

# Nuevos retos para la medición epidemiológica de la supervivencia humana\*

*Sergio López Moreno\*\**

## Resumen

Como consecuencia de la disminución permanente de las tasas de fecundidad y mortalidad ocurrida durante los siglos XIX y XX, el mundo entero ha experimentado enormes cambios demográficos, entre los que destaca el envejecimiento poblacional. Las consecuencias del incremento en la longevidad de las sociedades de todo el mundo son una interrogante a resolver en el siglo XXI. En este contexto adquiere gran importancia definir cuáles son las modalidades más eficaces para llevar a cabo la investigación de la supervivencia humana y realizar el análisis y la evaluación de las estrategias mundiales diseñadas para enfrentar el reto del envejecimiento mundial. Estas modalidades de investigación deben además adaptarse a los límites impuestos por la disponibilidad de información y delimitarse para ser operadas tanto para los grandes conglomerados humanos como para cada grupo específico de la sociedad. En el presente trabajo se propone combinar el uso de las curvas de supervivencia con los métodos demográficos convencionalmente usados para la investigación de la supervivencia humana. En el texto se señala cómo la utilización complementaria de ambos métodos puede fortalecer la comprensión del proceso de envejecimiento así como la de las repercusiones en la salud colectiva y la del impacto de las respuestas sociales que se han puesto en marcha para atenuar sus consecuencias negativas.

Fecha de recepción: octubre 12 de 2004

Fecha de aceptación: diciembre 16 de 2004

\* Este trabajo es parte de una investigación apoyada por la Organización Panamericana para la Salud con número de referencia M-0044.

\*\* Profesor Investigador del Doctorado en Ciencias en Salud Colectiva, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y del Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud.

Correo electrónico: slopez@correo.xoc.uam.mx

**Palabras clave:** envejecimiento poblacional, curvas de supervivencia, esperanza de vida, límite máximo de vida potencial, promedio máximo de vida potencial.

## Abstract

Resulting from constant decrease of fertility and mortality rates occurred during the XIX and XX centuries, the world has experienced enormous demographic changes, one of them is aging patterns. Consequences of increasing longevity worldwide will be a very important issue in the XXI century. In this context the definition of which is the most effective research about human survival and the analysis of worldwide strategies to face the challenge of population aging acquires great importance. Research must adapt to available information and to the operative necessities of large and specific social groups. I propose the combination of survival curves with conventional demographic methods for the investigation of the human survival. We argue that complementary use of both methods can better help to explain the aging process, its repercussions in collective health and the impact of social response to attenuate its negative consequences.

**Key words:** population aging, survival curve, life expectancy, maximum limit of potential life, maximum average of potential life.

## Antecedentes

Desde el informe sobre el envejecimiento de la población que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) presentó en 1956 -y que se centraba principalmente en el envejecimiento de la población en los países más desarrollados-, los organismos internacionales han estado llamando constantemente la atención hacia las consecuencias que el envejecimiento de la población tendrá sobre las sociedades de todo el mundo. De esta forma, en 1982 se llevó a cabo en Viena la primera Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento, y en el año 2002 la segunda. En esta última reunión se revisaron globalmente los resultados de las estrategias mundiales para el siglo XXI en materia de envejecimiento señalando, entre otras cosas, que el envejecimiento es un problema relativamente nuevo para la mayoría de países, pero que es indispensable abordar este problema en forma inmediata, debido a que en pocas décadas las consecuencias de un envejecimiento poblacional no proyectado pueden ser extraordinarias (ONU, 2000).

La Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento recomendó estudiar este proceso desde todos los puntos de vista, especialmente en las regiones menos desarrolladas, ya que en estas regiones el ritmo de envejecimiento ha adquirido una velocidad nunca antes observada. Como se sabe, el envejecimiento de las poblaciones es una consecuencia de la sustitución de tasas de fecundidad y mortalidad muy elevadas por tasas de cada vez menor magnitud. Salvo unas pocas excepciones, estas tasas seguirán disminuyendo en todo el mundo.

Las propuestas de la Segunda Asamblea Mundial se basan en la convicción de que el envejecimiento de la población carece de precedentes y en el hecho de que sus características no tienen paralelo en la historia de la humanidad. Por ejemplo, a escala mundial, la población de personas de edad aumenta a razón de dos % por año, considerablemente más rápido que la población total. De esta manera, el incremento del porcentaje de personas mayores de 60 años se acompañará de un importante descenso en el porcentaje de los menores de 15 años, y para el año 2050 por primera vez en la historia el número de personas an-

cianas será mayor que el de jóvenes<sup>1</sup>. En los siguientes 25 años la población mayor de 60 años continuará aumentando con mayor rapidez con relación a otros grupos de edad, llegando a una tasa de crecimiento de casi 3% anual en 2025. Este acelerado crecimiento exigirá ajustes económicos y sociales de gran alcance en la mayoría de los países. Por ejemplo, el índice de dependencia económica, que indica cuántas personas de 65 o más años debe mantener cada persona en edad productiva (de 15 a 64 años), ha aumentado permanentemente durante el último siglo, y seguirá haciéndolo. Esta carga crecientemente mayor influye de manera importante en los regímenes de seguridad social, especialmente en aquellos en que los trabajadores en activo pagan las prestaciones de los jubilados.

El aumento sostenido de los ancianos afecta a todos los grupos de edad -incluyendo hombres, mujeres y niños- y tiene una influencia directa en la producción y distribución de los recursos entre las generaciones y dentro de ellas (ONU, 2000). Por esta razón, un envejecimiento poblacional no programado puede aumentar la desigualdad y los problemas de equidad en las naciones. Además, el envejecimiento tiene otras importantes consecuencias en la vida humana. Su impacto en el mercado de trabajo, el crecimiento económico, la inversión y la carga tributaria es muy evidente, pero también influye en las condiciones de vida, la migración, la salud y las formas de atención médica. Por ejemplo, se ha demostrado que en la esfera política, el envejecimiento de la población influye en los patrones de voto (ONU, 2000).

Se cree que la tendencia al envejecimiento de la población es un fenómeno casi irreversible pues -a menos que ocurra una catástrofe de magnitudes increíbles- es muy poco probable que vuelvan a presentarse las poblaciones jóvenes que caracterizaron a las sociedades del pasado. Un elemento adicional es que existen diferencias muy notables entre las regiones del mundo en el número y proporción de personas ancianas: de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, en el año 2000 casi 20% de la población de los países desarrollados tenía más de 60 años, y se espera que en 2050 esta proporción sea de 30%.

<sup>1</sup> En los países industrializados desde 1998 se produjo esta inversión en los porcentajes relativos de jóvenes y personas mayores de 60 años.

