

# **Cambio temporal de la proporción de sexos en España, 1900-2007: factores causales y consecuencias biosanitarias.**

**En: Diversidad Humana y Antropología Aplicada. Universidad de Alcalá.: 325-339**

**Bernis C, Varea C, Montero P.**

**Comisión Docente de Antropología Física, Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid**

## **Resumen**

La proporción secundaria de sexos, expresada como el número de niños nacidos por cada 100 niñas en un año, es un importante indicador demográfico, sobre el que se construye, a través de la mortalidad diferencial entre hombres y mujeres la proporción de sexos en sucesivos grupos de edad en las diferentes poblaciones. El interés de conocer su variabilidad poblacional y sus tendencias temporales no solo deriva de que condiciona aspectos fundamentales de la biología poblacional, como el tamaño efectivo, el tiempo de duplicación y su fertilidad prospectiva, sino también de su relevancia como indicador biológico, sanitario y sociocultural que permite comprender aspectos fundamentales la biología de poblaciones humanas ligados a cambios ambientales y contrastar algunas de las hipótesis más interesantes planteadas desde finales del siglo XIX. En el presente trabajo se analiza el cambio temporal de la proporción de sexos al nacer, en muertes fetales tardías, muertes infantiles, y también en relación a una serie de situaciones singulares, la mayoría desfavorables, en torno al embarazo y el parto. Los resultados evidencian una mortalidad diferencial temprana de varones significativamente mayor entre las muertes fetales tardías, en los muertos al nacer, en los muertos menores de un día y en las muertes infantiles. Asimismo, se detectan unas tendencias temporales sugerentes; por ejemplo, a partir de mediados de los años 60 hay una notable reducción de las muertes fetales tardías y de los nacidos muertos, mientras que aumenta muy llamativamente la proporción de sexos en las muertes infantiles, hasta que, aproximadamente mediados de los noventa, se produce un nuevo cambio de tendencia. Además, se ha encontrado un exceso de varones entre los nacidos en partos distócicos y en partos nacidos prematuros, mientras que hay un “déficit” de nacimientos de varones entre los gemelos y entre los nacidos de madre no casada. En España en las últimas décadas aumenta de manera suave pero constante la proporción de partos distócicos, así como las incidencias de prematuridad y de bajo peso. Los resultados apoyan la hipótesis de que situaciones de estrés durante el embarazo desembocan en una mayor proporción de abortos y prematuros, y que son los varones los más afectados en estas circunstancias. La comprensión de cómo interaccionan los factores ambientales estresantes con los mecanismos biológicos que afectan a la proporción secundaria de sexos puede contribuir a mejorar nuestro conocimiento básico sobre la respuesta plástica diferencial en ambos sexos, y a mejorar las políticas sanitarias y el estado biológico de las poblaciones, rediseñando algunas intervenciones y los momentos en que deben realizarse.

## **Introducción**

La proporción secundaria de de sexos (número de varones nacidos vivos por cada 100 mujeres) es el resultado de la proporción de sexos en la fecundación, de su posible

modificación en la implantación, y de la mortalidad diferencial de sexos hasta el nacimiento. Solo disponemos de datos poblacionales para nacidos muertos y nacidos vivos, si bien evidencias indirectas y resultados de análisis sobre pequeñas muestras sugieren que la proporción de cigotos masculinos es muy superior a la de los femeninos, y que sobre esa relación trabaja la mortalidad diferencial, reduciendo el exceso de varones, que a pesar de todo mantienen una ventaja pequeña pero sistemática al nacer.

El exceso de nacimiento de varones es una característica específica y la comprensión de los mecanismos responsables de la supuesta ventaja de un sexo sobre otro y de sus implicaciones evolutivas constituye el núcleo central del pensamiento de los biólogos evolutivos (Darwin, 1871; Trivers y Wilard, 1973; Koziel y Ulijaszek, 2001 ; Hardí, 2002), sentando las bases de lo que se ha llamado el principio fundamental de evolución de la proporción de sexos al nacer: “Los miembros del sexo minoritario tienden a tener mayor fitness que los del mayoritario” (Fisher, 1930). Sobre esta base común de exceso de varones nacidos vivos en nuestra especie, la proporción secundaria de sexos (PSS) presenta tres niveles de variabilidad: intrapoblacional, entre poblaciones y temporal:

1. Variabilidad intrapoblacional: se ha detectado que determinadas circunstancias reproductoras, sociales y sanitarias se asocian con variabilidad significativa en la proporción de sexos. Así, los nacidos vivos de mujeres (u hombres) muy jóvenes o muy mayores, los nacidos en paridades elevadas y los nacidos en partos gemelares presentan en general una proporción de varones menor que el conjunto de los nacidos vivos, pero siempre superior a 100 (James, 1968; Jacobsen et al 1999, Biggar *et al.*, 1999; James, 2000; Jacobsen, 2001). Por el contrario, entre los nacimientos prematuros y los partos distócicos hay una proporción de sexos muy superior, y tanto entre los nacidos muertos como entre los muertos menores de un año la contribución de los varones está muy aumentada (Cooperstock y Cambell, 1995; age 1999; Zeitlin *et al.*, 2002). Entre los partos gemelares la proporción de sexos es menor que en el conjunto de los nacimientos (Pollard, 1969; Jacobsen *et al.*, 1999).
2. La variabilidad entre poblaciones ha sido objeto de múltiples publicaciones (Teitelbaum 1970; James, 1987; Broman, 1997; Jacobsen *et al.*, 1999). Los máximos valores de la PSS se detectan en algunas poblaciones asiáticas y en sus descendientes afincados en otros lugares (James, 1987), mientras que los menores corresponden a poblaciones subsaharianas y a sus descendientes afroamericanos (Marcus *et al.*, 1998; Grech *et al.*, 2003). A principios del siglo XXI este patrón se mantiene, con un valor máximo de 117

para China y mínimos de 103 para Nigeria y otras poblaciones africanas (Naciones Unidas, 2002). En España el valor está en torno a 107, algo superior a la media de las poblaciones occidentales, pero dentro del rango de su entorno mediterráneo (Martuzzi *et al.*, 2001).

3. Variabilidad temporal: en todas las poblaciones humanas con estadísticas fiables se ha detectado un cambio temporal ondulante en la proporción secundaria de sexos (Pollard, 1969; Bernis, 1979; Dickinson y Parker, 1996; Broman, 1997; Davis, 1998; Astolfi y Zonts 1999; Marcus *et al.*, 1998; Martuzzi *et al.*, 2001; Moller, 1996; Grech *et al.*, 2003; Ellis y Bonin, 2000), con un prolongado periodo de aumento a lo largo del siglo XX y una común tendencia a disminuir en las últimas décadas, tendencia esta que se inicia más tardíamente en los países mediterráneos, incluida España donde se detecta a partir de 1980 (Martuzzi *et al.*, 2001).

Se ha sugerido un amplio conjunto de factores ambientales como responsables de los tres niveles de variabilidad. Sin embargo, las evidencias de su causalidad no son siempre concluyentes, en parte por las grandes discrepancias en los tamaños muestrales —ya que hay asociaciones entre variables que solo detectan en poblaciones muy grandes— y sobre todo porque rara vez se analizan conjuntamente todos los factores que, por otra parte, se combinan de manera singular en cada población y que experimentan con diferente ritmo los cambios temporales ligados a la modernización. En última instancia, los factores ambientales capaces de generar variabilidad en la proporción de sexos al nacer actúan bien modificando la proporción de sexos en la fecundación y/o en la implantación, bien modulando el exceso de mortalidad de embriones y fetos masculinos, y “trabajan” siempre sobre la premisa de una mayor proporción de nacimientos masculinos. Nos movemos aquí en un terreno difícil, ya que las escasas evidencias sobre proporción de esperma portadores de X o de Y sugieren concordancia con la igualdad teórica 1:1 (Martin y Rademaker, 1992). Los factores se pueden agrupar en los que generan variabilidad en la proporción primaria (o en la implantación), que están relacionados básicamente con factores reproductores y sanitarios, y los que generan mortalidad diferencial entre embriones y fetos, que están relacionadas con la propia “fragilidad de los varones” y su mayor sensibilidad a situaciones de estrés ambiental. No hay datos poblacionales sobre la proporción de sexos en la fecundación (aunque se asume que está desequilibrada a favor de los varones, lo que implicaría diferente motilidad de los espermatozoides portadores de uno u otro cromosoma). En este sentido, Cagnaci *et al.*, (2003) sugieren que en épocas favorables se conciben mas varones. Tampoco existen datos poblacionales sobre la proporción de sexos en la

