

Los límites de la expectativa de vida

HORACIO JINICH*

De entre todos los seres vivientes sólo el ser humano sabe que es mortal. La posesión del secreto de la existencia de una cruel matemática que gobierna sus días, lo convierte en un ser que, en cierto modo, se ha salido de la naturaleza. Trátase de una verdad cruel e inaceptable, que se opone de una manera radical al instinto de conservación del hombre. De ahí que intente desterrarla de su conciencia y, también, que sea la principal fuerza generadora de la religión y la filosofía. Entierra el hombre a sus muertos con ofrendas para los dioses y vanamente les implora que le otorguen ese precioso don que sólo ellos poseen: la inmortalidad. La diosa Aurora lo obtuvo como regalo de Zeus para su mortal esposo Tithonius pero, por no ir acompañado del don simultáneo de la eterna juventud, tornóse en maldición. Cadmus y Harmonia, más prudentes, prefirieron ser convertidos en animales de supuesta larga vida y es así como, por metamorfosis, fueron convertidos en "dos brillantes y antiguas serpientes, ellos que alguna vez fueran Cadmus y Harmonia".¹

Los más esotéricos sabios de la antigua China dedicaron sus esfuerzos a prolongar sus propias vidas y las de sus discípulos. Se dice que uno de ellos, Wei Po Yang, en el Siglo II D.C., fue el originador del concepto de la piedra filosofal, un material dotado a la vez de la propiedad de convertir el plomo en oro y de prevenir el envejecimiento.¹ Recordemos el caso histórico de Ponce de León. Viejo y lastimado por antiguas heridas, oyó decir en las Antillas que en región poco alejada existía una isla maravillosa "donde brotaban inexhaustas las ninfas del rejuvenecimiento, restauradoras de energías perdidas y de dolencias añejas". Con el beneplacito no desinteresado de los reyes Fernando e Isabel, exploró afanosamente la isla misteriosa en busca del mágico manantial pero ¡oh decepción! a pesar de haber bebido en muchas fuentes tuvo que renunciar, desilusionado, a sus quiméricos anhelos.

A universal codicia de rejuvenecimiento respondían también el elixir de vida y la piedra filosofal tan ávidamente buscados por los alquimistas medievales. ¡Qué bien supo expresar dicho anhelo el gran médico Abram Kau von Boerhaave! (1737). "*Ah cuanta spes est lapidem sperare sapientieum*" — ¡Qué esperanza es la de poseer la piedra filosofal. Sostenerse en infalible salud corporal, en constante vigor y tranquilidad de la mente, preservándolos hasta que, alcanzada avanzada edad, llegare el momento en que, sin lucha ni enfermedad, cuerpo y alma se separen!

Presentado en el V Congreso de la Academia Nacional de Medicina, el 17 de enero de 1984.

* Académico titular.

En las últimas décadas la atención de las sociedades nacionales y la comunidad mundial se ha concentrado en los problemas sociales, económicos, políticos y científicos que han surgido por el fenómeno del envejecimiento en escala masiva. En el pasado, si bien había individuos que alcanzaban etapas avanzadas de la vida, su número y su proporción frente a la población total no eran elevados. Sin embargo, en el Siglo XX hemos sido testigos, en muchas partes del globo, del control de la mortalidad perinatal e infantil, la declinación de las tasas de nacimiento, el mejoramiento de la nutrición, de la atención primaria a la salud y el control de numerosas enfermedades infecciosas. Esta combinación de factores ha dado como resultado un aumento en el número y proporción de personas que sobreviven hasta alcanzar las etapas más avanzadas de la vida.

En 1950, de acuerdo con datos de las Naciones Unidas, había aproximadamente 200 millones de personas mayores de 60 años en todo el mundo. En 1975 el número había aumentado a 350 millones y se calcula que llegará a 590 en el año 2000 y a 1 100 millones en el año 2025 (fig. 1). Durante ese periodo de tiempo la población aumentará de 4.0 a 8.2 billones, un aumento de 102 por ciento. Por lo tanto, dentro de 41 años los ancianos constituirán el 13.7 por ciento de la población mundial. Tómese en cuenta que en 1975 el 52 por ciento de todas las personas de más de 60 años vivían en los países en desarrollo y que su proporción aumentará a 60 por ciento el año 2000 y al 72 por ciento el año 2025. El aumento en los números y proporciones de los viejos se acompaña de un cambio en la estructura (pirámide) de la edad de la población (figs. 2 y 3). La declinación en la proporción de los niños coincide con un aumento en la de las personas de mayor edad.

