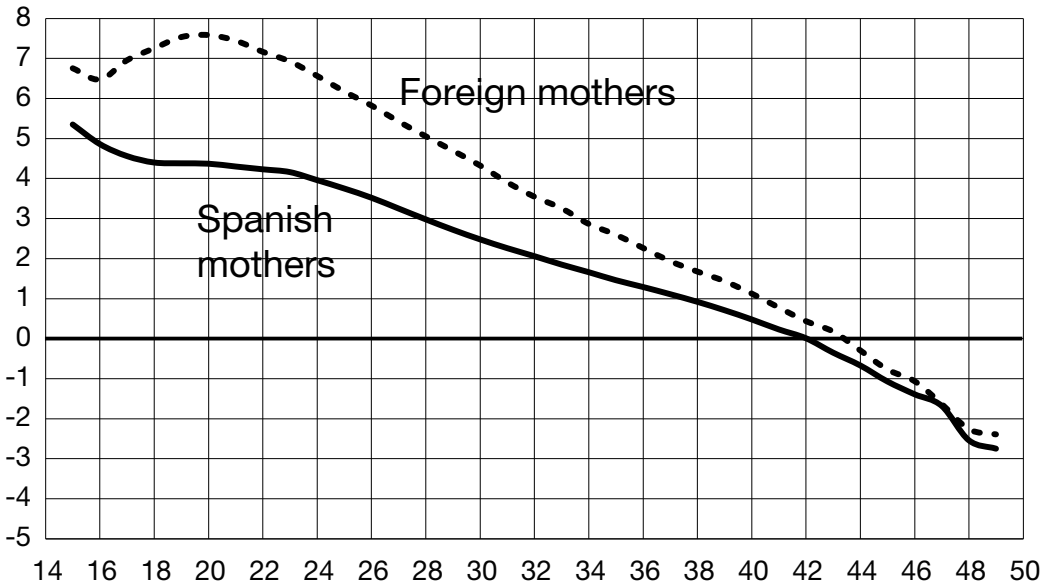
Source: See the "Sources" section.

Graph 13 details the difference in age between parents for each of the mother's ages. It is clearly seen that the age difference between the younger parents is notably greater than that between the older ones (especially so in the case of foreign mothers). And as of 40 years of age, the mothers were older than their partners.

Graph 14 shows the changes observed in the mean age difference between the fa-

ther and the mother at three distinct times of the 1975-2019 period. We can conclude that: 1) the difference in age between the younger fathers and mothers (<30 years of age) has always been greater than that of the older mothers (30+ years of age); 2) over time, the younger Spanish mothers (<30) have had children with increasingly older men, whereas the older mothers (30+) have had children with increasingly younger men.

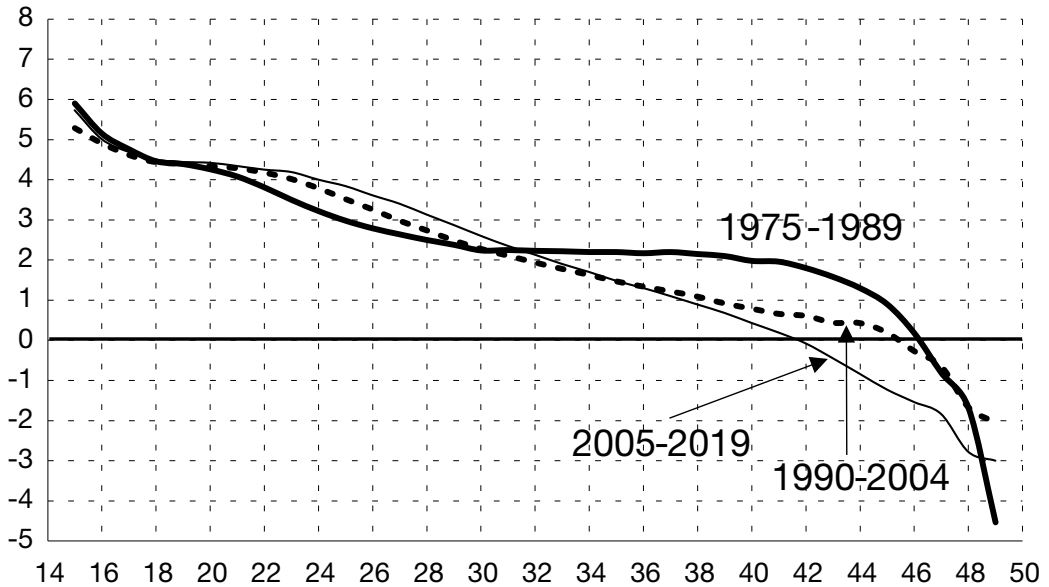
GRAPH 13. Mean age difference between the father and mother at the time of birth during the 1996-2019 period in Spain, according to the mother's age and origin



Note: Fathers may be of any nationality and ethnic group.

Source: See the "Sources" section.

GRAPH 14. Variations in the mean of the age difference between the father and mother at the time of birth over three periods, according to the mother's age (only Spanish women)



Source: See the "Sources" section.