implantación, aunque evidencias provenientes de la reproducción asistida sugieren una implantación diferencial de los embriones en función del sexo (menos varones en implantaciones múltiples, Mittwoch 1996), lo que de alguna manera se refleja en la proporción de sexos de los partos gemelares. Respecto a la mortalidad intrauterina diferencial, se dispone de datos poblacionales a partir del quinto o sexto mes de embarazo, pero en general no para fetos más tempranos ni para embriones, lo cual deja incógnitas importantes para interpretar las causas y consecuencias de la proporción de sexos al nacer. Los datos poblacionales muestran una mortalidad fetal tardía muy superior entre los varones, y la escasa información sobre muertes fetales más tempranas (a partir de la 12 semana) sugieren incluso un mayor ratio de pérdida de varones (Mizuno, 2000). La mayor vulnerabilidad del varón frente a factores ambientales (Zeitlin, 2002) es un aspecto fundamental para explicar la proporción de sexos al nacer y su mayor representación entre prematuros, nacidos en partos distócicos y nacidos vivos con diferentes situaciones de riesgo, afecciones de desarrollo, y entre las muertes infantiles (Naeye *et al.*, 1971; Taylor, 1983; Cooprstok y Cambell, 1995; Gage, 1999; James, 2000; Kraemer, 2000; Cagnaci *et al.*, 2003) también permite comprender muchos aspectos del desarrollo posnatal y de las diferencias sexuales en envejecimiento y morbimortalidad entre hombres y mujeres (Kemkes, 2006; Bruckner y Catalano, 2007; Moller *et al.*, 2009).

Finalmente, como señala Lazarus (2002), se ha explorado muy poco hasta qué punto los cambios en el control sanitario en general y de la salud materno-infantil en particular pueden haber afectado a la proporción de sexos al nacer en el conjunto de los nacidos vivos, y sus repercusiones tanto sobre las situaciones perinatales de riesgo en las que está bien establecido un exceso de varones muy superior al de los nacidos vivos en su conjunto. Algunas evidencias apuntan al estado nutricional de la madre como un factor asociado a la proporción de sexos al nacer a través de una mayor mortalidad de los varones (Williams y Gloster, 1992; Cagnaci *et al.*, 2004). Escasea así mismo la información sobre posibles consecuencias de los cambios en la proporción de sexos entre los nacidos vivos sobre las muertes infantiles y la distribución entre sexos de las mismas.

Los principales cambios en los patrones reproductores se pueden resumir en un aumento muy significativo en la edad de maternidad (y de paternidad), en la reducción del número de descendientes y la prolongación de los intervalos protogenésico e intergenésicos ligados a un eficaz control de la fertilidad. También se registra un aumento de la maternidad en mujeres no casadas y un aumento de la utilización de reproducción asistida, lo cual unido al retraso en la edad de maternidad ha contribuido mucho al aumento de partos múltiples. Los

países occidentales más prósperos se convirtieron en grandes receptores de inmigración, que contribuye de manera muy importante a su natalidad. En España este fenómeno es también más tardío, pero en 2007 las madres extranjeras contribuyen ya con el 20% de los nacimientos (Varea, 2008; Bernis, 2008; Fuster, 2008).

Los cambios biosanitarios se han caracterizado por la extensión de la sanidad universal a todos los sectores, el control de la mortalidad infecciosa, la extensión del cuidado prenatal, la práctica desaparición de los partos en domicilio y la reducción muy importante de los nacidos muertos y de la mortalidad infantil en todos sus tramos. Paralelamente a la evolución extraordinariamente favorable de los indicadores de mortalidad temprana, se da la paradoja de que los indicadores sanitarios de la bondad de desarrollo fetal han experimentado una tendencia inversa, de manera que el bajo peso al nacer, la prematuridad y la distocia han aumentado de forma continua desde los años 70 (Bernis, 2008; Varea, 2008; Fuster, 2008), mientras que el peso medio de los nacidos vivos a término ha disminuido tanto en varones como en mujeres.

Nuestros objetivos son:

1. Describir el cambio temporal en la proporción de sexos entre los nacidos vivos, entre los nacidos muertos y entre las muertes infantiles para el periodo 1900-2007 y evaluar la relación entre ellas.
2. Evaluar para un periodo más restringido de tiempo (1980-2007) para el que se tenemos esos datos, las consecuencias de los cambios reproductores y sanitarios sobre la proporción de sexos al nacer y entre las muertes infantiles.
3. Evaluar si los cambios en la proporción de sexos al nacer afectan a los indicadores epidemiológicos utilizados para evaluar bondad del desarrollo fetal (madurez, distocia y peso al nacer), y a las proporciones de sexos en esas situaciones.
4. Finalmente evaluar si los cambios experimentados en la proporción de sexos al nacer pueden explicar los cambios en los diferentes tramos de muertes infantiles y en sus respectivas proporciones de sexos.

## **Material y métodos**

La fuente de los datos corresponde a las estadísticas vitales del INE entre 1900 y 2007, publicadas en los boletines de *Movimiento natural de población*. Las variables analizadas para este periodo son: nacidos vivos (v=hombre, h=mujer, total), nacidos muertos (v, h, t), muertos menores de 1 año (v, h, t), índice de nacidos muertos, índice de natalidad e índice de

mortalidad infantil. Para el periodo 1980-2007 se utiliza el “Boletín Estadístico de Parto”, que proporciona el INE como “ficheros de microdatos” de Nacimientos (Movimiento Natural de la Población) en formato ASCII y anonimizados. Cada boletín corresponde a cada uno de los nacidos (vivos o muertos) habidos en España en un año determinado, e incluye variables biológicas y sociales relativas al parto y al recién nacido, así como a la madre y el padre. Varea (2008) realizó el complejo trabajo de crear y validar un único fichero de datos que incluye la información individual de cada uno de los más de 14 millones de partos habidos en España en el periodo 1980-2007. Para este periodo, además de las variables anteriores, se analizan las siguientes: partos distócicos, partos prematuros, partos en domicilio, incidencia de prematuridad, incidencia de distocia, edad de maternidad, edad de paternidad, porcentaje de madres no casadas, nacidos de madres no casadas, edad gestación, paridad, peso al nacer, profesión madre y origen madre.

## **Resultados**

### **1. Cambio temporal en la proporción secundaria de sexos de 1900 a 2007 y su relación con las proporciones de sexos entre nacidos muertos y muertes infantiles.**

La Figura 1 resume el cambio temporal de la proporción de sexos al nacer (PSS) de 1900-2007. Se observa un cambio ondulante, con tres periodos caracterizados por tendencias prolongadas, interrumpidas por inversiones puntuales. Durante el primer periodo (1900-1954) se observa una disminución, en el segundo (1955-1981) aumenta y en el último a partir de 1982 disminuye de nuevo.

En 1900 se parte de los valores más elevados registrados, que disminuyen suavemente hasta 1917 y muy rápidamente a partir de 1921, para alcanzar el mínimo del periodo analizado en 1954 (104,76). En este tramo ocurren dos cambios puntuales de tendencia, en los que aumenta la PSS: el primero entre 1914-20, coincidiendo con los años de la Primera Guerra Mundial y la epidemia de la gripe de 1918; el segunda, entre 1937-1942 coincidiendo con la Guerra Civil Española y los primeros años de la Segunda Guerra Mundial. A partir de 1955 se inicia un tramo de ascenso rápido y prolongado hasta 1981, cuando se aproxima a los elevados valores de principio de siglo. Entre 1982 y 2007 la proporción de sexos disminuye hasta la actualidad, si bien en 1997, cuando la contribución de madres inmigrantes a los nacimientos del se aproxima al 10%, sube un pequeño escalón del que se deciente más suavemente.