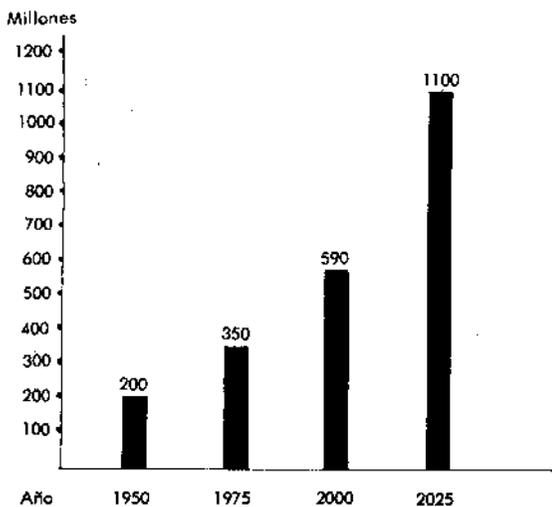


Fig. 1. Número de individuos mayores de 60 años.

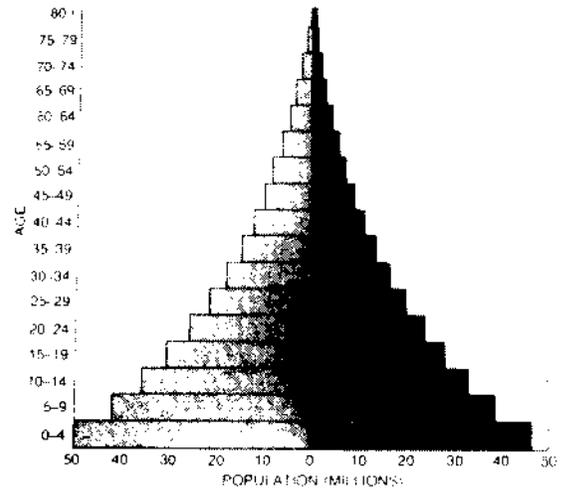


Fig. 2. Población de la India en 1970. Izquierda, hombres; derecha, mujeres. Obsérvese el predominio de los jóvenes.

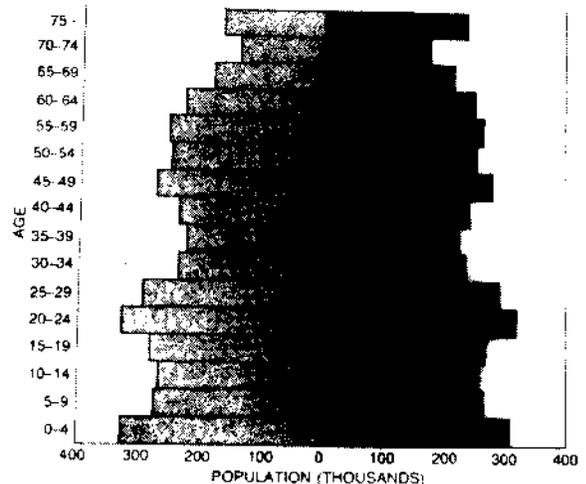


Fig. 3. Población de Suecia en 1970. Izquierda, hombres; derecha, mujeres. Los viejos constituyen una proporción elevada del total.

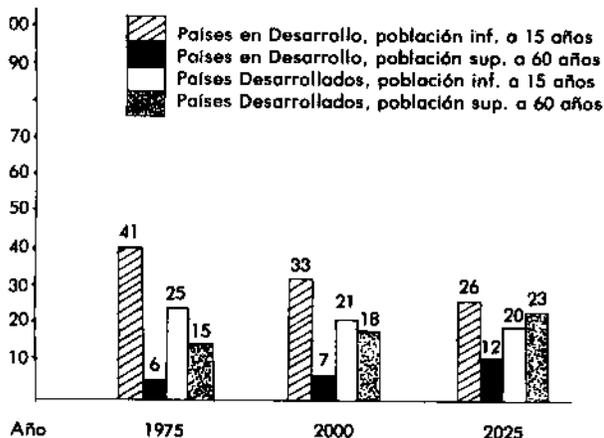


Fig. 4. Proporciones de poblaciones con edades inferiores a 15 y superiores a 60 años.