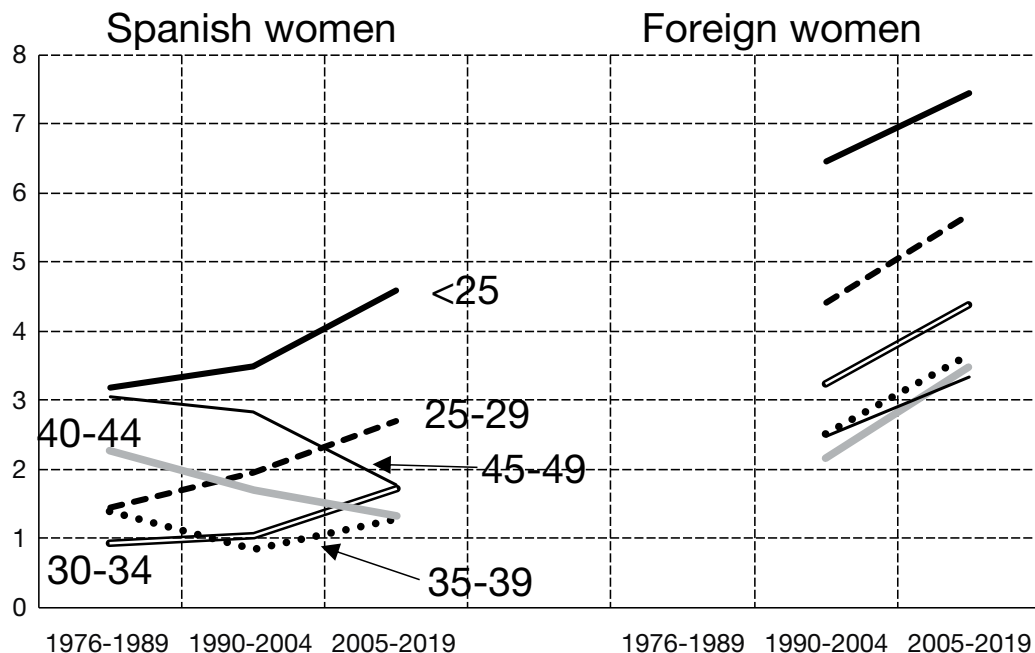
There may be two reasons for this:

Sperm quality decreases with age, resulting in a decline in natural fertility. The fact that older mothers have children with men who are closer to their age (or even younger) than younger mothers, may be due in large part to the fact that the quantity and

quality of Western men’s sperm is on the decline, and this may have a larger effect on older males (Levine *et al.*, 2017).

Graph 15 shows that with the passage of time, younger women tend to marry older men and older women tend to marry younger men.

GRAPH 15. Mean of age difference between husband and wife according to woman’s age at the time of heterosexual marriage (only single women at the time of matrimony)



Source: See the “Sources” section.

Microdata from the INE regarding matrimony statistics registered in Spain since 1976 allow us to confirm the ever-changing age pairings⁵. In Graph 15, we can see that since

1976, there has been a clear trend in younger Spanish women (<35 years) to marry younger men, whereas the older women (40+) tend to select increasingly younger partners.

The behavior of foreign women regarding matrimony differs slightly from that of Spanish women. The two most noteworthy aspects are: 1) they marry older men than the Spanish women and 2) with the passage of time, all of them, regardless of their age group, marry increasingly older men. Several years have passed since information has been available on the matrimony of foreign

⁵ Over recent decades, the number of males born from unmarried partners has increased greatly, and logically, these are not included in the matrimony statistics. However, the temporal evolution of the EMM of married women and that of unmarried women has been very similar. In both groups, the EMM has increased with equal intensity (e.g., the EMM of the married women in the 1980-1984 period was 24.5, whereas that of the unmarried women was 23.3; in the 2017-2019 period, these values were 32.4 and 30.7, respectively).

women. It would be interesting to consider the evolution of this demographic behavior. Little doubts exist as to whether this change in pairing behavior has influenced the EMM and thereby, the SRB of their offspring.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PARENTAL AGE ON SRB WHEN STANDARDIZING THE AGE DIFFERENCE BETWEEN PARENTS

Until now, it has been possible to verify that:

- a) The age of the mother and the father has a notable effect on SRB (see graphs 8 and 9).
- b) Younger women tend to have children with younger spouses and older women tend to have children with older men (see Table 1).
- c) Age differences between parents are not the same for all ages, with greater differences existing between younger parents as compared to older ones (see Graph 13).
- d) During the 1975-2019 period, major changes took place in the ages of the parents (see Graph 14).

Ultimately, the SRB calculated for each individual age of the mothers included in graphs 6 and 7 are also affected by the variable distribution of age difference between parents. To neutralize the effect of the changing distribution of age differences between parents on SRB that we have detected (see Graph 14) and to exclusively assess the effect of the mother's age on this SRB, we have standardized the age differences between the parents as follows:

1. Mothers have been grouped in the following age brackets: 15-19, 20 and 21, 22 and 23, 24 and 25... 36 and 37, 38 and 39, 40-49⁶.

⁶ It was necessary to make these groupings since, in each of them, it was necessary to calculate the SRB