[Figura 1]

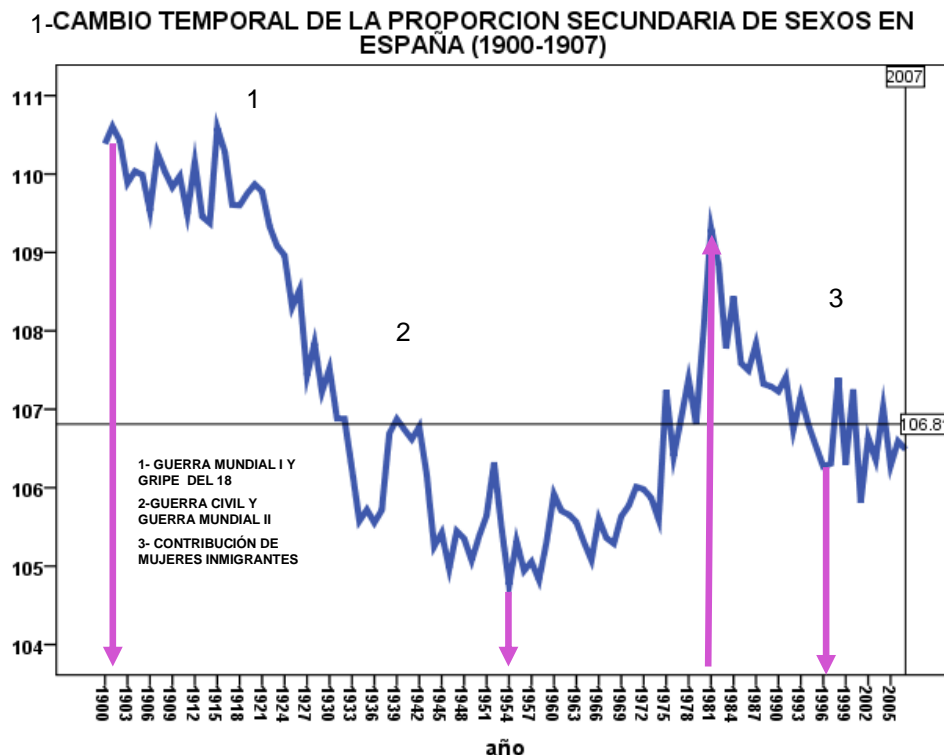


Figura 1. Cambio temporal de la proporción de sexos en nacidos vivos . (Línea continua: valor medio para el periodo considerado).

La Figura 2 muestra simultáneamente el cambio temporal en la proporción de sexos en nacidos muertos, en nacidos vivos y en muertos menores de un año. La proporción de sexos entre las muertes prenatales e infantiles es muy superior a la que presentan los nacidos vivos, pero sus tendencias temporales son divergentes. La contribución de los varones a los nacidos muertos disminuye de manera muy significativa a partir de finales de los 50, aproximándose en la actualidad a la proporción de sexos entre los nacidos vivos. Por el contrario, la contribución de los varones a las muertes infantiles aumenta de manera constante a partir de mediados de los años cuarenta, supera los valores de proporción de varones entre nacidos muertos a mediados de los setenta e inicia un tímido descenso a partir de los noventa. [Figura 2]

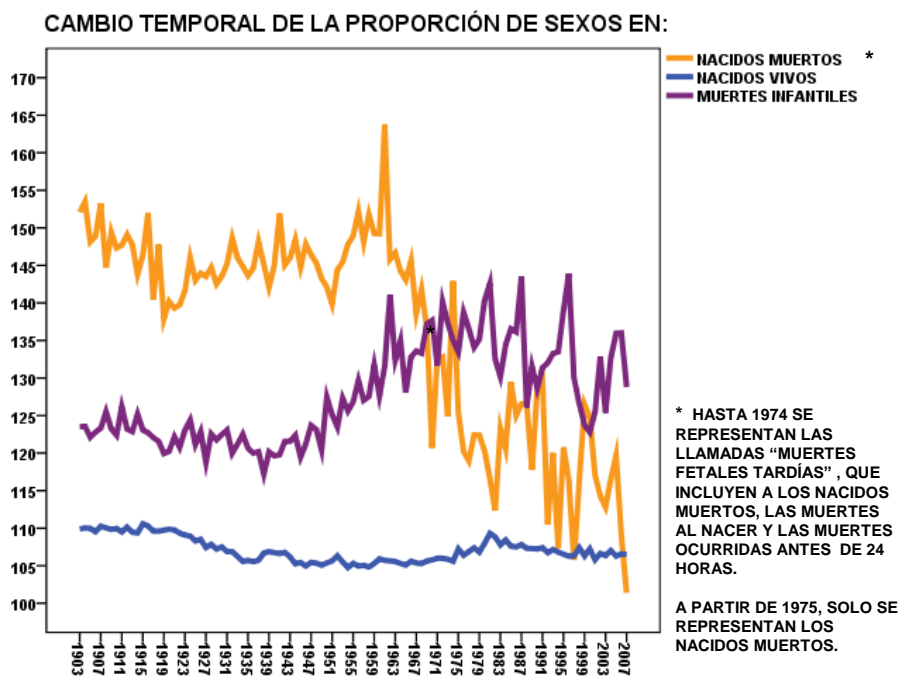


Figura 2- Cambio temporal de la proporción de sexos entre los nacidos muertos, nacidos vivos y muertes infantiles.

La Tabla 1 resume los resultados de la regresión múltiple realizada para cuantificar la contribución de los cambios en la proporción de sexos entre los nacidos muertos, al cambio temporal de la proporción de sexos en los nacidos vivos, ajustando para año de nacimiento, índice de natalidad y tasa de nacidos muertos. [Tabla 1]

|   | <b>Coefficiente B tipificado</b> | <b>t</b> | <b>p</b> |
|---|----------------------------------|----------|----------|
| <b>Año</b>                                      | -0,90                            | -21,072  | 0,0001   |
| <b>Índice "nacidos muertos"</b>                 | -1,814                           | -9,891   | 0,0001   |
| <b>Proporción de sexos en "nacidos muertos"</b> | -0,031                           | -2,413   | 0,018    |

**Tabla 1. Factores predictivos del cambio en la proporción secundaria de sexos, 1900-2007**

El modelo explica el 80,7% de la variabilidad temporal en PSS ( $F= 149,92$ ;  $p=,0001$ ), y todas las variables, salvo el índice de natalidad, se incluyen en el mismo. La disminución de las muertes fetales y de la contribución de los varones a las mismas explican una fracción significativa del cambio temporal detectado en la proporción de sexos entre los nacidos vivos.



Por su parte, la Tabla 2 resume los resultados de la regresión múltiple realizada para evaluar si el cambio temporal en la proporción de sexos entre los nacidos vivos tiene capacidad predictiva sobre los cambios en la proporción de sexos entre las muertes infantiles.[Tabla 2]

|                                      | <b>Coefficiente B tipificado</b> | <b>t</b> | <b>p</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|
| <b>Año</b>                           | -,908                            | -3,141   | 0,002    |
| <b>Índice de mortalidad infantil</b> | -1,705                           | -7,389   | 0,001    |
| <b>Proporción de sexos al nacer</b>  | ,350                             | 3,812    | 0,001    |

**Tabla 2. Contribución del cambio temporal en la proporción de sexos al nacer al experimentado por la proporción de sexos en las muertes infantiles (ajustando para año, tasa de nacidos muertos, proporción de sexos en nacidos muertos e índice de mortalidad infantil).**

Las variables relacionadas con la viabilidad fetal no se incluyen en el modelo. La proporción de sexos entre las muertes infantiles se relaciona negativamente con el año de nacimiento y el índice de mortalidad infantil y positivamente con la proporción de sexos entre los nacidos vivos.

## 2. Cambio temporal en la proporción secundaria de sexos de 1980 a 2007: factores de viabilidad diferencial, reproductores y sanitarios

Para el periodo 1980-2007 se dispone, además de los de indicadores de viabilidad fetal e infantil analizados para el periodo 1900-2007, de algunos indicadores reproductores y sanitarios lo que permite evaluar su influencia conjunta sobre la proporción secundaria de sexos. La Figura 3 muestra una situación novedosa, con la reducción simultánea de la proporción de sexos en los nacidos muertos, en los nacidos vivos y en las muertes infantiles.