En las regiones menos desarrolladas, en cambio, sólo 8% de la población tiene actualmente más de 60 años, pero esta proporción llegará a 20% para 2050. Así, mientras que en los países más ricos el incremento de ancianos será 50%, en los países más pobres será 250%. Como el envejecimiento es mucho más rápido en los países pobres, éstos tendrán menos tiempo para adaptarse a sus consecuencias. A esto hay que agregar que los niveles de desarrollo socioeconómico de los países pobres son cada vez más bajos y que sus problemas sociales están creciendo aceleradamente (ONU, 2000).

También debe señalarse que la misma población anciana está envejeciendo, y que el grupo de edad que más rápidamente crece en el mundo es el de los mayores de 80 años, que constituye la décima parte del total de adultos mayores y que aumenta a una tasa anual de 3.8% (ONU, 2000). Por esta razón, a mediados de siglo XXI 20% de los ancianos tendrá más de 80 años. Por otra parte, debe señalarse que el mayor incremento se da en mujeres, con relación a los hombres, pues su esperanza de vida supera a la de éstos. En el año 2000 las mujeres ancianas superaban en 63 millones a los hombres ancianos, aunque entre los ancianos de mayor edad hay casi cinco veces más mujeres que hombres. Además, la mayoría de ellas (70%) son analfabetas (ONU, 2000).

En resumen, es evidente que el mundo se encuentra en un proceso de transformación a causa de cambios demográficos que no tienen precedente alguno, que arrancan en el siglo XIX y que continuarán en el siglo XXI. En este contexto, la evaluación de las diversas modalidades existentes para la investigación de la supervivencia humana adquiere una enorme importancia.

Este ensayo pretende comparar el valor teórico y la utilidad operativa de las *Curvas de Supervivencia* con relación a los métodos demográficos convencionalmente usados para medir esta supervivencia y cuyo principal indicador es la *Esperanza de Vida*. Se propone que ambos instrumentos de medición de la magnitud y de las características de la supervivencia humana podrían ser usados en forma complementaria.

## Concepto y medición de la supervivencia

La 22ª edición del Diccionario de la Real Academia Española indica que la palabra supervivencia -referida en español por primera vez 1803- deriva del latín *supervivens* (que sobrevive), e indica la acción y efecto de *sobrevivir*. Este último término, por su parte, se refiere a la condición de "vivir después de la muerte de otra persona o después de un determinado suceso". Con esto, se indica que la supervivencia es un proceso que, en última instancia, relaciona la capacidad de una persona (o grupo de personas) para permanecer vivo con relación a la muerte de otra (o de la muerte de otro grupo de personas). La primera categoría se refiere a la supervivencia individual, y no es el motivo de este ensayo. La segunda, en cambio, es una categoría epidemiológica que tiene una enorme utilidad para realizar comparaciones poblacionales.

De entrada es posible entonces hablar de supervivencia poblacional en dos dimensiones: a) la supervivencia de un grupo con relación a otro grupo, cuyos miembros mueren, en promedio, a edades diferentes del primero, o b) la supervivencia de un grupo con relación consigo mismo, pero comparado en diferentes momentos de su desarrollo histórico.

El desarrollo de la demografía y la epidemiología, especialmente a partir del siglo XVIII, permitió que la categoría *supervivencia poblacional* se convirtiera en un instrumento de uso casi universal entre los investigadores. Su primera aplicación se remonta al siglo XVII, cuando las compañías de seguros inglesas requirieron conocer la edad promedio a la cual morían sus asegurados -de acuerdo con su edad, sexo, ocupación y residencia- a fin de cobrar primas relativamente rentables. Para lograrlo, empero, la comunidad científica no sólo tuvo que desarrollar el concepto científico de Esperanza de Vida (EV), sino que además tenía, primero, que contar con información suficiente y confiable relativa tanto a las edades de muerte como a las características de los decesos, y además traducir el concepto de esperanza a categorías probabilísticas manejables.

Con el desarrollo de la salud pública y la universalización de los programas estatales de intervención sanitaria, fenómenos que se presentaron a lo largo del

siglo XIX, el uso de los indicadores de supervivencia se convirtió en una necesidad para todas las sociedades modernas. Una vez que adquirió carta de naturalización en el campo de la salud pública, el concepto de Esperanza de Vida se extendió paulatinamente hacia el resto de disciplinas de la salud, llegando en 1881 a ser parte de la primera teoría moderna sobre el envejecimiento, desarrollada por August Weismann. Con el tiempo, la categoría supervivencia poblacional se ha usado en campos tan diversos como por ejemplo, la histología, la bioquímica, la biología molecular, o la genética.

Desde el punto de vista de la epidemiología clínica, el concepto de supervivencia se ha usado para comparar el momento en el que ocurre un determinado evento clínico en dos poblaciones distintas. Este análisis permite reconocer las condiciones que hacen clínicamente diferente a un grupo con respecto a otro, así como el valor terapéutico que posee una intervención realizada en un grupo y no en otro. En cualquier caso, la variable respuesta es el tiempo que transcurre entre un evento inicial (que determina la inclusión de cada individuo en el estudio) y un evento final (genéricamente llamado falla) que ocurre cuando el individuo presenta la característica establecida para terminar el estudio (muerte, alta, etcétera). Estos estudios se denominan análisis de supervivencia, pero no se refieren propiamente a la supervivencia tal como la hemos definido líneas arriba (Hernández, et al., 2000).

#### *Esperanza de vida*

La EV, en cambio, posee todas las características implicadas en la categoría de supervivencia poblacional, y su evaluación responde cabalmente al concepto señalado al inicio. De manera sintética, puede definirse como el "número promedio de años que vivirían los integrantes de una cohorte en el supuesto de que permanecieran sujetos a la mortalidad imperante en la región estudiada, desde su nacimiento hasta su extinción" (Welti, 1997). Se trata de una medida hipotética basada en las probabilidades de supervivencia de los miembros de cada grupo de edad en una población específica, que mide el nivel que alcanza la mortalidad a diferentes edades. Al basarse en las tasas de mortalidad por edad, no se ve afectada por la estructura por edades de la población, por lo que es un buen indicador general de sus condiciones de vida. Vale la

pena señalar que aunque el cálculo más común de la EV es al nacimiento (EVN), también puede calcularse para cualquier edad.

Uno de los principales problemas de la EV radica en que no es aplicable a ninguna población real (ni siquiera a la nacida en el año de estudio). Por ejemplo, si la EV de las mujeres mexicanas nacidas en el año 2004 resulta de 76 años, ¿esto significa que una niña nacida hoy tendrá una EV de 76 años?. La respuesta es negativa. Esto se debe a que la EV se ha obtenido de una cohorte ficticia, formada por las distintas cohortes presentes en México en el año 2004. Las tasas de mortalidad de cada cohorte, convertidas en probabilidad de morir, se emplearon para construir una tabla de mortalidad (también llamada tabla de vida) que permite calcular una EV que en realidad no pertenece a ninguna de las cohortes usadas como insumo, sino a todas. Por esta razón, se afirma que la EV es una medida transversal, pues en su cálculo se utilizan distintos grupos de edad para un mismo año calendario, operando con diferentes cohortes.