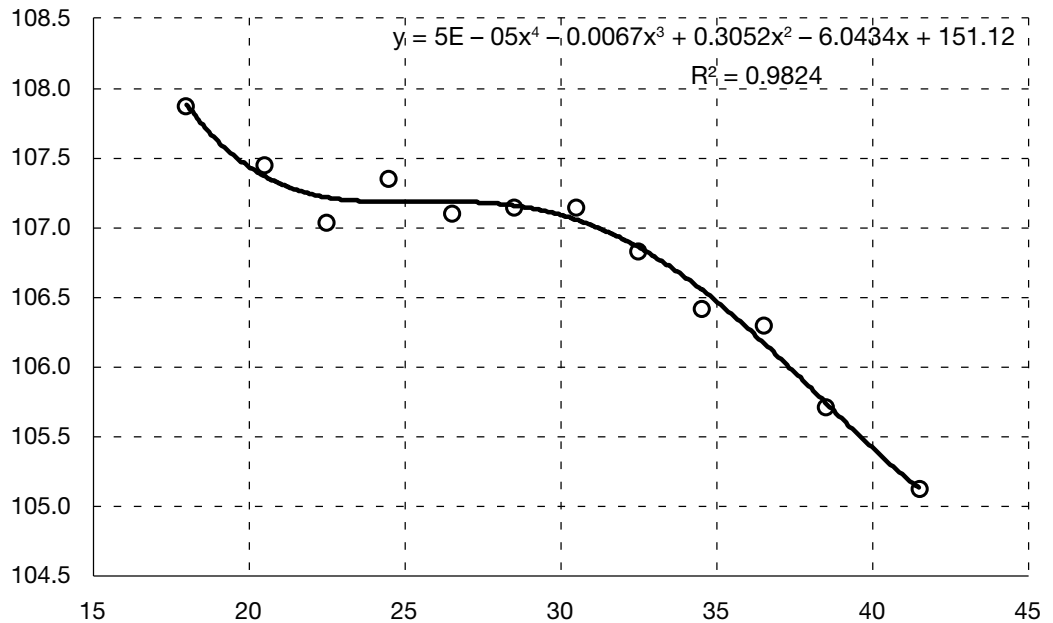
2. We have classified each group of mothers in six subgroups according to age differences between the father and mother: <-2, -2 to 1, 2 and 3, 4 and 5, 6 to 9 and 10+.
3. SRB has been calculated for each of these six subgroups of mothers specified in the previous point.
4. After estimating the six SRB in each of the mothers' age groups, we have calculated its simple mean. In this way, we give the same weight to all of the SRB of the six subgroups. In other words, we assume that in all of the groups of mothers, the age differences between the parents is the same and we neutralize the changing weight that each of these may have over the passage of time.

Once this standardization has been carried out, and the effect of the age difference between parents has been neutralized, the relationship obtained between mother's age and SRB is shown in Graph 16. The adjustment obtained when neutralizing the age of the fathers is very high. Similarly, we have applied this same standardization process to the fathers (partners of the Spanish mothers). The results may be seen in Graph 17⁷. Ultimately, these data confirm the close relationship existing between parent age and SRB levels.

of 6 sub-groups, as specified in point 2 below. Grouping the mothers together in this way assures that each subgroup has a sufficiently high number of births and thereby, reduces the variability of the SRB values considerably. Guilimoto (2015: 189) reported that, as with any proportion, the distribution by sex is subject to the effects of a binomial law in which the precision of the measure depends on the inverse of the square root of the number of observations. That is, the larger the number of available cases (births), the lower the variation.

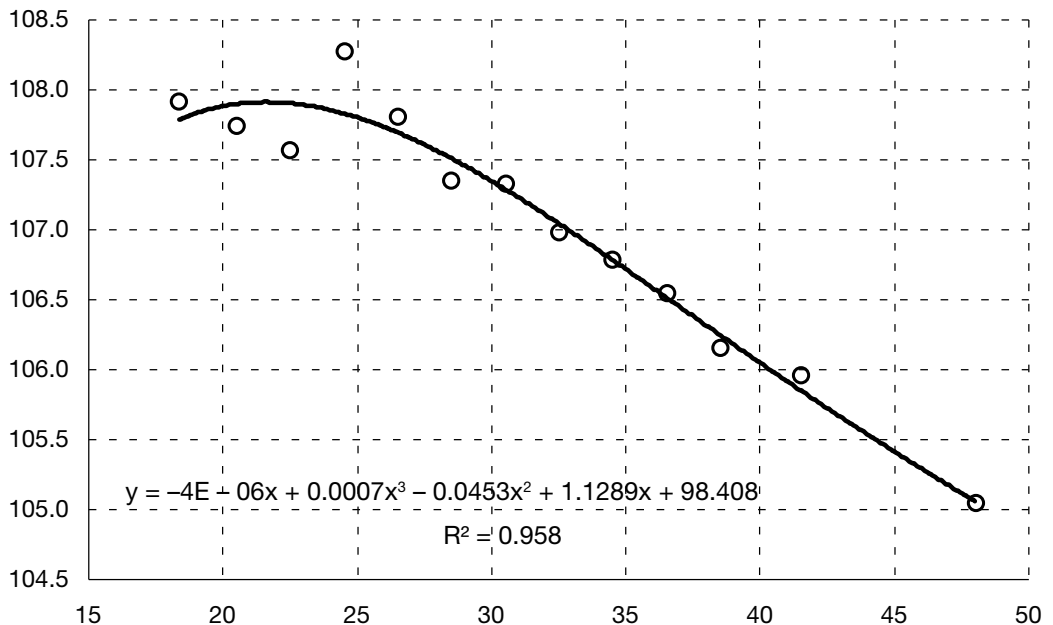
⁷ The groupings by age made for the fathers are as follows: 15-19, 20 and 21, 22 and 23, 24 and 25... 36 and 37, 38 and 39, 40-44 and 45+.

GRAPH 16. Relationship between age at maternity and SRB (Spanish mothers, 1975-2019 period). For each mother's age, the age difference between the parents has been standardized