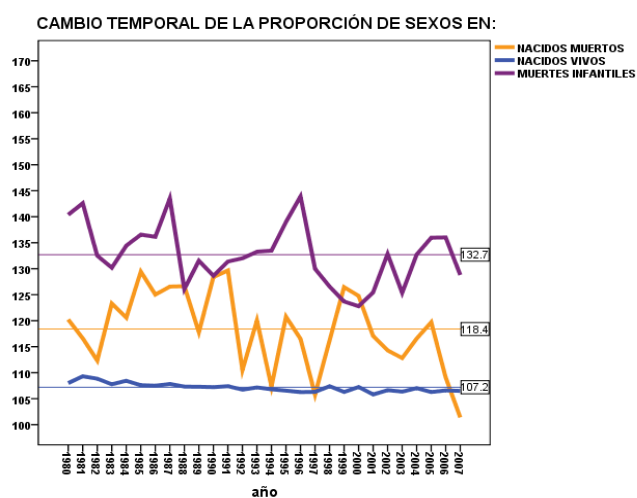


Figura 3- Cambio temporal reciente (1980-2007) de la proporción de sexos entre nacidos muertos, nacidos vivos y muertes infantiles.

Los resultados de la regresión múltiple introduciendo las mismas variables que para el periodo 1900-2007 muestran dos aspectos interesantes: el primero, que la proporción de sexos entre los nacidos muertos pierde su capacidad explicativa sobre el descenso observado en la proporción de sexos entre los nacidos vivos; el segundo, que la contribución significativa de la tasa de nacidos muertos al modelo ( $B = ,809$ ,  $t = 7,01$ ,  $p = ,0001$ ) cambia de signo respecto a lo que ocurría para el total del periodo.

Al incluir en el modelo factores reproductores y sanitarios para los que se ha demostrado o sugerido relación con la proporción de sexos al nacer, desaparece la tasa de nacidos muertos como variable predictiva y solamente el año de nacimiento y la edad de la maternidad contribuyen al modelo (Tabla 3), que explica el 47% de la variabilidad ( $F = 15,19$ ,  $p = ,0001$ ). Al aumentar la edad materna disminuye la proporción de sexos al nacer.

|                   | <b>Coefficiente B<br/>tipificado</b> | <b>Significación</b> |          |
|-------------------|--------------------------------------|----------------------|----------|
|                   |                                      | <b>T</b>             | <b>P</b> |
| <b>Año</b>        | ,617                                 | 1,70                 | ,099     |
| <b>Edad madre</b> | -1,252                               | -3,45                | ,002     |

**Tabla 3. Factores predictivos del cambio en la proporción secundaria de sexos, 1980-2007**

### **3. Cambio temporal de indicadores de bondad del desarrollo fetal , del estado biológico de los recién nacidos y de la viabilidad postnatal temprana. Implicaciones biosanitarias del cambio temporal en la PSS.**

La Figura 4 muestra el cambio temporal de los nacimientos en domicilio (que desaparecen prácticamente a partir de los noventa) y de las incidencias de prematuridad distocia, que aumentan de manera continua a lo largo del periodo. La Figura 5 muestra por su parte el cambio temporal de la proporción de sexos entre los partos distócicos, prematuros y gemelares, comparando con el conjunto de los nacidos vivos. En las tres primeras situaciones los varones están significativamente más representados que en el conjunto de los nacidos vivos, mientras que por el contrario, la proporción de varones entre los partos gemelares es significativamente menor; la tendencia temporal de la proporción de sexos en prematuros y distócicos disminuye paralelamente al descenso de la proporción de sexos en el conjunto de los nacidos vivos; la proporción de sexos entre los partos gemelares no presenta una tendencia temporal clara a pesar de que más de la mitad de los partos gemelares son prematuros .

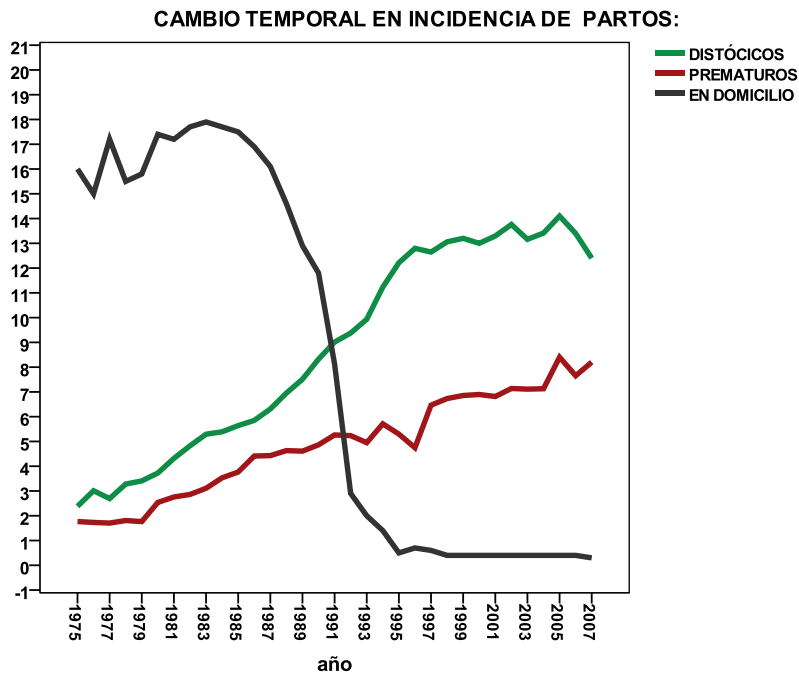


Figura 4 Cambio temporal de partos en domicilio, prematuros y distócicos.

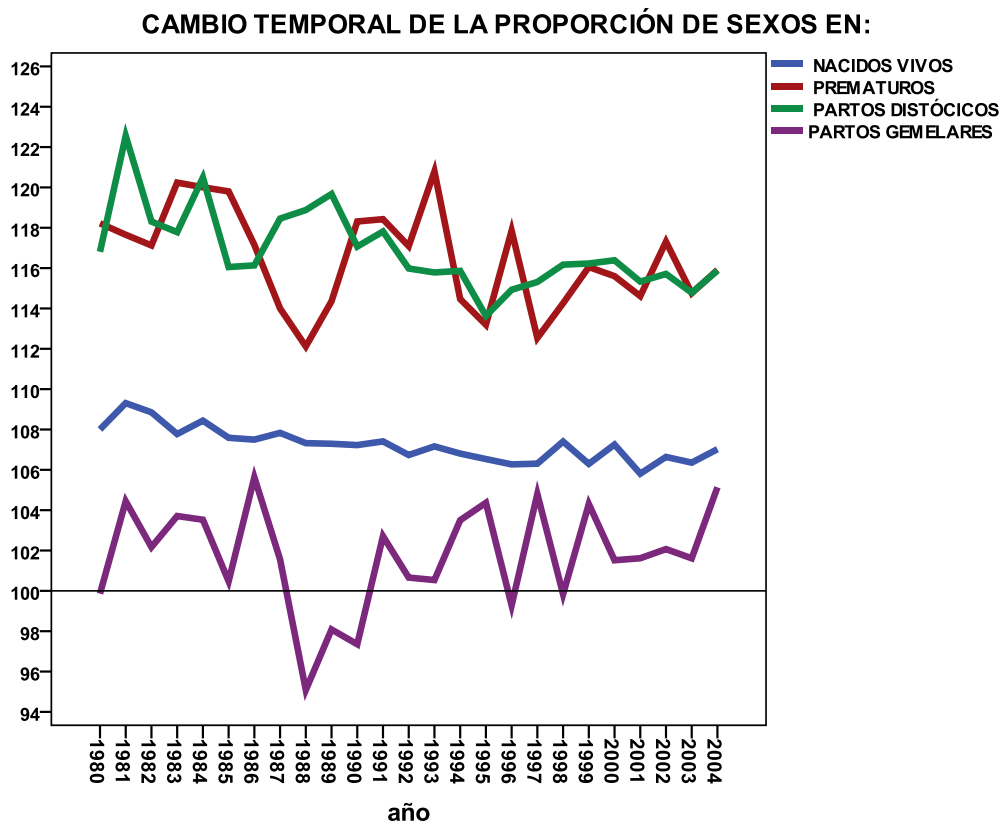


Figura 5- Cambio temporal de la proporción de sexos en partos prematuros, distócicos y gemelares