De acuerdo con las proyecciones de las Naciones Unidas, la población con edad inferior a 15 años en las regiones en desarrollo declinará, de un promedio de 41 por ciento del total en 1975, a 33 por ciento en el año 2000 y 26 por ciento en 2025. En esas mismas regiones, la población de edad superior a 60 años aumentará del 6 por ciento en 1975 a 7 por ciento el año 2000 y 12 por ciento en 2025, alcanzando así el nivel observado en los países desarrollados en la década de los años 50. En estos últimos países, la población por debajo de los 15 años se espera que declinará de 25 por ciento en 1975, a 21 por ciento en 2000 y 20 por ciento en 2025; sin embargo, el grupo de 60 años o más aumentará de 15 por ciento en 1975, a 18 en el año 2000 y a 23 por ciento en 2025² (fig. 4).

La expectativa de vida

Es importante diferenciar claramente el concepto de "expectativa o esperanza de vida" del concepto de la duración máxima de la vida. La expectativa de vida es un promedio estadístico de las probabilidades que existen de alcanzar una determinada edad, en función de las condiciones de vida en el momento de nacer. Los actuarios definen la expectativa de vida en una edad determinada como el promedio de duración de vida futura de una persona de esa edad. Ese promedio de duración de vida futura puede representarse como una curva de supervivencia (fig. 5). Si el número de sobrevivientes de una cohorte de personas es seguido a lo largo de los años, entonces la expectativa de vida puede ser calculada sumando el número de sobrevivientes cada año hasta que el último miembro de la cohorte fallezca y luego dividiendo la suma entre el tamaño de la cohorte original. En efecto este método calcula el área bajo la curva de supervivencia, la cual es una definición equivalente de expectativa de vida.³

El estudio metódico del promedio de duración de la existencia humana se remonta a las postrimerías del Siglo XVII y lo inició el astrónomo inglés Edmund Halley, el descubridor del famoso cometa que lleva su nombre. Revisó los registros de defunción de los habitantes de la ciudad de Breslau y elaboró tablas numéricas, con la ayuda de las cuales era posible saber cuántas personas mueren a una edad determinada. Según pudo comprobar Halley, 34 años era, en promedio, la expectativa de vida del habitante de Breslau en aquel entonces. En el curso de las dos siguientes centurias, la investigación de la duración de la existencia humana fue tarea que realizaron matemáticos al servicio de empresas aseguradoras, a las que mucho interesaba saber con exactitud, el promedio de vida en función de la edad, para calcular sobre esa base las primas que garantizaran la obtención de utilidades en la mayor parte de las pólizas de aseguración ofrecidas a sus clientes. James Dobson fue el primer matemático que elaboró tales estadísticas de expectativa de vida; en 1756 convocó a acaudalados hombres de empresa para que en el establecimiento público "Queen's Head Tavern" de Londres, se reunieran con él para conocer y analizar un proyecto de primas de seguro calculadas científicamente con base en las tablas correspondientes. En estas juntas tuvo su origen la primera empresa de seguros de vida que se estructuró de acuerdo con los principios del análisis matemático de la duración de la existencia; en 1763 se fundó y organizó la empresa "Equitable Life Assurance Society".⁴

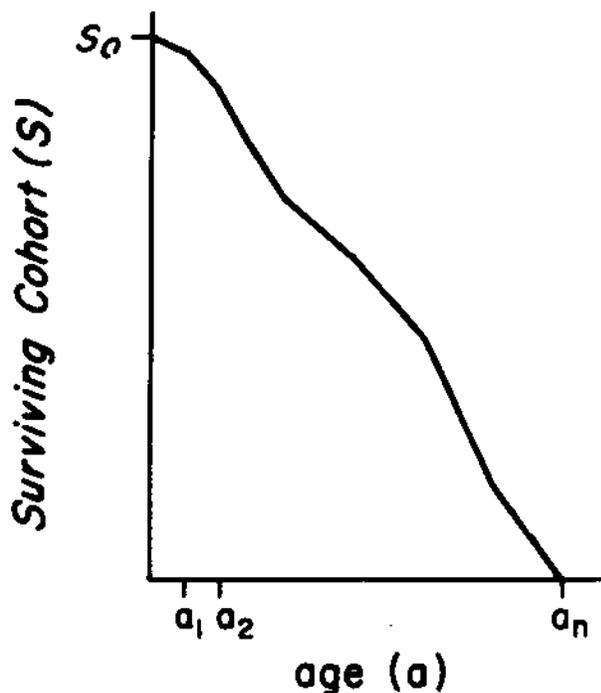


Fig. 5. Curva de supervivencia actuarial.

Cuadro 2. Los 11 países con los máximos promedios de vida (1975).