La tabla de vida es un resumen (parecido a una tabla de frecuencias usual) de la información correspondiente a cada cohorte presente en una población, que permite tener una visión, en cada intervalo de tiempo, del comportamiento de la mortalidad, la supervivencia y el riesgo de morir de la población total. Por este motivo, aunque la EV es un indicador importante del impacto que tienen las condiciones de vida de una población en un momento determinado, su uso como medida longitudinal es limitado.

#### *Curvas de supervivencia*

Desde hace más de dos siglos se han elaborado propuestas para identificar si existen modalidades específicas de supervivencia en las poblaciones animales y humanas. Los primeros esfuerzos en este campo fueron realizados por J. H. Lambert en 1765, quien se propuso abarcar el ciclo vital completo de una población humana en una sola curva, combinando una parábola con dos curvas logarítmicas (Hacking, 1995). Según Lambert, hacia el final del siglo XVIII la población humana moría "de la misma manera en que se vacía la arena de un vaso con forma de prisma a través de un diminuto agujero practicado en su base". Desde entonces se han elaborado diversos modelos

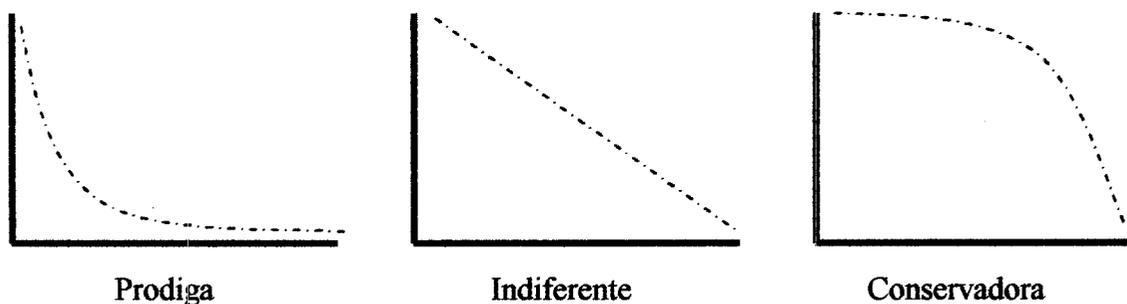
gráficos de supervivencia, con base en la experimentación animal y la observación de los grupos humanos (Brody, 1952; Nicholson, 1954; Palmore, 1971).

En 1923, el matemático norteamericano Raymond Pearl (1923) graficó en un plano cartesiano las curvas de supervivencia de diferentes animales a partir de una población de tamaño conocido. Para ello colocó en las abscisas el número de supervivientes y en las ordenadas el tiempo de observación transcurrido, con lo que pudo observar que la proporción de especímenes vivos en los distintos momentos de la curva dependía no sólo de la edad máxima alcanzable por cada

especie sino, sobre todo, de los cambios que cada especie experimenta en sus tasas de mortalidad al pasar por las mismas edades.

De esta manera Pearl identificó la existencia de tres tipos de curvas de supervivencia (Fig. 1), y las denominó *conservadora* (en forma de rectángulo, con muy baja tasa de mortalidad al inicio de la vida y muy alta al final); *indiferente* (en forma de triángulo rectángulo, con la misma mortalidad a lo largo de toda la vida), y *prodiga* (en forma de cuchilla, con una altísima tasa de mortalidad al inicio de la vida y muy baja desde ese momento hasta la desaparición de la cohorte).

**Figura 1**  
**Modelos de curvas de supervivencia**



Fuente: Pearl, 1923.

Algunas especies animales son representativas de cada tipo de curva. La curva *conservadora* es propia de las especies que tienen pocas crías y muy baja tasa de mortalidad en sus recién nacidos, como sucede entre los elefantes. Las especies que, en cambio, tienen muy altas tasas de mortalidad entre sus crías pero muy baja tasa de mortalidad durante el resto de su vida, como las tortugas, representan la curva tipo *prodiga*. La mayoría de los mamíferos posee una curva que, salvo algunas particularidades, es semejante al tipo *indiferente*.

Resulta importante señalar que las formas de las curvas de supervivencia no dependen del tamaño o volumen corporal de las especies, sino de las formas que adopta su reproducción y el lugar que ocupan dentro de las cadenas tróficas. Por este motivo, especies tan diferentes como la tortuga de los Galápagos y la *Dro-*

*sophila melanogaster* (o mosca de la fruta) tienen una curva de supervivencia similar.

En apariencia, la forma de las curvas obedece en parte a la carga genética de cada especie, pero en forma mucho más importante a las relaciones que los miembros de la especie mantienen con el entorno, como demuestran los cambios observados en los animales que han sido alejados artificialmente de los riesgos de la depredación. En estos casos se aprecian cambios tanto en las curvas de supervivencia como en los patrones de reproducción, con ajustes bruscos en las tasas de natalidad y mortalidad de las crías (Kirkwood, 2000). Por lo tanto, no parece arriesgado suponer que los cambios del entorno social suponen igualmente modificaciones en las tasas de natalidad y mortalidad infantiles y, en consecuencia, de los patrones de reproducción humana.

En 1938 Pearl propuso usar la palabra *rectangularización* para describir la tendencia que paulatinamente adoptan las curvas de supervivencia de las poblaciones animales y que se caracterizaría por una paulatina modificación de la curva que, partiendo del ángulo inferior izquierdo (es decir, de la forma *prodiga*) lentamente se acercaría al ángulo superior derecho convirtiéndose, primero, en una curva *indiferente* y, posteriormente, en una *conservadora*. No obstante, las implicaciones de este fenómeno sobre la salud humana no fueron discutidas con suficiente profundidad sino hasta los años ochenta, cuando se observó que el descenso en las tasas de mortalidad, que había sido muy evidente en los cincuenta años previos, paulatinamente se detenía, poniendo en duda la posibilidad de que la ganancia en esperanza de vida fuese un proceso infinito.

El debate que inició en ese momento pronto puso en claro que el incremento de la EV no era un fenómeno uniforme en todos los grupos de edad, y que tampoco puede considerarse un proceso general entre la población (Portnoi, 1980). Desde la primera mitad del siglo XX se ha aceptado que las principales ganancias en la esperanza de vida se han obtenido como resultado de la disminución de la mortalidad infantil, por lo que es natural que la EVN aumente sin que necesariamente se registren cambios sustanciales en la esperanza de vida de los mayores de 65 años, por ejemplo. No obstante, en las sociedades en las que los padecimientos infecciosos prácticamente han desaparecido y la mortalidad infantil es muy baja, las ganancias en esperanza de vida tienden a ser cada vez más importantes entre los adultos mayores e incluso entre los ancianos, según la fase de transición por la que atraviese el país.