La Tabla 4 muestra las correlaciones entre la proporción de sexos en nacidos muertos, nacidos vivos y mortalidad infantil total con las incidencias de partos gemelares, prematuros y distócicos, y con las proporciones de sexos en cada una de esas circunstancias. Respecto al cambio temporal, en su conjunto el cuadro refleja una situación aparentemente paradójica, el aumento temporal significativo en la incidencia de partos gemelares, prematuros y distócicos, al mismo tiempo que se detecta la disminución significativa de la proporción de varones que se encuentran en esas circunstancias. Para los partos gemelares no hay cambio temporal significativo de la proporción de sexos. [Tabla 4]

| Periodo / 1980-2007 | Año         | PS nacidos muertos | PS nacidos vivos | PS muertes infantiles total |
|---------------------|-------------|--------------------|------------------|-----------------------------|
| Partos gemelares    | ,885 ,0001  | Ns                 | -,790 ,0001      | -,826 ,001                  |
| Partos prematuros   | ,976 ,0001  | -,380 ,046         | -,782 ,0001      | -,955 ,0001                 |
| Partos distócicos   | ,955 ,0001  | -,386 ,043         | -,841 ,0001      | -,974 ,0001                 |
| PS P. gemelares     | Ns          | Ns                 | Ns               | Ns                          |
| PS P prematuros     | -,413 ,0001 | Ns                 | ,417 ,027        | ,453 ,015                   |
| PS P. distócicos    | -,656 ,0001 | Ns                 | ,801 ,0001       | ,688 ,0001                  |

**Tabla 4. Correlaciones entre los indicadores de desarrollo fetal y viabilidad fetal con la proporción de sexos en nacidos muertos, nacidos vivos y muertos menores de un año.**

La proporción de sexos entre los nacidos muertos, solo se correlaciona significativa y negativamente con los partos prematuros y distócicos, de manera que la disminución de la contribución de los varones a las muertes fetales, se acompaña de un aumento la proporción de prematuros y distocias. La proporción de sexos entre los nacidos vivos, se correlaciona significativa y negativamente con el aumento de prematuridad, gemelaridad y distocia, pero positivamente con sus proporciones de sexos (salvo con los gemelares). Es decir, a pesar de que la proporción de sexos entre prematuros y distócicos disminuye simultáneamente a la proporción de sexos en nacidos vivos, la incidencia de prematuridad y distocia aumenta al reducirse la proporción de varones entre nacidos vivos.

Prematuridad y distocia son, junto con el bajo peso al nacer, indicadores de la bondad del desarrollo fetal. Respecto a las dos primeras, los varones están sobrerrepresentados, mientras que no lo están en el bajo peso (<2500 gr.), porque los varones a igual edad gestacional pesan significativamente más que las mujeres. Por ello, la regresión se ha hecho sobre el

peso medio al nacer entre los nacidos vivos. Tras ajustar por año, los cambios en la PSS solo contribuye significativamente a explicar las tendencias observadas en la incidencia de distocia, y se aproxima a la significación para el cambio de peso en los nacimientos a término, de manera que al disminuir la proporción de sexos al nacer, aumenta la incidencia de distocia, y disminuye el peso de los recién nacidos a término (Tabla 5).

|                              | R2<br>Corregida | F      | p     | Coef B     |       | Significación |       |
|------------------------------|-----------------|--------|-------|------------|-------|---------------|-------|
|                              |                 |        |       | tipificado | T     | p             |       |
| <b>Distocia</b>              | 96,1            | 157,46 | ,0001 | Año        | ,792  | 8,64          | ,0001 |
|                              |                 |        |       | PSS        | -,272 | -2,21         | ,037  |
| <b>Peso del RN a término</b> | 80,6            | 57,03  | ,0001 | Año        | -,676 | 4,71          | ,0001 |
|                              |                 |        |       | PSS        | ,268  | 1,87          | ,075  |

**Tabla 5. Contribución de la proporción secundaria de sexos a la predicción de la distocia y del peso del recién nacido (RN) a término (ajustando para año de nacimiento).**

La Figura 6 muestra el cambio temporal de los índices de mortalidad infantil por tramos de edad. En todos ellos la disminución ha sido significativa, siendo especialmente llamativa entre las muertes menores de un día, que pasan de los valores más elevados en 1980, a los más reducidos en 2005.

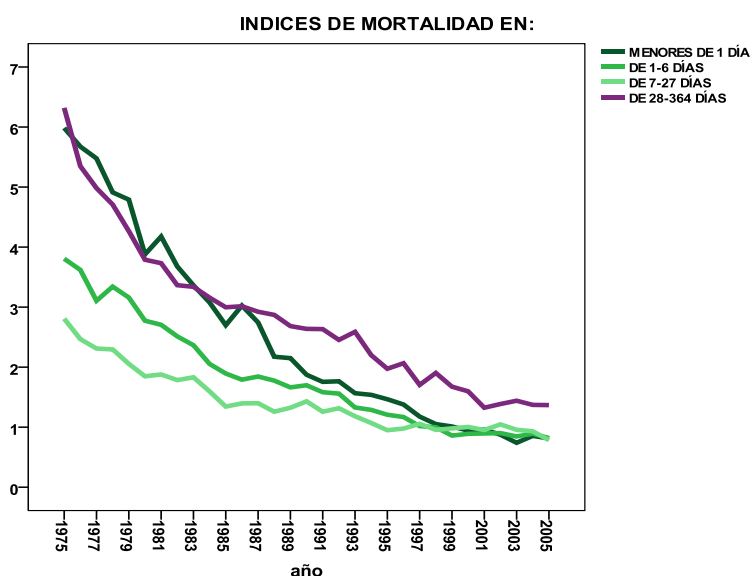


Figura 6- Cambio temporal de los índices de mortalidad infantil

Las Figuras 7 y 8 representan, respectivamente, el cambio en la proporción de sexos en los diferentes tramos de edad de la mortalidad infantil.

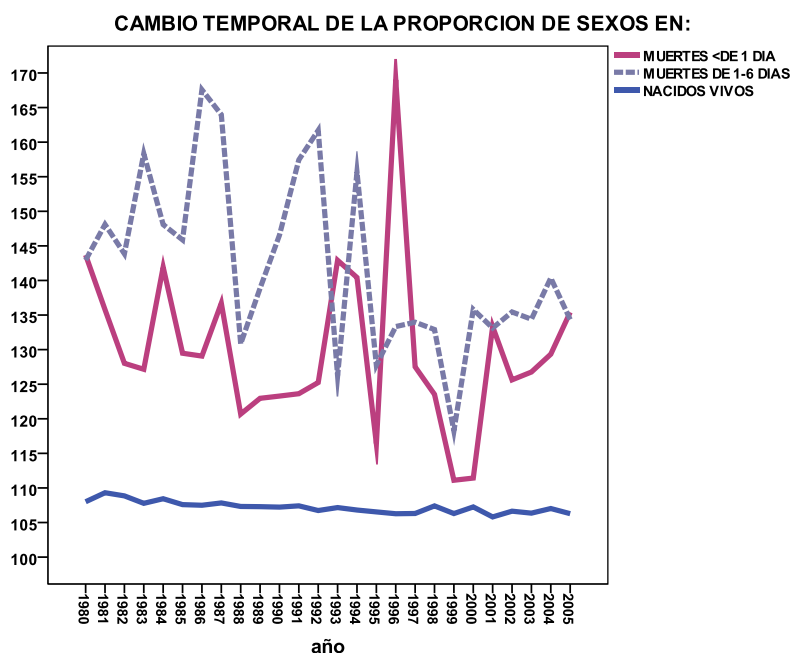


Figura 7- Cambio temporal de la proporción de sexos entre las muertes infantiles menores de 1 día y las comprendidas entre 1-6 días

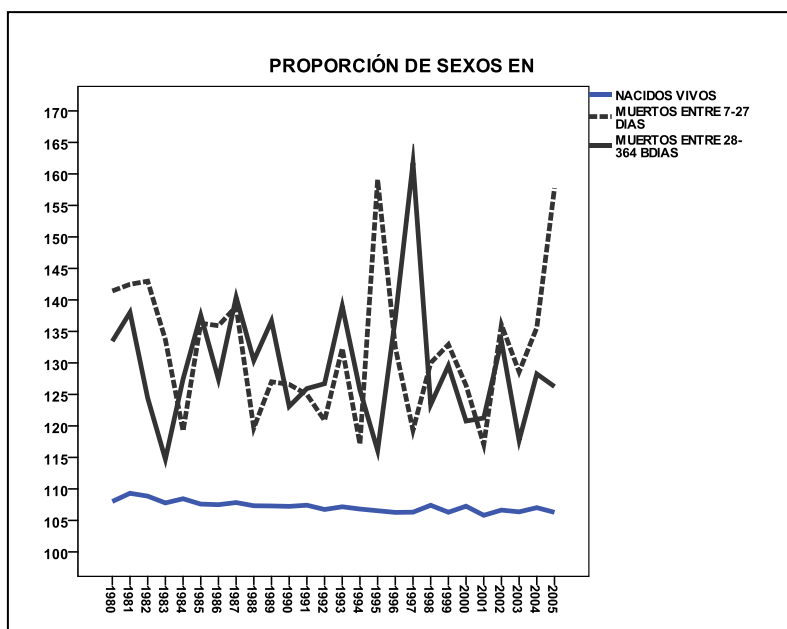


Figura 8- Cambio temporal de la proporción de sexos entre las muertes infantiles entre los 7-28 días y entre 28 y 364 días

La proporción de varones entre las muertes infantiles es muy superior a la de los nacidos vivos en todos los grupos de edad, pero es llamativo que solamente entre las muertes de

menores de un día, que son las que mayor reducción han experimentado, se haya reducido de manera significativa la contribución de los varones.