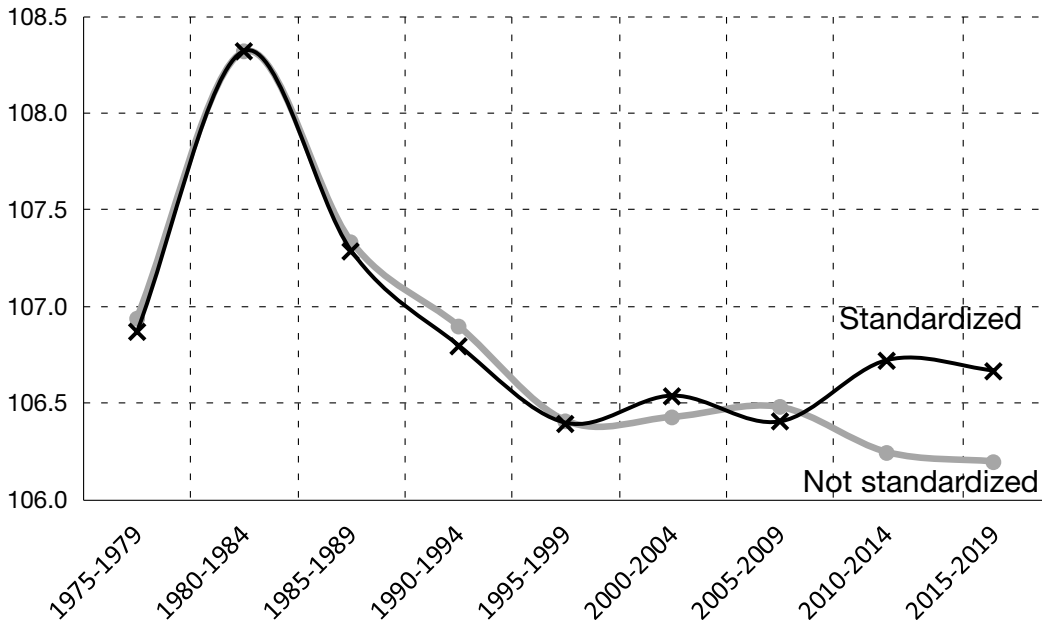
Source: See the "Sources" section.

GRAPH 17. Relationship between age at paternity and SRB (partners of the Spanish mothers, 1975-2019 period). For each father's age, the age difference between the parents has been standardized



Source: See the "Sources" section.

GRAPH 18. Evolution of the SRB without standardizing and standardized according to mother's age (Spanish mothers, 1975-2019 period)



Note: Proportional weights in the different age groups used in the standardization: <20: 0.086; 20-24: 0.233; 25-29: 0.280; 30-34: 0.250; 35-39: 0.123; 40-44: 0.026; >44: 0.002.

Source: See the "Sources" section.

STANDARDIZATION OF SRB ACCORDING TO AGE OF THE MOTHERS

While there is no doubt that the parents' age influences SRB, and we have verified that the EMM and EMP have varied over time (see Graph 5), can we therefore conclude that the boom in SRB values observed between 1975 and 1995 was due to the evolution of the EMM and the EMP?

In Graph 18, we see the evolution of the SRB values without standardization and when standardizing the age of the mothers during the 1975-2019 period⁸. We have verified that, when neutralizing the effect of

changes in mother's age through standardization⁹, few changes are observed in the index value (except in the last decade). This suggests that the changes in the EMM observed in the 1975-1995 period, although still considerable, are not a main cause of the SRB boom and, therefore, other variables should be found to explain this intense and noteworthy fluctuation.

WEEKS OF GESTATION

According to James (2003) and Cagnacci *et al.* (2003), a positive association exists between SRB and gestation period. On the con-

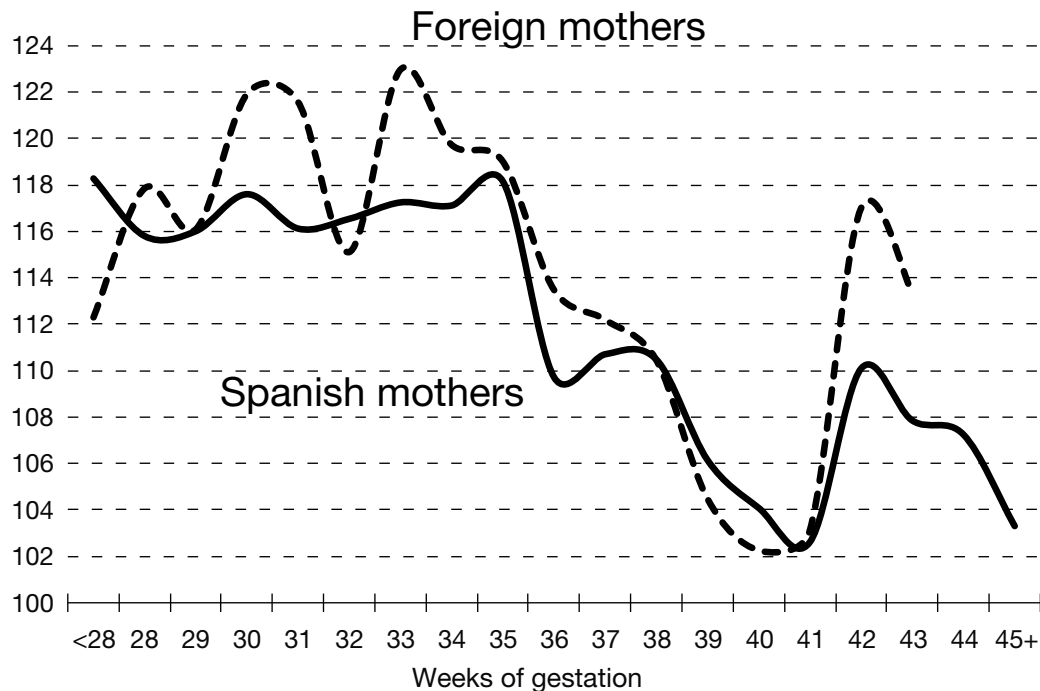
⁸ To familiarize themselves with the standardization technique, we suggest that readers consult the Vinuesa Angulo *et al.* (1994: 52) manual.

⁹ Proportionate weights in the age groups that have been used in the standardization: <20: 0.086; 20-24: 0.233; 25-29: 0.280; 30-34: 0.250; 35-39: 0.123; 40-44: 0.026; >44: 0.002.

trary, data handled by Orzack *et al.* (2015) suggest the opposite. Graph 19 shows that, in Spain, births taking place with less than

28 weeks of gestation have a notably higher SRB than those that are longer. As of 34-35 weeks, there is an evident decline in SRB.