Sin embargo, pareciera que las ganancias en esperanza de vida no se distribuyen por igual entre todos los individuos de la población. Perls demostró en 1997 que los ancianos que rebasan los cien años de edad poseen condiciones físicas privilegiadas y que la edad promedio en la que su independencia funcional se vio comprometida fue los 97 años (McKinley, 1989). En el mismo estudio, noventa % de los ancianos investigados (que tenían entre 100 y 111 años de edad) se habían considerado personas sanas hasta los 95 años, en promedio. Finalmente, las investigaciones de Perls

mostraron que la única enfermedad crónica común en este grupo de edad fue la osteoartritis.

Lo anterior parece indicar que una vez que se rebasa cierta edad, las probabilidades de enfermar disminuyen drásticamente como consecuencia de la desaparición de la población genéticamente más frágil y la supervivencia de la más vigorosa. De esta manera, si se estudian las curvas de supervivencia de grupos muy ancianos podría concluirse que es posible llegar a una edad muy avanzada sin enfermedades graves, y que la ganancia en esperanza de vida corresponde con una ganancia proporcional en años de vida saludable. Si, por el contrario, el grupo investigado es de menor edad e incluye a poblaciones más frágiles (por ejemplo a grupos de pacientes hospitalizados), el resultado que se obtiene es exactamente el opuesto.

Por eso todavía se discute qué tipo de calidad de vida se gana cuando las tasas de mortalidad siguen bajando durante la vejez y aumenta la esperanza de vida de los ancianos (Walker, 1980; Ebels, 1980; Myers, 1984). Distintos estudios realizados en los Estados Unidos han comparado las ganancias en esperanza de vida con las ganancias en esperanza de vida saludable, y han concluido que los norteamericanos cada vez viven más, pero no más sanos (McKinley, et al., 1989). Lo mismo se ha encontrado en casi todas las poblaciones europeas (con excepción de Francia), en donde los años de vida ganados se acompañan casi invariablemente de incrementos en la discapacidad física y mental (Jagger, 2000). Como puede notarse, resulta de capital importancia identificar la modalidad bajo la cual se incrementa la supervivencia humana, debido a que desde el punto de vista de la salud pública puede ser muy distinto -y aun radicalmente diferente- ganar años de vida poblacional con años de vida saludable o con años de vida con enfermedad.

### Teorías sobre el impacto de la supervivencia en la medicina clínica y la salud colectiva

En la actualidad existen por lo menos tres hipótesis acerca de las implicaciones clínicas del aumento de la supervivencia humana sobre la salud. La primera, denominada hipótesis de la *expansión de la morbilidad*, señala que la ganancia en esperanza de vida se debe

fundamentalmente a los avances tecnológicos, cuyo uso ha logrado extender la vida de las personas enfermas y discapacitadas. De acuerdo con esta hipótesis, al extender el promedio de duración de la vida se extiende también el volumen absoluto y relativo de enfermos y discapacitados; adicionalmente, la población remanente queda mucho más expuesta a las enfermedades no mortales propias de la vejez, como la demencia, la artritis, la enfermedad de Parkinson y las alteraciones de la visión y el oído (Gruenberg, 1977; Robine, Ritchie, 1991).

La segunda, conocida como hipótesis de la *compresión de la morbilidad*, señala que los cambios sustantivos en el estilo de vida y la menor exposición a determinados factores de riesgo pueden retrasar el inicio de las enfermedades y mejorar su evolución, de manera que el tiempo vivido con enfermedad y discapacidad puede quedar concentrado a un periodo, cada vez más corto, ubicado al final de la vida (Fries, 1983). Los postulados de la hipótesis de la compresión de la morbilidad, que implican una menor proporción de tiempo de enfermedad en el hombre, se han juzgado muy optimistas, mientras que los de la hipótesis de la expansión se han considerado en el extremo contrario.

La tercer hipótesis formulada por primera vez por Manton en 1989, es probablemente la que a la fecha cuenta con mayores adeptos, se basa en la observación de la estadística sanitaria de diversos países y constituye una postura intermedia entre las dos anteriores, supone una situación en la que el aumento del tiempo vivido con discapacidad es compensado por una menor proporción de discapacidad grave durante este periodo (Manton, 1989). No obstante, la escasa disponibilidad de información longitudinal sobre mortalidad ha limitado el estudio de la evolución de cohortes reales a lo largo de grandes periodos, de manera que aún es difícil saber si la dirección que adoptan las curvas de supervivencia es siempre la misma; tampoco hay evidencia de la existencia de curvas distintas entre una región y otra; de manera que aún no existe acuerdo sobre las diferentes modalidades y velocidades que pueden adoptar las curvas de supervivencia ni los efectos epidemiológicos que podrían tener los distintos tipos de curva.

### *Incremento histórico de la longevidad humana*

Uno de los principales logros de la sociedad contemporánea ha sido la reducción de la edad promedio de muerte. Aunque existe escasa información sobre el valor de este indicador en la prehistoria, el estudio de los cementerios paleolíticos indica que esta edad era extremadamente baja. En 1937 Henry Vallois analizó 187 esqueletos europeos del grupo neanderthal, encontrando que más de la tercera parte había muerto antes de los 20 años, y que la mayoría del resto lo hizo entre los 20 y los 40 años (citado por Cipolla, 1989). Otros estudios, llevados a cabo en poblaciones africanas y asiáticas, indican que los agricultores del neolítico tenían una probabilidad de supervivencia muy similar a la encontrada por Vallois Marco y Borgaro, 1989). Aunque diversos factores restan valor a estas cifras -por ejemplo, el limitado número de casos y la posibilidad de que se trate de sujetos seleccionados, ya que la mayoría murió como consecuencia de causas violentas- es probable que la esperanza de vida en las sociedades agrarias primitivas oscilara entre los 20 y los 25 años (Welti, 1997).

En los últimos dos mil años la edad promedio de muerte aumentó muy poco, alcanzando apenas los 30 años alrededor de 1500. En Inglaterra, en 1650, la EVN fue de 34 años, pero en Francia, en 1675, era todavía de 29 años; en Alemania, en 1690, fue de 27 años; en Italia, en 1761, de 28 años; y en los EUA, en 1790 (según las cifras censales del estado de Massachussets) de 28 años.

Esta situación cambió a partir de 1750, como consecuencia de la revolución industrial, cuando prácticamente todas las sociedades experimentaron notables disminuciones en sus tasas de mortalidad y mejoras en su esperanza de vida, por lo que la población inició un crecimiento más acelerado. La información demográfica disponible -que en algunos países, aunque parcial e incompleta, existe desde el siglo XVII-indica que la tasa de mortalidad general e infantil ha disminuido sin cesar desde mediados del siglo XVIII, pero que la fecundidad no descendió significativamente sino hasta bien entrado el siglo XX. Por esta razón, desde la segunda mitad del XVIII la sociedad ha visto surgir poblaciones más y más grandes. Como resultado, en los últimos 250 años la población se ha multi-

plicado por 10, mientras que el periodo en que se duplica ha disminuido de 100 a menos de 30 años.