La tabla 7 muestra las correlaciones entre la proporción de sexos en nacidos muertos, nacidos vivos y mortalidad infantil total con los diferentes índices de mortalidad infantil por edad, y con las proporciones de sexos en cada una de ellos. Respecto al cambio temporal, en su conjunto, la Tabla muestra la disminución significativa en la mortalidad infantil total y en todos los tramos de edad, mientras que el cambio temporal en la proporción de sexos entre los nacidos muertos no se asocia significativamente con ninguna de las variables incluidas en la Tabla 6.

| Correlaciones de las variables de riesgo y la mortalidad infantil con: |             |                    |                  |                             |
|--|-------------|--------------------|------------------|-----------------------------|
| Periodo / 1980-2007  | Año         | PS nacidos muertos | PS nacidos vivos | PS muertes infantiles total |
| <b>Ind. Mort &lt;dia</b>   | -,960 ,0001 | Ns                 | ,865 ,0001       | ,994 ,0001                  |
| <b>Ind.Mort 1-6 d.</b>   | -,964 ,0001 | Ns                 | ,854 ,0001       | ,972 ,0001                  |
| <b>Ind.Mort 7-27d</b>  | -,930 ,0001 | Ns                 | ,852 ,0001       | ,982 ,0001                  |
| <b>Ind.Mort 28-364d</b>  | -,987 ,0001 | Ns                 | ,841 ,0001       | ,688 ,0001                  |
| <b>PS Muertes &lt;dia</b>  | -,530 ,005  | Ns                 | ns               | -,955 ,0001                 |
| <b>PS Muertes 1-6 d.</b>   | Ns          | Ns                 | ,446 ,022        | -974 ,0001                  |
| <b>PS Muertes 7-27d</b>  | Ns          | Ns                 | ns               | Ns                          |
| <b>PS Muertes 28-364d</b>  | Ns          | Ns                 | Ns               | NS                          |
| <b>PS Mort inf total</b>   | -,413 ,029  | Ns                 | ,338 ,078        | ,419 ,0001                  |

**Tabla 6. Correlaciones entre el año de nacimiento, la proporción de sexos en nacidos muertos, en nacidos vivos y en mortalidad infantil total con los diferentes índices de mortalidad infantil por edad, y con las proporciones de sexos en cada una de ellos.**

La PSS se correlaciona positiva y significativamente con los índices de mortalidad infantil en los cuatro tramos de edad considerados y con las proporciones de sexos de las muertes entre uno y seis días, así como con el conjunto de las muertes infantiles.

## Discusión

La proporción de sexos al nacer favorable a los varones es una característica específica que compartimos con mamíferos y que está ligada al momento de la historia evolutiva de los vertebrados en que la determinación del sexo deja de ser ambiental (temperatura, densidad)

y se fija en los genes. El control genético del sexo implica no solo las diferencias anatómicas y fisiológicas ligadas a los caracteres sexuales primarios y secundarios, sino también el control de los procesos de desarrollo de estos caracteres, más lento en los varones, y la diferente capacidad de respuestas plásticas en sentido amplio frente a estimulación ambiental (más ecosensibles los varones). El mayor tamaño y desarrollo muscular, detectables tempranamente, determina mayores requerimientos metabólicos (energía, nutrientes, oxígeno). La testosterona —que se produce ya en las etapas primeras de la diferenciación sexual del embrión— reduce la eficiencia de su respuesta inmune, haciéndolos más vulnerables frente a enfermedades infecciosas. La determinación genética del sexo implica por lo tanto a todos los procesos a lo largo del ciclo vital, de manera que en cualquier circunstancia ambiental los varones son más susceptibles de presentar problemas de desarrollo como autismo, epilepsia, etc. (Taylor, 1983), de estar más frecuentemente afectados por retraso en crecimiento intrauterino y posnatal, de estar sobrerrepresentados en los partos prematuros y en los distócicos, y de morir más frecuentemente como embriones y fetos. También forma parte del lote genético el exceso de varones al nacer y su mayor mortalidad postnatal incluso después de que se iguale la proporción terciaria de sexos.

Las tendencias de la PSS en España hasta los años sesenta se explican casi exclusivamente por los cambios en los nacidos muertos, como ha ocurrido en otros países occidentales (Stevenson y Bobrow, 1967). En este primer periodo tienen lugar dos inversiones puntuales de la tendencia, en la que aumenta significativamente la proporción de sexos entre los nacidos vivos, que coinciden con situaciones de gran estrés ambiental (la Primera Guerra Mundial y la gripe del año 1918, y la Guerra Civil Española y comienzos de la Segunda Guerra Mundial, cuyos efectos agravaron la dura situación de la postguerra española. En muchos países Europeos se ha detectado el aumento de la proporción de sexos ligada a conflictos bélicos (Biggar *et al.*, 1999), lo que es difícilmente explicable por mortalidad diferencial de fetos varones (Catalano y Bruckner, 2006). Se ha sugerido que en esas situaciones bélicas —lo mismo que otras ligadas a grandes niveles de estrés, como hambrunas o terremotos, o crisis económicas agudas— la motilidad del esperma puede verse afectada, disminuye la proporción de sexos periconcepcional (Fukuda *et al.*, 1998; Catalano, 2003; Kemkes, 2006) y se alteran completamente los comportamientos reproductores (reduciendo la edad de maternidad/paternidad, aumentando la frecuencia de las relaciones sexuales y la proporción de primeros nacidos) y, dada la referida asociación con el aumento de la proporción de varones entre los nacidos vivos, podrían explicar la paradoja. En este



sentido, es interesante que durante la Primera Guerra Mundial no se alterara la proporción de sexos en la población de EEUU y sí en los países europeos. El hecho de que solo una pequeña proporción de hombres jóvenes fueran movilizados en EEUU (Gage, 1999), frente a la movilización general que ocurrió en Europa, podría explicar que los patrones reproductores no se vieran afectados entre los primeros, y sí entre los europeos.

A partir de los años 80 nos encontramos con una nueva situación, caracterizada por unos niveles muy bajos de muertes fetales tardías, y por la disminución simultánea de la proporción de varones entre los nacidos muertos y entre los nacidos vivos, que aproximan sus valores. La reducción de la proporción de sexos se detecta en el conjunto de los nacidos vivos, pero también entre los prematuros y los distócicos, a pesar del aumento constante durante ese periodo de la incidencia de prematuridad y distocia.

El descenso continuado en la proporción de varones entre los nacidos vivos ha llevado a buscar nuevos factores causales. Se ha sugerido tres grandes grupos de factores: la presencia de determinados tóxicos ambientales, la transformación de los patrones reproductores y la transformación de los factores sanitarios, especialmente los ligados al cuidado materno infantil y a la medicalización del parto. Respecto al primer grupo, se atribuyen a la presencia en el ambiente de pesticidas y otros productos químicos hormonados de uso agrícola o profesional, o liberados en accidentes ambientales, la reducción de la PSS (Davis *et al.*, 1998; Harrison, 1997; Yoshimura, 2001, Ryan *et al.*, 2002). Sin embargo, esas situaciones son muy puntuales y afectan a sectores limitados de la población, por lo que difícilmente pueden explicar cambios de tendencia prolongados, aunque son sugerentes para algunas alteraciones llamativas y puntuales de la SSR en determinados sectores de población. Martuzzi *et al.* (2001) sugieren que el cambio en proporción secundaria de sexos en Europa y EEUU a partir de 1950 se explica mejor por cambios socioeconómicos (reproductores, sanitarios) que por la presencia de factores tóxicos en lugares de trabajo.