GRAPH 19. SRB according to number of weeks of gestation and type of mothers (1980-2019)



Source: See the “Sources” section.

SOLAR RADIATION

Some medical studies have demonstrated that the level of Vitamin D in the block of women prior to conception may be positively associated with a higher SRB. Sufficient levels of this vitamin may mitigate inflammatory processes that may affect the mothers and may influence implantation and the survival of male embryos (Purdue-Smithe *et al.*, 2019 and 2021). Vitamin D is synthesized in the skin from cholesterol, thanks to a chemical reaction that is naturally activated by type B, short wave ultraviolet rays (UVB), which contain solar light.

According to the atlas of solar radiation created by the State Meteorology Agency, the provinces of *Green Spain* receive an average solar radiation that is much lower than the southern and southeastern provinces and the Canary Islands¹⁰. To verify if the solar radiation (and therefore, the levels

¹⁰ The mean daily global radiation (kWh/m²/día) from the 1983-2005 period in the selected provinces of southern Spain and the Canary Islands was greater than 5, whereas that of the provinces of Green Spain were lower than 4.1 (State Meteorology Agency, “Atlas of Solar Radiation in Spain using data from the SAF on Climate of EUMETSAT”, http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar).

of Vitamin D) may influence the SRB values, we have contrasted data on births from the 1975-2019 period for these two groups of provinces:

- a) Green Spain: La Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Asturias, Cantabria, Vizcaya, Guipúzcoa and Álava.
- b) South and Canary Islands: Huelva, Seville, Cádiz, Málaga, Granada, Almería, Murcia, Alicante, Jaén, Córdoba, Santa Cruz de Tenerife and Las Palmas.

Table 2 shows that, upon standardizing the mother's age, the SRB is slightly higher in the provinces receiving more solar radiation and those in which, it is likely that the women will have higher levels of Vitamin D in their blood. Although the differences are minor, they are statistically significant given the volume of information that has been used (almost 6 million births in the Southern provinces and 2.5 million in the Northern provinces).

TABLE 2. *SRB by age of mothers in the two geographic areas (Spanish mothers, 1975-2019)*

Green Spain	106,68
Southern peninsula and Canary Islands	106,92
North-South difference	-0,24

Note: Weighing according to mother's age: <25: 0.319; 25-29: 0.280; 30-34: 0.250; 35-39: 0.123; 40+: 0.028.

Source: See the "Sources" section.

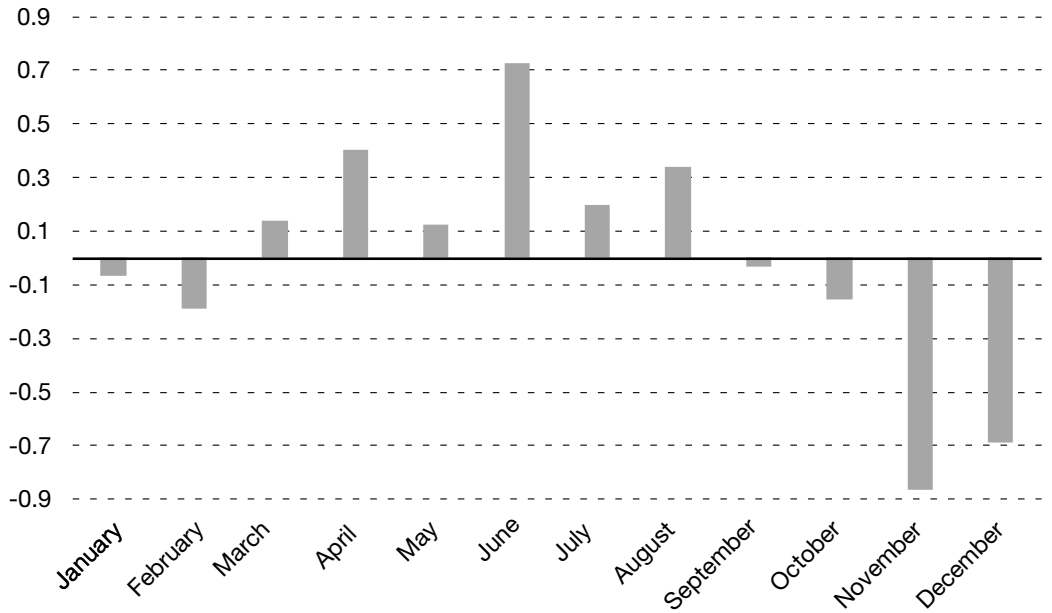
Graph 20 reveals that SRB is not homogenous across the different months of the year. The proportion of males is greater amongst those born between March and August (mean of 107.2) as compared to those born between September and February (mean of 106.6). If we are to consider that various weeks are necessary for the human body to increase its levels of

Vitamin D from solar radiation, we should pay attention to the two months prior to the time of conception. Therefore, the two months prior to conception for those born between March and August correspond to the months from April to September, precisely the months of the most solar irradiation in Spain.

November and December are the months having the lowest SRB. Children born in these last two months of the year were conceived in February and March, therefore the two months prior to their conception coincide with the months of December and January, which, according to the State Meteorological Agency of Spain, are the two months with the lowest radiation of the year.