Durante los siglos XIX y XX el crecimiento poblacional fue tan importante que para describirlo se acuñó el término *explosión demográfica*. Como hemos señalado antes, a este proceso de crecimiento poblacional se agregó el envejecimiento de la población. Al inicio del siglo XXI, por ejemplo, la población del mundo incluía aproximadamente 600 millones de personas mayores de 60 años, lo que significa una cifra tres veces mayor a la registrada 50 años antes. A mediados del siglo XXI habrá alrededor de 2,000 millones de personas mayores, lo que significa que, una vez más, este grupo de edad se habría triplicado en un lapso de 50 años.

Aunque desde Malthus se han estudiado las relaciones entre población y desarrollo, fue hasta la década de los veinte del siglo pasado que comenzó a analizarse con interés las combinaciones potenciales que pueden observarse entre fecundidad, mortalidad y migración, con el fin de explicar la manera en que el volumen y la estructura de las poblaciones cambian con el tiempo. Algunas paradojas dieron inicio a estos estudios. Por ejemplo, la Revolución Industrial en realidad empeoró las condiciones de salud de la mayoría de los ingleses, y las tasas de mortalidad en las zonas rurales en Inglaterra eran en 1860 similares a las del norte de África mil años antes. Pero el hecho es que Inglaterra experimentó un incremento explosivo de su población. Los datos del resto de Europa indican que las relaciones entre población y desarrollo son más complejas de lo que inicialmente se creyó.

El término *transición demográfica* resume el paso de una sociedad joven con alta mortalidad y baja esperanza de vida a otra, muy estable, en donde la esperanza de vida y la proporción de ancianos se elevan. A lo largo del proceso se observa que la EVN se incrementa de manera constante (Fries, 1980; Carnes, Ols-hansky, 1993). En cifras cerradas, este indicador aumentó en Francia, entre 1807 y 2000, de 37 a 79 años (es decir, 42 años); en Inglaterra, entre 1845 y 2000, de 41 a 78 años (37 años); en los EUA, entre 1900 y 2000, de 47 a 77 años (30 años), y en México, entre 1900 y 2000, de 28 a 75 años (47 años). Todos los países reportan cifras más o menos similares, lo

que indica los grandes adelantos obtenidos durante los dos últimos siglos (Colimón, 1989; Bell, 1994). El motor fundamental de esta ganancia es el grado de desarrollo social y económico, pero es probable que la transferencia de tecnología y la aplicación de estrategias exitosas en otras latitudes permitieran mejorar la EVN sin cambios económicos y sociales tan importantes como los alcanzados por los países avanzados. De acuerdo con Preston (1980), en los países desarrollados se observa un punto de "saturación" después del cual cada acción con influencia sobre la EVN tiene un impacto paulatinamente menos importante. Esto podría explicar que México, junto con otros países como Chile y Japón, hayan obtenido, en los últimos 100 años (entre 1900 a 2000), incrementos mayores a los alcanzados por Francia en 200 años, Inglaterra en 150 y EUA en 100.

Incorporarse al desarrollo sanitario es un proceso complejo, y la mayoría de los países pobres enfrenta grandes dificultades para lograrlo. En algunas regiones del mundo el proceso de recuperación parece detenido y la EVN todavía es, por ejemplo, de 40 años en el Congo y Senegal, de 38 años en Etiopía y de 37 años en Angola (Gernes-Rieux y Gervois, 1989). En todos estos casos es posible incrementar la esperanza de vida aumentando el volumen y la calidad de los servicios de salud a los que la población tiene acceso permanente, pero las mejoras más significativas se alcanzarán únicamente modificando las condiciones de vida y la evidente inequidad.

A pesar de estos datos, durante muchos años no ha habido un acuerdo absoluto sobre las causas del aumento del promedio de vida individual. Así, mientras que se reconoce abiertamente que el descenso de la mortalidad en los siglos XIX y XX se debió a la mejoría de las condiciones de vida y la dotación de servicios básicos, no hay el mismo consenso respecto al aumento en la longevidad de las personas. En los EUA, por ejemplo, el grupo étnico con mayor esperanza de vida en 1970 fue el japonés, que alcanzó los 80 años, es decir, 5 años más que los hombres blancos y 13 años más que las mujeres negras. Pero pronto se demostró que este grupo étnico era también el grupo social con mayor poder económico del país.

Aunque se acepta que las probabilidades de muerte se reducen en presencia de adecuadas condiciones nutricionales, socioeconómicas y de atención médica, el papel de la herencia en la duración de la vida individual se sigue discutiendo. Muchas evidencias indican, por ejemplo, que los hijos de padres longevos tienen mayores probabilidades de llegar a ancianos que los hijos de padres muertos en forma temprana (Rose, 1971). Los estudios entre gemelos y los seguimientos genealógicos confirman la existencia de potenciales genéticos favorables entre las personas más longevas, a quienes se ha llamado *exitosos*. También se ha demostrado que algunas características biológicas, como el nivel de función cognitiva, se encuentran asociadas a la supervivencia en la vejez. Algunos genes específicos (como el responsable de la producción de Apolipoproteína E, asociada con la aparición de aterosclerosis y la enfermedad de Alzheimer) raramente se encuentran en los mayores de 75 años, y son virtualmente inexistentes entre los centenarios (Perls, 1997).

Por otra parte, al analizar cohortes por edad específica puede observarse que los incrementos en la EV disminuyen conforme avanza el grupo de edad. En los EUA el incremento en la EV obtenido entre 1900 y 1980 fue de 28 años para los recién nacidos; de 13 años para el grupo de 20 años; de 8 años para el de 45 y de 2.5 años para el de 75 años. A la edad de 100 años, el aumento en la esperanza de vida alcanzado en ese mismo periodo fue de 0.7 años. En Francia, entre 1807 y 1971, la EV se incrementó en 35 años para los recién nacidos, pero sólo en 3.8 años para el grupo de 65 años de edad.

Estas cifras indican que en ocho décadas la EV para los recién nacidos se incrementó en los EUA a razón de un tercio de año de vida por año calendario (es decir, 0.35 años ganados por año transcurrido); para los mayores de 65 años a razón de una vigésima parte de año por año calendario (0.05 años ganados por año), y para los mayores de 75 años a razón de una milésima de año por año calendario (0.008 años ganados por año transcurrido). De acuerdo con estos datos, es evidente que a partir de la séptima década de vida el indicador prácticamente ya no cambia, y que para los grupos de más de cien años la ganancia anual

en la EV es imperceptible. Este proceso es similar en todos los países (Fries, 1988).

No existe información precisa que indique por qué, a pesar del incremento constante en la esperanza de vida al nacimiento, no se observa un aumento semejante en la *duración máxima de la vida potencial* (es decir, en la edad máxima que un ser humano puede alcanzar, representada por el record de edad de la persona más anciana conocida), ni en la proporción de centenarios con respecto a la población general (que prácticamente nunca rebasa el 1 por 10,000). Pero en este sentido existen algunas voces disidentes: los investigadores Oeppen y Vaupel, del Centro de Estudios sobre Historia de la Población y Estructura Social de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, estiman que la esperanza de vida se ha incrementado, en promedio, 2.5 años por década desde hace siglo y medio y, que si esta tendencia no se detiene, en algunos países la evn será de más de 100 años en el año 2050 (Oeppen, Vaupel, 2002). En tal caso los centenarios podrían llegar a ser mucho más comunes de lo que pensamos hoy, incluyendo a personas que viven actualmente.