Los cambios en algunos aspectos de los patrones reproductores (edad de maternidad y de paternidad, paridad, frecuencia de coito, momento del ciclo en que se realiza, reproducción asistida, etc.) pueden influir tanto sobre la proporción primaria como sobre la implantación y sobre la mortalidad embrionaria y fetal diferencial. Así, la maternidad tardía y la primiparidad se asocian con aumento en las tasas de abortividad temprana y tardía y con el aumento de la prematuridad, del bajo peso, de los partos múltiples, de los partos con cesárea y con otras características de distocia (James 2000; Zeitlin *et al.*, 2002). Se ha sugerido también que el aumento de abortos inducidos (IVE) podría explicar en parte la reducción de la proporción de sexos a partir de los años 80, ya que las IVE se realiza más

frecuentemente en los primeros embarazos, y eso determinaría que muchos de los nacidos vivos en paridad una pueden ser en realidad nacimientos de paridad dos y, por lo tanto, tener reducida su probabilidad de ser varones. Sin embargo, los datos no parecen confirmar esta posibilidad (Marcus *et al.*, 1998).

No tenemos datos poblacionales para las pérdidas embrionarias y fetales tempranas, pero no se puede descartar que el retraso en la edad de maternidad afecte a la proporción de sexos al nacer, porque aumenten las pérdidas de embarazos tempranos, especialmente de varones, lo que explicaría la reducción continuada de la proporción de sexos entre los nacidos vivos a pesar de que los cuidados prenatales hayan reducido extraordinariamente los nacidos muertos entre los fetos tardíos y la contribución de los varones a los mismos. Esta situación hipotética permitiría explicar por qué aumentan los prematuros y los distócicos, y por qué se reduce el peso al nacer simultáneamente con la reducción temporal de varones entre los nacidos vivos. En cualquier caso, a partir de 1980 el aumento edad de maternidad es el único factor predictivo del cambio temporal en la PSS en España.

Los avances en neonatología pueden haber contribuido también a salvar más vidas de fetos tardíos, y de recién nacidos de ambos sexos en el conjunto de los nacimientos, entre los prematuros, y entre los procedentes de partos distócicos, lo que permitiría explicar la coincidencia del descenso en la PSS con el significativo aumento de la prematuridad, gemelaridad, del bajo peso, y con el descenso significativo del peso en niños y niñas nacidos a término (Bernis, 2008; Varea, 2008). Zeitlin *et al.* (2002) no encuentran evidencias de que las decisiones obstétricas sobre inducción de partos prematuros afecten más a los varones. El hecho de que el aumento de la prematuridad en los recién nacidos españoles vaya acompañado de un descenso de la proporción secundaria de sexos entre los prematuros semejante a la población genera apoyaría sus resultados, encontrados en más de 20 poblaciones.

Podemos preguntarnos hasta qué punto el descenso en la PSS al nacer explica los cambios en las situaciones de riesgo para el recién nacido, así como los cambios en la mortalidad infantil y en la proporciones de sexos en las diferentes edades de muerte postnatal. Recordemos que la proporción de varones aumenta entre las muertes infantiles, coincidiendo, durante un prolongado periodo de tiempo, con una reducción de la proporción de varones entre los nacidos vivos. Ello podría deberse a que se consigue mantener vivos a fetos y recién nacidos de ambos sexos que ocupan el extremo más frágil de la distribución, entre los que están más representados los varones (Catalana y Bruckner, 2006), y que, sin embargo, bastantes de entre ellos morirán tempranamente antes de cumplir el año. El tramo

de edad que más ha reducido su mortalidad entre 1980 y 2007 corresponde a los menores de un día, y la proporción de sexos en todos los tramos de mortalidad infantil es muy superior a la de los nacidos vivos, pero solo se ha reducido significativamente entre los menores de un día; es decir, los varones que nacen más frecuentemente en situaciones de riesgo viven al menos un día gracias a los cuidados neonatales intensivos,

En resumen, ha disminuido la proporción de varones entre los nacidos muertos y entre los nacidos vivos, ha disminuido su representación en prematuros y distócicos (a pesar de que estas situaciones están aumentando) y, finalmente, ha disminuido su contribución a las muertes tempranas, las cuales, por contrario, también se reducen. Como resultado final, la edad en que se igualan las proporciones de sexos pasa de la adolescencia al final de la etapa reproductora. Pero hay que señalar que la disminución de la mortalidad de varones respecto a la de mujeres (recordando siempre que es muy reducida para ambos) crea una situación nueva en nuestra historia biológica reciente, con consecuencias inmediatas sobre las edades a las que se iguala la proporción terciaria de sexos y de la que surgen nuevas premisas para investigar. En los 108 años analizados, hubo 62.353.970 de nacimientos, de manera que el número de nacimientos de niños superó en 2.177.660 a los nacimientos de niñas, con una media de exceso anual de 20.163,53. Este exceso se erosiona a través de la mortalidad postnatal de los varones, determinando el momento en el ciclo vital en que se alcanza una proporción terciaria de sexos de 1:1. La edad en que esto ocurre es muy variable entre las poblaciones (en Holanda y Gran Bretaña se igualaban entre los 35 y 45 años a mediados de los sesenta, mientras que en España en 2006 se igualan entre los 35 y 39 años). El cambio temporal es también significativo: en España ocurre un retraso paulatino a lo largo del tiempo, ligado a las mejoras sociales y sanitarias que reducen la mortalidad, especialmente en las primeras etapas postnatales. Así, en el conjunto del Estado, para los años censales comprendidos entre 1900 y 1950, la proporción 1:1 se alcanza en la adolescencia (a los 16 años), en los años 60 y 70 se retrasa hasta la edad reproductora media (24 y 26, respectivamente), y a partir de los 80 se desplaza hacia el final de la etapa reproductora (igualándose en torno a los 41 años).

Así, podemos preguntarnos hasta qué punto las adaptaciones fisiológicas y conductuales que evolucionaron en estadios tempranos de nuestra historia biológica permanecen adaptativas en las poblaciones actuales, con unas circunstancias ambientales radicalmente diferentes, que incluyen la capacidad de mantener con vida a fetos y menores de un año que otras condiciones mueren. Entre 1954 y 1980 el aumento de la proporción de sexos al nacer se correlacionaba de manera significativa con un aumento de la mortalidad infantil entre los

varones (a pesar del continuo descenso en el índice de mortalidad infantil total). Sin embargo, a partir de esa fecha disminuye la proporción de sexos en los nacidos vivos, manteniéndose inicialmente la tendencia alcista de la proporción de sexos entre las muertes infantiles, mientras que a partir de mediados de los años 90 empieza a disminuir lentamente también la representación de los varones entre aquéllas.

Podría ser que las circunstancias actuales relacionadas con los patrones reproductores y el cuidado prenatal favorezcan una menor proporción de sexos al nacer (tanto entre nacidos muertos como nacidos vivos) y que los avances médicos y técnicos aplicados al parto y al cuidado neonatal combinados con factores de género (Bernis, 2009) sean responsables de la paradójica combinación entre aumento de prematuridad de distocia y de bajo peso, y de la reducción de los varones afectados en esas circunstancias y entre las muertes infantiles.

Habría que determinar si las adaptaciones fisiológicas y conductuales ligadas a la determinación genética del sexo —que evolucionaron en estadios tempranos de nuestra historia biológica y que determinan la mayor proporción de sexos al nacer y su mayor mortalidad a todas las edades— hayan perdido su función adaptativa en las poblaciones actuales, en las que las circunstancias ambientales han cambiado radicalmente. Esta consideración está íntimamente ligada con la idea de que el éxito reproductor por número de descendientes no tiene sentido en poblaciones con control de natalidad, con reducción a mínimos de la mortalidad prereproductora, y con cambios tan llamativos en las proporciones de sexos en las diferentes etapas pre y postnatales.