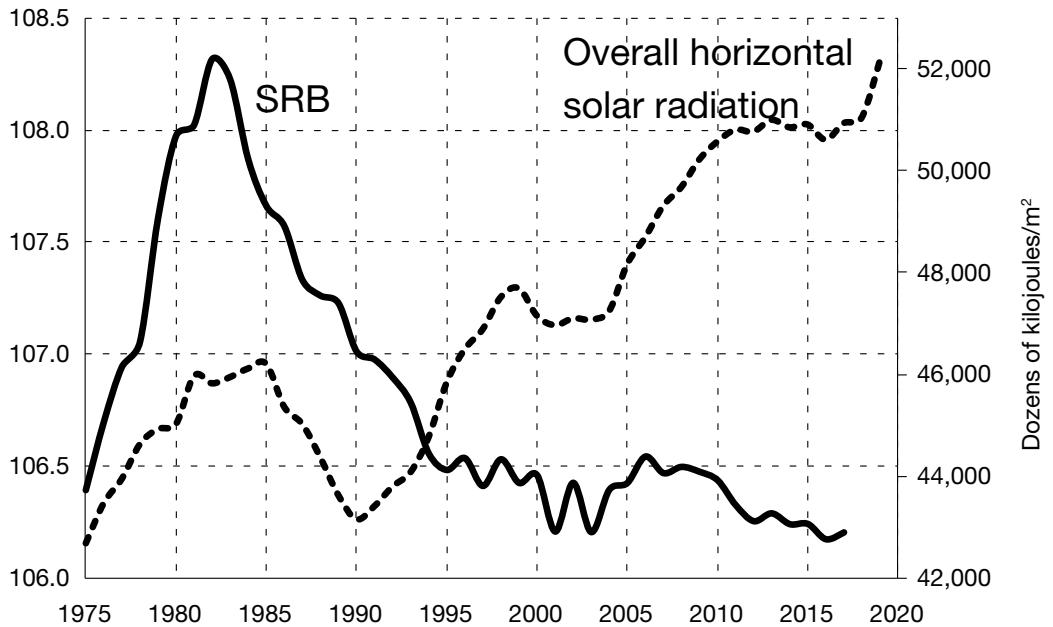
Graph 21 reveals that the boom in SRB values in the 1975-1995 period coincided with a notable increase in overall solar radiation in Spain. It may be surprising to find that, as of 1990, as solar radiation once again increased, the SRB followed a downward trend (although more moderate). This may be due to the fact that as of the 1990s, the use of sun cream became widely popularized in Spain to prevent skin cancer. This practice, together with the growing number of individuals working in offices and factories and enjoying their free time in interior locations (gyms, theaters, cafeterias, etc.) and without the need for sun exposure, as well as the limited intake of foods that are high in Vitamin D, may have influenced the alarmingly low levels of this vitamin in the overall Spanish population (and worldwide) which has been detected for decades now (Navarro Valverde and Quesada Gómez, 2014). It appears that, once again, the studies carried out by Purdue-Smithe *et al.* (2019 and 2021) highlighting the important role of Vitamin D in determining the SRB levels. But clearly, more studies are necessary to ratify this hypothesis.

GRAPH 20. Deviation of SRB for each month with respect to the mean (Spanish mothers, 1975-2019)



Source: See the "Sources" section.

GRAPH 21. SRB (Spanish mothers) (left axis) and overall horizontal solar radiation horizontal in Spain (right axis) (moving average of 5 years)



Source: See the "Sources" section.

TABLE 3. Standardized SRB classified according to mother's geographic origin (Spain, 1996-2019)

Poland	109.4
China, India and the Philippines	108.8
Northern Africa	108.1
Caribbean	107.2
Eastern Europe	106.7
Spain	106.6
Western Europe	106.0
Asia	106.0
Latin America	105.8
Sub-Saharan Africa	105.3

Note:

- Sub-Saharan Africa: All African countries except for those cited in the Northern Africa group.
- Asia: Asian countries, except for China, India and the Philippines.
- Caribbean: Centro-American countries and Mexico.
- Spain: Born of Spanish mothers.
- Eastern Europe: Countries forming part of the former Soviet bloc, except for Poland.
- Western Europe: Also includes the United States, Canada, Australia and New Zealand.
- Latin America: Only South American countries.
- Northern Africa: Mauritania, Western Sahara, Morocco, Tunisia, Algeria, Libya and Egypt.

Source: See the "Sources" section.

RACIAL/ETHNIC DIFFERENCES

Almost all the above analyses have mainly focused on the historic study of SRB of children born to "Spanish mothers". This means that we have almost exclusively considered white parents. Table 3 includes SRB values according to geographic origin of immigrant mothers which, *grosso modo*, coincide with ethnic groups having distinct skin tones. While some of the high values may be related to the selective female abortion practices of certain immigrant communities¹¹,

¹¹ González (2018) and Castelló *et al.* (2019) highlighted that in the Chinese and Indian communities residing in Spain, this type of fetal selection takes place.

it is clear that SRB varies notably amongst the different ethnic/racial groups. The population from Sub-Saharan Africa has considerably lower SRB levels as compared to the others, suggesting a biological explanation that may be linked to skin tone in the determination of this ratio. These results coincide with those obtained in other studies (Chahnazarian, 1988; Khoury, Erikson and James, 1984). Given the short time period and limited number of births occurring in Spain to populations having other skin tones (not white), it is not currently possible to make a more detailed analysis of this variable's effect on SRB, although it appears to have a significant relevance given the growing number of births in Spain to foreign mothers with different skin tones.

CIVIL STATUS

Numerous scientific articles have suggested that maternal stress is a relevant factor that increases the possibility of suffering natural abortions, especially of male fetuses (Grech, 2017). Extraordinary phenomena (earthquakes, terrorist attacks, famines, etc.) are socio-economic factors that have been linked to lower levels of SRB (Grech, 2018).

If we are to agree that unmarried mothers suffer from higher levels of stress (anxiety, anguish, fatigue, exhaustion) and socio-economic problems, we may assume that their levels of SRB would be lower¹². The results presented in Table 4 leave few doubts that, in fact, married women in Spain have higher SRB levels than their unmarried counterparts.