En los EUA, por ejemplo, en el año 2070 las mujeres podrían alcanzar 101.5 años de EVN. La Agencia de Administración de la Seguridad Social norteamericana, empero, usando las tablas de vida disponibles, estima que ese año el indicador apenas rebasará los 84 años. En general, la opinión de la mayoría de los expertos es que la declinación de la mortalidad adulta será sistemáticamente más baja que en el pasado.

#### *Rectangularización de la supervivencia*

El incremento diferencial en la EV entre los distintos grupos de edad también produce un fenómeno paradójico. Si la EVN continuara sin variaciones su actual ritmo de crecimiento, en algún momento del siglo XXI este indicador debería exceder la edad promedio de muerte proyectada para los diferentes grupos de ancianos, de manera que se llegaría a la conclusión de que los niños nacidos en el año 2000, por ejemplo, tendrán mayor probabilidad (no condicionada) de vivir hasta los 95 años que la probabilidad (condicionada) que, en el 2085, tendría el grupo de 85 años de vivir 10 años más. Como puede notarse, se trata de la misma cohorte pero no de la misma edad de muerte, por lo que tales conclusiones son contradictorias. Este

fenómeno indica que, o las cohortes de recién nacidos desacelerarán en algún momento el ritmo con el que aumentan su EV, o las cohortes de ancianos tendrán que incrementarlo. La información disponible indica que este último proceso difícilmente ocurrirá, y que es casi imposible una mayor ganancia de años de vida para los grupos de mayor edad (Fries, 1980). La EVN, en cambio, aunque no se ha detenido, tiende a disminuir su ritmo de crecimiento en los países en los que ya rebasó los 75 años (Fries, 1983).

Este fenómeno de ganancia diferencial en la EV apunta hacia un hecho de relevancia epidemiológica, observado por James Fries en los años ochenta: si fuera posible extrapolar las esperanzas de vida observadas durante el último siglo para los distintos grupos de edad, es posible encontrar un punto en el tiempo en el cual las líneas proyectadas de ganancia en la EV, para los distintos grupos de edad analizados, tendrán que cruzarse. En este punto ya no será posible esperar mayores incrementos en la EV promedio, por lo que debería considerarse como el *Promedio Máximo de Vida Potencial* para el ser humano. Al comparar las proyecciones de la EVN contra las proyecciones de la EV para los grupos de 20, 65 y 75 años, Fries obtiene puntos de intersección que oscilan, en todos los casos, entre los 82.6 y los 85.6 años de edad. Lo anterior le llevó a plantear que el *Promedio Máximo de Vida Potencial* para el ser humano es de alrededor de 85 años (Fries, 1992).

Dado que el envejecimiento es un proceso relativamente nuevo en la historia, los estudios encaminados a entender la manera en que la mayor supervivencia poblacional repercute en la vida social, cultural y económica de los países empezaron a realizarse sistemáticamente hace menos de 50 años, y casi siempre desde la perspectiva demográfica. Pero una vez que el fenómeno fue claramente percibido aparecieron la gerontología, la geriatría, y sus diferentes derivaciones disciplinarias. En el ámbito de la epidemiología, los estudios sobre el impacto de la mayor supervivencia poblacional en la salud han generado modelos explicativos con los que es más fácil explicar, al menos en teoría, las relaciones que existen entre la edad cronológica y la manera en que se presentan las enfermedades, la discapacidad y la muerte. Con estos modelos es posible, además, comprender más profundamente

el significado de conceptos tales como máxima vida potencial, longevidad promedio, años promedio de vida saludable, o años perdidos de vida potencial, por ejemplo, y apreciar con mayor precisión los resultados de las investigaciones sobre la importancia de la carga genética, las condiciones económicas o los servicios de atención médica en la mortalidad y la supervivencia humana.

Por ahora, los indicadores creados recientemente para evaluar el estado de salud de poblaciones cada vez más envejecidas -como los años de vida saludable, los años de vida activa, los años de vida ajustados por discapacidad y los años de vida ajustados por calidad- se encuentran en proceso de formalizar su significado epidemiológico mediante su integración con los modelos de supervivencia, que a su vez experimentan adecuaciones conforme más se conoce el comportamiento empírico de estos indicadores. Por esta razón la investigación de los modelos de supervivencia humana y la identificación de su contenido empírico se han convertido en actividades de gran importancia epidemiológica.

En 1980 Fries definió el *Límite Máximo de Vida Potencial* como la edad más avanzada que puede alcanzar una persona (en 2003 se estimaba este límite en 124 años), distinguiéndola del *Promedio Máximo de Vida Potencial*, que es la longevidad media que alcanza una persona en una sociedad determinada. Graficando la distribución de la edad de muerte de los miembros de una cohorte, el nacimiento y el *Límite Máximo de Vida Potencial* corresponden a sus extremos derecho e izquierdo, respectivamente, y la EVN al promedio de la distribución.

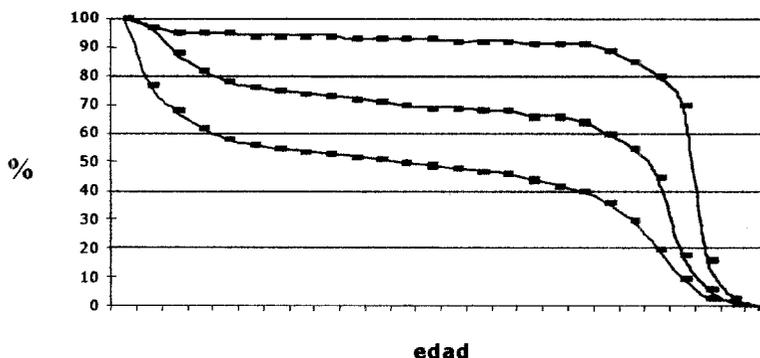
Al comparar las curvas de dos cohortes nacidas en los Estados Unidos (1900 y 1980) Fries observa que la EVN de la cohorte de 1900 fue de 47 años, mientras que la de 1980 alcanzó los 75 años (Fig. 2). No obstante, aunque la curva de la cohorte más reciente tiene una declinación menos importante, no se incrementa significativamente la proporción relativa de centenarios. La tendencia observada en una nueva curva proyectada mediante un modelo matemático indica que es posible un acercamiento máximo entre la EVN y el *Promedio Máximo de Vida Potencial*, lo que ha sido

denominado por Fries como la fase de *rectangularización* de las curvas de supervivencia.