	Hombres	Mujeres	Promedio
Suecia	71.8	76.5	74.2
Países Bajos	71.0	76.4	73.7
Islandia	70.8	76.2	73.5
Noruega	71.0	76.0	73.5
Dinamarca	70.6	75.4	73.0
Islas Rinkin	68.9	75.6	72.3
Canadá	68.7	75.2	72.0
Francia	68.0	75.5	71.7
Japón	69.0	74.3	71.7
Reino Unido	68.5	74.7	71.6
EE.UU.	67.4	75.2	71.2

Una observación obvia es que la probabilidad de que alguien fallezca aumenta de manera regular en función de la edad de la persona en cuestión; esto ha hecho pensar que quizá opera en la naturaleza una "ley biológica de mortalidad" que tenga su expresión en una relación matemática entre la edad de una persona dada y la probabilidad de su muerte. El primero en formular dicha "ley de mortalidad" fue el matemático inglés Benjamín Gompertz, que en 1825 encontró una fórmula para expresar la probabilidad creciente de muerte en proporción al aumento de la edad. Con base en su fórmula, Gompertz construyó una gráfica que ilustraba la duración máxima, teórica de la vida humana. Según sus cálculos esa edad máxima se sitúa entre los 100 y los 110 años⁵ (cuadro 1 y fig. 6).

Cuadro 1. Fórmula de Gompertz.

$$Q_x = q_0 e^{ax}$$

q_x : tasa de mortalidad a la edad X

q_0 : tasa de mortalidad a la edad 0

a : constante

Pero por el momento hagamos caso omiso de las cifras relativas a la duración máxima de la vida del hombre y enfoquemos nuestra atención en los valores que más interés tienen para la mayoría de nosotros, o sea el promedio de duración de la existencia humana. Cuando se escribió la Biblia, la expectativa de vida era 18 años; fue de 22 años en tiempos de Julio César y de 35 en la Inglaterra de Shakespeare. La

cifra de 34 años encontrada por Halley en la población de Breslau es igual a la que corresponde a algunos países africanos en la actualidad, regiones adonde no han llegado aún los beneficios de la higiene pública y la medicina. El promedio de duración de la vida humana no se modificó gran cosa antes del Siglo XIX, pero a partir de entonces comenzó un incremento paulatino hasta alcanzar, en los Estados Unidos, los 47 años hacia el año 1900. En el curso de la actual centuria el aumento ha sido acelerado y en verdad asombroso: 59 años en 1930 y 75 hoy en día también en el mencionado país.^{6,7} En los cuadros 2 y 3 se presentan los países con los máximos y más bajos promedios de vida en la actualidad.

En México, la expectativa de vida al nacer era de sólo 27.5 años en 1900, pero subió dramáticamente a 49.7 años en 1950 y a 66 en 1981, con una diferencia de cuatro años a favor de las mujeres.⁸ Esta rápida ganancia en la expectativa de vida de nuestro pueblo, motivo de legítimo orgullo, ha sido la causa principal de su crecimiento demográfico. Es un hecho aceptado que este crecimiento ha agravado seriamente los problemas económicos y sociales de México, como los de todos los países del Tercer Mundo.

El extraordinario aumento (casi 45 por ciento) en la duración media de la vida en lo que va del Siglo XX, en muchos países de la Tierra, debe atribuirse en primer término a los progresos logrados, durante ese lapso, en la nutrición, la salud pública y la medicina. Pero hay una circunstancia que no puede pasarse por alto: el hecho de que haya aumentado de manera tan espectacular el promedio de duración de la vida humana, no significa que también haya aumentado el tiempo máximo de existencia. A causa del progreso en la conservación de la salud y en las ciencias médicas es mayor el número de personas que alcanza una edad avanzada, mas no se advierte

Cuadro 3. Los 10 países con los más bajos promedios de vida (1975).

	Hombres	Mujeres	Promedio
Guinea	26	28	27
Alto Volta	32	31	31
Chad	29	35	32
Angola	—	—	33.5
Guinea-Bissau	—	—	33.5
República Centro-Africana	33	36	34.5
Gabón	25	45	35
Togo	31	38	35
Burundi	35	38	36
Nigeria	37	37	37