¹² Not all single mothers experience their pregnancy on their own. Many of these women are in stable couple relationships and, therefore, their stress levels may be comparable to those of the married women.

TABLE 4. *SRB according to birth order and civil status. Spanish mothers, 1975-2019*

	Birth order			All*
	1	2	3+	
Married	107.07	107.23	106.40	107.09
Unmarried	106.75	105.56	106.36	106.54
Difference	0.32	1.67	0.04	0.54

* SRB standardized by mother's age.

Source: See the "Sources" section.

LEVEL OF URBANIZATION

Distinct studies have suggested that environmental pollution may be responsible for the recent decline in the SRB in western countries (Schacht, Tharp and Smith, 2019; Terrell, Hartnett and Marcus, 2011). Given that information pollution levels was not available to us for the municipalities, it may be reasonable to assume that, overall, the larger population centers have higher pollution levels (more vehicles, more homes using heating, industries, etc.). Based on the data from Table 5, we cannot reach any conclusions regarding the potential impact of pollution levels on SRB in Spain.

TABLE 5. *SRB according to size of mother's municipality of residence (Spanish mothers, 2007-2019)*

< 10,000 inhabitants	106.3
From 10,001 to 20,000	106.5
From 20,001 to 50,000	106.4
From 50,001 to 100,000	106.2
>100,000	106.4

Source: See the "Sources" section.

CONCLUSIONS

Before using any database, it is important to analyze the consistency and reliability of the same. From the analysis of historical in-

formation available on births in Spain, we must make repeated warnings given that for decades now, other researchers have questioned the quality of the data on births taking place between 1900-1930 and, therefore, any study that is based on the same should be considered with great skepticism.

The first conclusion that may be reached from this study is that SRB in Spain, far from being constant, has varied over time for distinct reasons. The considerable information available (especially since 1975) appears to suggest that the mean age of maternity (EMM) and paternity (EMP) are relevant variables that condition SRB. We have confirmed the biological law that the younger the parents, the greater the probability of their having a male child.

We have verified that in the 1975-2019 period, major changes took place in age patterns of parents, which may have influenced SRB. However, having standardized the indices by maternal age, the fluctuations were not eliminated, suggesting that other factors are involved.

We verified that, when controlling for maternal age, birth order had only a small effect. The data from Spain confirms the hypothesis of Purdue-Smithe *et al.* (2019 and 2021) relating a higher intensity of solar radiation (and its influence on Vitamin D generation in the blood) with higher levels of SRB. Additional research, however, must be performed to verify these findings. The length of the gestation period and the racial/ethnic variety of the parents appear to have a relevant effect on SRB levels. We also suspect that increased stress experienced by unmarried mothers may affect SRB. No differences were found based on the size of the mother's municipality of residence.

Sociological interest in the conclusions of this study has been considerable, most likely due to its extensive applicability to other studies. For example, research to detect selective female abortion practices in

groups of female immigrants living in Spain should consider the variables mentioned here. Variety in skin tone and the disparity of parental ages observed in the distinct immigrant communities¹³ are aspects that should be considered when establishing the existence (or not) of selective sex-based abortion practices.

BIBLIOGRAPHY

- Beltrán Tapia, Francisco and Gallego-Martínez, Domingo (2020). "What Explains the Missing Girls in Nineteenth-Century Spain?". *Economic History Review*, 73(1): 59-77.
- Beltrán Tapia, Francisco and Marco-Gracia, Francisco (2021). "Death, Sex, and Fertility: Female Infanticide in Rural Spain, 1750-1950". *European Review of Economic History*, 26(2): 234-254. doi: 10.1093/ereh/heab023.
- Blanes Llorens, Amand (2007). *La mortalidad en la España del siglo XX. Análisis demográfico y territorial*. Cabré Pla, Anna (dir.), Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. [Doctoral Thesis].
- Braglia, Consuelo and Nicolini, Luciano (2018). "Consideraciones sobre el índice de masculinidad al nacer en España". *Antropo*, 39: 25-33.
- Cagnacci, A.; Renzi, A.; Arangino, S.; Alessandrini, C. and Volpe, A. (2003). "The Male Disadvantage and the Seasonal Rhythm of Sex Ratio at the Time of Conception". *Human Reproduction*, 18(4): 885-887. doi: 10.1093/humrep/deg185
- Castelló, Adela; Urquia, Marcelo; Rodríguez-Arenas, María de los Á. and Bolúmar, Francisco (2019). "Missing Girls among Deliveries from Indian and Chinese Mothers in Spain 2007-2015". *European Journal of Epidemiology*, 34: 699-709. doi: 10.1007/s10654-019-00513-6
- Chahnazarian, Anouch (1986). *Determinants of the Sex Ratio at Birth*. Coale, Ansley J. (dir.), Princeton: Princeton University. [Doctoral Thesis].
- Chahnazarian, Anouch (1988). "Determinants of the Sex Ratio at Birth: Review of Recent Literature". *Social Biology*, 35(3-4): 215-235. doi: 10.1080/19485565.1988.9988703
- Echavarri, Rebeca (2022). "Neonatal Discrimination and Excess Female Mortality in Childhood in Spain in the First Half of the Twentieth Century". *Cliometrica*, 16(1): 79-104. doi: 10.1007/s11698-021-00225-6
- Ein-Mor, Eliana; Mankuta, David; Hochner-Celnikier, Drorith; Hurwitz, Arye and Haimov-Kochman, Ronit (2010). "Sex Ratio is Remarkably Constant". *Fertility and Sterility*, 93(6): 1961-1965. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.12.036
- Gómez Redondo, Rosa (1992). *La mortalidad infantil española en el siglo XX*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- González, Libertad (2018). "Sex Selection and Health at Birth among Indian Immigrants". *Economics and Human Biology*, 29: 64-75. doi: 10.1016/j.ehb.2018.02.003
- Grech, Victor (2017). "Evidence of Socio-Economic Stress and Female Foeticide in Racial Disparities in the Gender Ratio at Birth in the United States (1995-2014)". *Early Human Development*, 106-107: 63-65. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2017.02.003
- Grech, Victor (2018). "A Socio-Economic Hypothesis for Lower Birth Sex Ratios at Racial, National and Global Levels". *Early Human Development*, 116: 81-83. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2017.11.008
- Guilmoto, Christophe (2015). "The Masculinization of Births. Overview and Current Knowledge". *Population*, 70(2): 185-243. doi: 10.3917/popu.1502.0201
- Gutiérrez-Adán, Alfonso; Pintado, Belén and Fuente, Julio de la (2000). "Demographic and Behavioral Determinants of the Reduction of Male-to-Female Birth Ratio in Spain from 1981 to 1997". *Human Biology*, 72(5): 891-898.
- Hesketh, Therese and Xing, Zhu (2006). "Abnormal Sex Ratios in Human Populations: Causes and Consequences". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(36): 13271-13275. doi: 10.1073/pnas.0602203103
- James, William (2003). "The Causes of the Excess Males among Pre-Term and Post-Term Births". *Human Reproduction*, 18(3): 655-656. doi: 10.1093/humrep/deg087
- James, William and Grech, Victor (2017). "A Review of the Established and Suspected Causes of Var-