Según este modelo, los progresos alcanzados por la sociedad en materia de supervivencia estarían encaminándose a igualar la EVN de sus miembros con el *Promedio Máximo de Vida Potencial* de la especie, rectangularizando al máximo sus curvas de supervivencia. Las implicaciones técnicas y políticas de esta teoría son muy importantes, ya que mientras que al-

gunas sociedades están cerca de este límite biológico, otras se encuentran muy lejos de alcanzarlo. Pero dado que no existe ninguna razón para que poblaciones biológicamente similares no alcancen la misma longevidad y que no existen tampoco obstáculos biológicos para que el total de la población alcance el límite máximo de vida potencial, el problema fundamental detrás de la desigualdad de las EVN parece ser la falta de equidad económica y política entre los distintos miembros de la sociedad.

**Figura 2**  
Curvas de supervivencia de varias cohortes,  
EUA, 1900, 1980 e ideal



Fuente: Fries, 1980.

### *Modelo de Compresión de la morbilidad*

Si las aseveraciones de Fries son correctas, los progresos alcanzados en materia de supervivencia por una sociedad relativamente justa deberían encaminarse a igualar la EVN de sus miembros con el *Promedio Máximo de Vida Potencial* de la especie, rectangularizando sus curvas de supervivencia lo más posible y posponiendo la aparición de las enfermedades crónicas.

Por otra parte, la consecuencia clínica más importante del modelo de rectangularización de las curvas de supervivencia es que si, como se señaló antes, el *Límite Máximo de Vida Potencial* no puede ser desplazado más allá de los 85 años, entonces las enfermedades crónicas que harán morir a las personas ineludiblemente tendrán que presentarse prácticamente juntas, *comprimiéndose* en un corto periodo al final de la vida. No obstante, las observaciones empíricas más recientes indican que el promedio máximo de vida

potencial es mucho más alto de lo que en 1980 supuso Fries (en este momento rebasa en algunos países los 85 años de edad), y que las diferencias por género, región geográfica y condición socioeconómica pueden ser muy significativas. En Japón, por ejemplo, la EVN de las mujeres ya alcanzó los 90 años, aunque será mucho más difícil para los hombres alcanzar esta cifra. Por su parte, la Agencia Administradora de la Seguridad Social en los EUA ha estimado que las norteamericanas blancas alcanzarán a mediados del siglo XXI una EVN de 90 años (aunque aclaran que esto no sucederá con las mujeres negras ni latinas) (Schneider, Brody, 1983). Otros trabajos demuestran, como hemos señalado, que la esperanza de vida y sus ganancias poseen diferenciales por región geográfica, género y condición socioeconómica en prácticamente todo el mundo (Wilkinson, 1992).

También se han hecho esfuerzos para conocer el volumen de años ganados en la Esperanza de Vida que serán activos o saludables o, por lo menos, estarán li-

bres de discapacidad grave (Lozano, 1997; CDC, 1997; Hyder, Rotland, Morrow, 1998; Harper, 1998). El debate alrededor de los conceptos mismos de esperanza de vida activa, vida saludable, medición de la discapacidad, cambios en la morbilidad, etcétera, se ha fortalecido con la discusión surgida alrededor de las hipótesis de expansión y compresión de la enfermedad (Murray, 1992). La importancia de esta polémica no es menor, en la medida en que la disminución de las tasas de mortalidad en la vejez y la consecuente rectangularización de las curvas de supervivencia pueden tener implicaciones trascendentales para la salud pública.

Algunos críticos de Fries han señalado que incluso si la enfermedad se *comprimiese* al final de la vida, y se redujera efectivamente el tiempo de enfermedad en cada persona, esto no necesariamente implicaría una disminución de su gravedad y, por el contrario, la compresión clínica de la morbilidad podría asociarse más lógicamente con un incremento del sufrimiento humano (Heindenreich, 1998). Todas estas razones justifican la realización de evaluaciones más rigurosas de la magnitud y calidad de la supervivencia adulta, complementando la medición de la mortalidad y la discapacidad con la evaluación precisa de los cambios en la esperanza de vida y de la manera específica en la que cada cohorte sobrevive con respecto a las que la anteceden y suceden.

### Conclusiones

Las curvas de supervivencia expresan sintéticamente la evolución de diversos indicadores relacionados con la salud en una sociedad específica, tales como las tasas de mortalidad por edad, la EVN y la mediana de supervivencia de la cohorte. Por esta razón, el reconocimiento visual de una curva de supervivencia y su comparación con las curvas de otras sociedades o momentos puede indicar muy rápidamente las condiciones sanitarias en las que se encuentra una población. Algunas consecuencias merecen una reflexión especial.

Como se ha señalado, la principal consecuencia clínica de la rectangularización de las curvas de supervivencia es la *compresión de la morbilidad*. Este efecto sobre las condiciones de salud de la población debería

ser objeto de la mayor reflexión y estudio dado que, una vez que la mortalidad infantil y escolar han disminuido al mínimo, todo aumento en la EVN debe ser necesariamente consecuencia del incremento proporcional de la población anciana. Estos incrementos en la supervivencia de la población adulta tendrán consecuencias distintas según qué proceso (compresión o expansión de la morbilidad) se imponga desde el punto de vista clínico. Naturalmente, es completamente diferente atender los efectos médicos y sociales de uno u otro.

Por este motivo, la demostración del proceso de rectangularización de las curvas de supervivencia deberá ser seguida de estudios sobre el volumen de la población enferma, clasificada según causa y grupo de edad, a fin de apreciar si la morbilidad es estable, se está comprimiendo, o se está expandiendo. La información disponible en México permite afirmar que en el país existe un aumento en el volumen absoluto de enfermos crónicos y personas con discapacidad, las que además fallecen a edades cada vez más avanzadas. No obstante, por ahora es muy difícil demostrar que la edad promedio de inicio de las principales enfermedades crónicas haya experimentado algún tipo de desplazamiento. Naturalmente, las investigaciones futuras deben tratar de llenar estas lagunas.

Las implicaciones prácticas del proceso de rectangularización de las curvas de supervivencia parecen capitales. Nunca antes la humanidad había logrado expectativas de vida tan grandes, y ahora parece normal que los países se propongan alcanzar esperanzas de vida al nacer cercanas o mayores a los 80 años. No obstante, tal y como ha sucedido hasta ahora, el proceso de envejecimiento poblacional no será un proceso sin impacto en las condiciones económicas de los países. El aumento en la población absoluta y relativa de ancianos repercutirá indudablemente en el total de las economías nacionales, así como en las formas específicas de diseñar, organizar y prestar los servicios de salud. Como para el año 2050 entre los diez países con mayor proporción de ancianos habrán siete de los llamados *en vías de desarrollo*, no será raro que en algunos de sus habitantes se reúnan el envejecimiento, la pobreza y la enfermedad. De manera que parece indispensable diseñar lo antes posible las políticas que durante las próximas décadas deberán guiar la aten-

ción de poblaciones envejecidas en todo el mundo, pero muy en especial en los países pobres.