## **Bibliografía**

- Astolfi I; Zonts LA. 1999. Reduced male births in major Italian cities. *Hum. Rep* 14;3116-3119.
- Bernis C. 1977. La proporción secundaria de sexos en España (1861-1970). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 75: 447-455.
- Bernis C. 2008. Determinantes biológicos y sociales del embarazo y el parto: estado nutricional, género y origen. En: *Determinantes biológicos psicológicos y sociales de la maternidad en el siglo XXI: mitos y realidades*: 79-124.
- Biggar RJ; Wohlfahrt J; Wetergaard T; Melbye M. 1999. Sex ratios; family size and birth order. *American J. of Epidemiology* 150 (9):957-62.
- Bromen K 1997. Change in male proportions among newborn infants. *Lancet* 348:804-05
- Bruckner T; Catalano R, 2007. The sex ratio and age-specific male mortality: evidence for culling in utero. *Am. J. Hum. Biol*, 19: 763-773.
- Catalano RA 2003. Sex ratios in the two Germanies: a test of the economic hypothesis. *Human Reprod.* 18, 9: 1972-5.

- Catalano R; Bruckner T. 2006. Male Lifespan and the Secondary Sex Ratio. *Am. J. Hum. Biol.* 18: 783-790.
- Cagnaci A; Renci A; Arangino S. 2004. Influences of maternal weight on the secondary sex ratio of Human offspring. *Hum Reprod.* 19, 2: 442-4.
- Cagnaci A; Renci A; Arangino S; Alessandrini C and Volpe A. 2003. The male disadvantage and the rhythm of sex ratio at the time of conception. *Hum Reprod.*, 8, 4: 885-887.
- Cooperstock M; Cambell J. 1995. Excess males in preterm birth: interactions with gestational age, race and multiple births. *Obstet. Gynecol.* 88:189-193
- Davis DL; Gottlieb MB; Stampnitzky JR. 1998. Reduced ratio of male to female births in several industrial countries: a centennial health indicator? *JAMA* 279:1018-23.
- Darwin Ch. 1871- *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. London: John Murray
- Dinkinson HO; Parker L. 1996. Why is sex ratio falling in England and Wales? *J Epidemiol Community Health* 2000, 54: 244-246
- Ellis L; Bonin S. 2000. Social status and secondary sex ratio: new evidence on a lingering controversy. *Social Biology* 49,1-2:35-43.
- Fuduka M; Fuduka K; Shimizu T; Moller H. 1998. Decline in the sex ratio at birth after Kobe earthquake. *Human Reprod.* 13; 8: 2321-2.
- Fuduka M; Fuduka K; Shimizu T. 2002 Parental periconceptional smoking and male:female ratio of newborn infants. *Lancet* 359: 140-8
- Fisher RA. 1930. *The genetic theory of natural selection*. Oxford, Clarendon Press.
- Fuster V. 2008. Riesgos asociados al retraso en la maternidad. En: *Determinantes biológicos psicológicos y sociales de la maternidad en el siglo XXI: mitos y realidades*: 317-326
- Gage TB. 1999. Variability of gestational age distributions by sex and ethnicity: An analysis using mixture models. *Am. J. Hum. Biol.* 12: 181-191.
- Grech V; Vassallo-Agius P; Savona-Ventura C. 2003. Secular trends in sex ratios at birth in North America and Europe over the second half of the 20<sup>th</sup> century. *J. epidemiol. Community Health* 57: 612-615.
- Hardy ICW. (Ed.). 2002. *Sex ratios: concepts and research methods*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Harrison PT; Holmes P; Humfrey CD. 1997. Reproductive health in Humans and wildlife: are adverse trends associated with environmental chemical exposure? *Sci Total Environ* 205: 97-106.
- Jacobsen R. 2001. Parental ages and secondary sex ratio. *Human reproduction*, 16, 10: 2244 (letters to the editor).
- Jacobsen R, Moller H, Engholm G. 1999. Fertility rates in relation to sexes of preceding children in the family. *Human Reprod.* 14 (4): 1127-30.
- James WH. 1987 The human sex ratio. Part 1 : A review of the literature. *Social Biology* 59, 5: 721-52.
- James WH; Walter, DE. 2000. Analyzing data on the sex ratio of human births by cycle day of conception. *Hum. Reprod* 15: 1206-08 (letter to the editor)
- James WH. 2000. Why are boys more likely to be preterm than girls. Plus other related conditions in human reproduction. *Hum. Reprod* 12: 3221-3223.
- Kemkes A. 2006. Secondary sex ratio variation during stressful times: the impact of the French revolutionary wars on a German parish (1787-1802). *Am. J. Hum. Biol.* 18: 806-821.
- Kraemer S. 2000. The fragile male. *BMJ* 321: 609-612.
- Koziel S; Ulijaszek SJ 2001. Waiting for Trivers and Willard: do the rich really favour sons?. *Am J. Phys. Anthropol* 115: 71-79.

- Lazarus J. 2002. Human sex ratios: adaptations and mechanisms, problems and prospects. En: ICW Hardy (Ed.) *Sex ratios: concepts and research methods*. Cambridge University Press: 153-187
- Marcus M; Kiely J; Xu F. 1998. Changing sex ratio in the United States; 1969-1995. *Fert. Steril* 70:270-3.
- Martin RH; Rademaker AW. 1992. A study of parental age and sex ratio in sperm chromosome complements. *Hum. Hered.* 42: 333-336
- Martin JF. 1997. Length of follicular phase, time of insemination coital rate and sex of offspring. *Hum. Reprod.*, 12: 611-6.
- Mocarelli P; Brambilia P; Gerthoux PM; Patterson DG; Needham LL. 1996. Change in sex ratio with exposure to dioxin. *Lancet*; 348: 409
- Martuzzi M; Di Tanno ND; Bertollini R. 2001. Declining trends of male proportion at birth in Europe. *Arch Environ Health*; 56: 358-64.
- Mathews TJ; Brady MS; Hamilton E. 2005. Trend analyses of the Sex ratio at birth in the United States. *National Vital Statistics Reports* 53, 20: 1-18.
- Mittwoch U. 1996. Differential implantation rates and variations in the sex ratio. *Hum Rep* 1:7-8
- Mizuno R. 2000. The male/female ratio of foetal deaths and births in Japan. *Lancet* 356: 738-9.
- Moller H. 1996. Change in male female ratio among newborn infants in Denmark. *Lancet* 348: 828-9.
- Moller AP; Ficher CL; Thornill R. 2009. Why men have shorter lives than women: effects of resource availability, infection disease and senescence. *Am. J. Hum. Biol.* 21: 357-364.
- Pollard GN. 1969. Factors influencing the Sex Ratio at birth in Australia. 1902-65. *J. Bios. Sci.* 1: 125-144.
- Naeye RL; Burt LS; Wright DL; Blanc WA; and Tatter D. 1971. Neonatal mortality, the male disadvantage. *Paediatrics* 48, 902-906
- Ryan JJ ; Amirova Z; Caerrier G. 2002. Sex ratio of children of Russian pesticide producers exposed to dioxin. *Environ. Health Perspect.* 110, 11: A699-701.
- Taylor DC. 1985 Mechanisms of sex differentiation: evidence from disease. En : J. Ghesquiere; R Martin y F Newcombe, *Human Sexual dimorphism*. Taylor and Francis : 169-189
- Teitelbaum MS. 1970. Factors affecting the sex ratio in large populations. *J. Bios. Sci.* Suppl. 2: 61
- Trivers RL; Wilard D. 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science* 179: 90-92
- Varea C. 2008. El debate sobre un nuevo patrón reproductor en España y la contribución del colectivo de mujeres emigrantes. En: *Determinantes biológicos psicológicos y sociales de la maternidad en el siglo XXI: mitos y realidades*: 171-198.
- West SA, Sheldon BC. 2002. Constraints in the evolution of sex ratio adjustments. *Science*, 295: 435-442.
- Williams RJ; Gloster SP. 1992. Human sex ratio as it relates to caloric availability. *Soc. Biol.*, 39: 285-91
- Yoshimura T; Kaneko S; Hayabuchi H. 2001. Sex ratio in offspring of those affected by dioxin and dioxin like compounds: the Yusho; Seveso and Yucheng incidents. *Occp Environ. Med*; 58: 540-543
- Zeitlin J; Saurel-Cubizolles MJ; Mouzon J; Rivers L; Ancel PY; Blondel B; Kaminski M. 2002. Fetal sex and preterm birth: are males at greater risk? *Hum. Reproduction* 17, 10: 2762-2768.