¹³ Between 1996 and 2019, Spanish mothers had a mean EMM of 31.4 years, and, on average, they were 2.2 years younger than their male partners. For mothers originally from India, these data were 28.9 and 5.2, respectively. Data for mothers originally from China were 28.7 and 2.6, respectively.

- iations in Human Sex Ratio at Birth". *Early Human Development*, 109: 50-56. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2017.03.002
- Khoury, M.; Erickson, D. and James, L. (1984). "Paternal Effects on the Human Sex Ratio at Birth: Evidence from Interracial Crosses". *American Journal of Human Genetics*, 36: 1103-1111.
- Levine, Hagai; Jørgensen, Niels; Martino-Andrade, Anderson; Mendiola, Jaime; Weksler-Derri, Dan; Mindlis, Irina; Pinotti, Rachel and Swan, Shanna (2017). "Temporal Trends in Sperm Count: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis". *Human Reproduction Update*, 23(6): 646-659. doi: 10.1093/humupd/dmx022
- Livi Bacci, Massimo (1968). "Fertility and Nuptiality Changes in Spain from the Late 18th to the Early 20th Century: Part 2". *Population Studies*, 22(2): 211-234. doi: 10.2307/2173354
- Navarro Valverde, C. and Quesada Gómez, José M. (2014). "Deficiencia de vitamina D en España: ¿realidad o mito?". *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 6(Supl. 1): 5-10. doi: 10.4321/S1889-836X2014000500002
- Nicolau, Roses (2005). Población, salud y actividad. In: A. Carreras and X. Tafunell (coords.). *Estadísticas históricas de España: siglos XIX-XX*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Novitski, Edward (1953). "The Dependence of the Secondary Sex Ratio in Humans on the Age of the Father". *Science*, 117(3046): 531-533. doi: 10.1126/science.117.3046.531
- Orzack, Steven; Stubblefield, William; Akmaev, Vatcheslav; Colls, Pere; Munné, Santiago; Scholl, Thomas; Steinsaltz, David and Zuckerman, James (2015). "The Human Sex Ratio from Conception to Birth". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112: E2102-11. doi: 10.1073/pnas.1416546112
- Purdue-Smithe, Alexandra; Kim, Keewan; Nobles, Carrie; Schisterman, Enrique; Schliep, Karen; Perkins, Neil; Sjaarda, Lindsey; Freeman, Joshua; Robinson, Sonia; Radoc, Jeannie; Mills, James; Silver, Robert and Mumford, Sunni (2019). "Preconception Vitamin D Status and Offspring Sex Ratio Among Women with Prior Pregnancy Loss". *Current Developments in Nutrition*, 3, Issue Supplement_1.
- Purdue-Smithe, Alexandra; Kim, Keewan; Nobles, Carrie; Schisterman, Enrique; Schliep, Karen; Perkins, Neil; Sjaarda, Lindsey; Freeman, Joshua; Robinson, Sonia; Radoc, Jeannie; Mills, James; Silver, Robert; Ye, Aijun and Mumford, Sunni (2021). "The Role of Maternal Preconception Vitamin D Status in Human Offspring Sex Ratio". *Nature Communications*, 12. doi: 10.1038/s41467-021-23083-2.
- Reher, David and Valero-Lobo, Ángeles (1995). *Fuentes de información demográfica en España*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Schacht, Ryan; Tharp, Douglas and Smith, Ken (2019). "Sex Ratios at Birth Vary with Environmental Harshness but not Maternal Condition". *Scientific Reports*, 9: 9066. doi: 10.1038/s41598-019-45316-7
- Terrell, Metrecia; Hartnett, Kathleen and Marcus, Michele (2011). "Can Environmental or Occupational Hazards Alter the Sex Ratio at Birth? A Systematic Review". *Emerging Health Threats Journal*, 4(1): 7109.
- Vinuesa Angulo, Julio (ed.) (1994). *Demografía. Análisis y proyecciones*. Madrid: Síntesis.
- West, Lorna and Grech, Victor (2020). "A Systematic Search of the Factors that Influence the Sex Ratio at Birth". *Early Human Development*, 140: 104865. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2019.104865

RECEPTION: November 11, 2021

REVIEW: April 20, 2022

ACCEPTANCE: June 10, 2022