En este contexto, la investigación de las formas que puede adoptar el envejecimiento saludable y el análisis de los cursos de vida funcional se están combinando con cambios en los propios conceptos de salud, enfermedad, envejecimiento, discapacidad, etcétera. Esto se aprecia con la aparición y desarrollo de conceptos tales como calidad de vida relacionada con la salud, años de vida activa o libre de discapacidad, años de vida saludable. El estudio de la expresión empírica de estos nuevos objetos conceptuales resulta imposible sin la confección sistemática y sofisticada de curvas de supervivencia elaboradas con información recopilada y procesada rigurosamente.

Desde el punto de vista teórico, un modelo de análisis de la supervivencia como el de la rectangularización podría pronosticar de mejor forma la esencia del envejecimiento poblacional en cada contexto económico y político, así como la naturaleza de los eventos de salud que suelen acompañarlo y sus implicaciones potenciales para los servicios. No obstante, para ello se requiere que las curvas de supervivencia sean alimentadas con información desglosada según las condiciones biológicas y socioeconómicas que explican su evolución. Finalmente, se puede afirmar que el uso de curvas de supervivencia para analizar y explicar la dinámica de la mortalidad y la discapacidad será de gran utilidad en el futuro, pero implicará la creación de instrumentos de estimación y corrección de mayor potencia que los que se han utilizado hasta ahora.

## Bibliografía

- Bell D. (1994) La vuelta de los días: el futuro de la población mundial. *Vuelta*. 216:216-219.
- Brody S. (1952) Facts, tables and fallacies on world population. *Federation Proceedings*, XI:682-693.
- Carnes BA, Olshansky SJ. (1993) Evolutionary Perspectives on Human Senescence. *Population And Development Review* 19(4):793-806.
- Centers for Diseases Control. (1997) Years of healthy life: select states, unites states of america, 1993/1995. *mmwr*; 47(1):5-7.
- Cipolla CM. (1960) Historia Económica de la población mundial. Ed. Grijalbo, México.
- Colimón J. (1989) Epidemiología. Ed. Limusa, México.
- Ebels EJ. (1980) Aging, natural death, and the compression of morbidity (letter) *N Engl J Med*; 303(23):1370.
- Fries JF. (1992) Estrategies for reduction of morbidity, *Am J Clin Nutr*. 55:1257-62.
- Fries JF. (1988) Aging, illness, and health policy: Implications of the compression of morbidity. *Perspectives in Biology and Medicine*, 31(3). Spring 1988/407. University of Chicago.
- Fries JF. (1983) The Compression of Morbidity. *Milbank Memorial Fund Quartely. Health and Society*; 61(3):397-419.
- Fries JF. (1980) Aging, natural death, and the compression of morbidity. *The New England Journal of Medicine*, 303(3) July 7.
- Gernez-Rieux Ch. y Gervois M. (1989) Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene, Ed. Limusa, México.
- Gruenberg EM. (1977) The failures of success. *Milbank Memorial Found Quarterly/Health and Society*; 55:3-24.
- Hacking I. (1995) La domesticación del azar. Ed. Gedisa, Madrid.
- Harper DW, Forbes WF. (1998) Aging, health risks and cumulative disability (letter) *N Engl J Med*; 339(7):481-482.
- Heindenreich W. (1998) Compression of morbidity vs. increasing misery in our aging population. *Journal of Insurance Medicine*; 30:200-201.
- Hernández AM, Garrido LF, López MS. (2000) Diseño de estudios epidemiológicos. *Sal. Púb. Méx.* 42(2):144-154.
- Hyder AA, Rotlland G, Morrow RH. (1998) Measuring the burden of disease: Healthy Life-Years. *Amer J Public Health*; 88(2):196-202.
- Jagger C. (2000) Compression or expansion of morbidity- what does the future hold? (Editorial) *Age and Aging*; 29:93-94.
- Kirkwood BT. (2000) El fin del envejecimiento. Ed. Tusquets, 1ª edición, Barcelona, España. pp. 20-45.
- Lozano AR. (1997) El peso de la enfermedad en México, en Frenk J (Comp.) *El Observatorio de la Salud*, Fundación Mexicana para la Salud, México.
- Manton KG. (1989) Changing concepts of morbidity and mortality in the elderly population. *Milbank Memorial Fund Quartely/Health and Society*; 67:208-232.
- Marco VJ, Borgaro R. (1989) Historia Universal de la Mortalidad. *Salud Publica Mex*; 31(1):3-17.
- McKinley JB, McKinley SM y Beaglehole RA (1989) A review of the evidence concerning the impact of

- medical measures on recent mortality and morbidity in the United States. *Int. J. Hlth Serv*, 19:181-208.
- Murray CJL, Chen LC. (1992) Understanding morbidity change. *Population and Development Review*; 18(3):481-503.
- Myers GC, Manton KG. Compression of mortality: myth or reality? *Gerontologist*. Aug; 24(4):346-53.
- Nicholson AJ. (1954) An outline of the dynamics of animal populations. *Australian Journal of Zoology*; II, 9-65.
- Oeppen J, Vaupel JW. (2002) Broken limits to life expectancy. *Science*, 10 de mayo. 296:1029-30.
- Palmore E. (1971) The promise and problems off longevity studies, en Palmore y Jeffers (eds.): *Prediction of Life Span*, Heath Lexington Books, Massachusetts, USA.
- Pearl R. (1923) *Introduction to biomedical biometry and statistics*, Saunders, Philadelphia. Citado por Myers G y Manton K, *Compression of morbidity: Myth or reality*, *The Gerontologist*, 24(4):346-353.
- Perls TT. (1997) Centenarians prove the compression of morbidity hypothesis, but what about the rest of us who are genetically less fortunate? *Medical Hypothesis*, 49:405-407.
- Portnoi V. (1980) Aging, natural death, and the compression of morbidity (letter) *N Engl J Med*; 303(23):1369.
- Preston SH. (1980) *Causes and consequences of mortality in less developed countries during twentieth century*. National Bureau of Economic Research, New York. pp. 289-360.
- Robine JM, Ritchie K. (1991) Healthy life expectancy: evaluation of global indicator of change in population health. *BMJ*; 302:457-60.
- Rose C. (1971) *Critique of longevity studies, en Prediction of life span*, Palmore E y Jeffers F (ed.), Heath Lexington Books, Massachusetts, USA.
- ONU United Nations Organization. (2000) *World Population Aging 1950-2050. Resumen ejecutivo*. (Publicación de las Naciones Unidas, S.95.XIII.7).
- Walker WJ. (1980) Aging, natural death, and the compression of morbidity (letter) *N Engl J Med*; 303(23):1369.
- Welti C (ed.) (1997) *Demografía I, Programa Latinoamericano de Actividades de Población*, Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM y The John and Catherine MacArthur Foundation, México.
- Wilkinson RG. (1992) Income distribution and life expectancy. *BMJ*; 304:165-168.