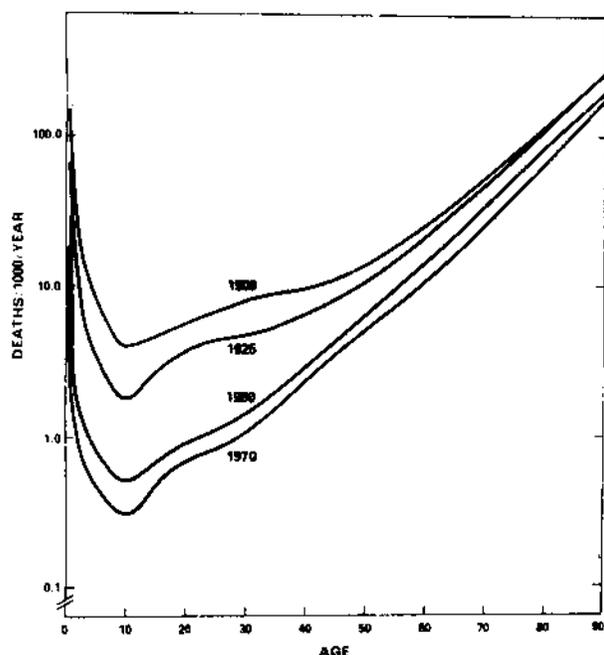


Fig. 6. Supervivencia máxima calculada para diversas cohortes.

ningún signo de que se haya sobrepasado el límite máximo de la existencia del hombre. En los Estados Unidos, el adulto que, a principios de este siglo, alcanzaba la edad de 65 años, podía esperar vivir otros 13 años y el adulto que ahora llegue a esa misma edad tiene una expectativa de vida de 15 años, es decir, sólo dos años más que en el año 1900.

En 1973 el Centro Nacional de Estadística Sanitaria del Servicio de Salud Pública de los EE. UU. publicó un análisis en el que es posible apreciar cuántos años más podrían vivir los habitantes de ese país si llegaran a eliminarse algunos de los padecimientos que figuran en lugar prominente como causa de muerte (cuadro 4). Si quedaran eliminados todos

Cuadro 4. Incremento de la expectativa de vida si se eliminaran algunas causas de muerte.

Causa de muerte	Años de incremento
Enfermedades cardiovasculares y renales graves	10.9
Cardiopatías	5.9
Lesiones cerebrovasculares	1.3
Neoplasias malignas	2.3
Accidentes en vehículos motorizados	0.6
Otros accidentes	0.6
Influenza y neumonía	0.5
Enfermedades infecciosas (sin incluir tuberculosis)	0.2
Diabetes mellitus	0.2
Tuberculosis	0.1

esos males que acortan la existencia del hombre, muchos de ellos originados por su manera de vivir o por factores de tipo ambiental, la duración media de la vida aumentaría 22.5 años en promedio.⁴ La media aritmética de la edad al sobrevenir la muerte sería de 92.5 años para el hombre y de 97.5 para la mujer. La predicción hecha por algunos optimistas del Siglo XIX de que, gracias a los avances de la medicina, se lograría que el hombre alcanzare una edad de 150 a 200 años, fue descabellada y cada vez es más aparente que lo más que se puede esperar de

la medicina y de la higiene es que el histograma de las duraciones máximas de la vida se vuelva cada vez más "gaussiano", con un modo de 75 a 80 años y que su cola correspondiente a edades menores se acorte.

Se ha calculado que si las dos enfermedades principales responsables de la mortalidad humana actual: el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, se curaran mañana, la expectativa promedio de vida avanzaría sólo a aproximadamente 85 años. Si así fuere, no aumentaría gran cosa el número de los que actualmente alcanzan la edad de 90 años (2 de cada 100) y aún 100 años (1 de cada 1000). Aquéllos que lo logren seguirán siendo deudores, no de la ciencia médica, sino de los genes que heredaron de sus progenitores.¹

Aspectos demográficos

Hemos mencionado que la ganancia en la expectativa de vida ha sido la causa principal del crecimiento demográfico en los países del Tercer Mundo y que este crecimiento ha agravado seriamente los problemas económicos y sociales de dichos países. La medida fundamental que se ha adoptado para disminuir ese peligroso crecimiento demográfico, ha sido un esfuerzo coordinado por disminuir la natalidad. Ante ese hecho pudiese surgir la pregunta: estamos disminuyendo el índice de natalidad y a la vez estamos favoreciendo el aumento en el número y proporción de los viejos, que constituyen una carga social; en consecuencia ponemos en tela de juicio toda decisión de esforzarnos por reducir la tasa de mortalidad en los países del Tercer Mundo para emparejar nuestra expectativa de vida con la de los Estados Unidos y de Europa, acortando la brecha existente que es de 10 a 20 años, a la mayor brevedad posible, puesto que de esta manera estamos saboteando el plan de disminuir nuestro crecimiento demográfico y sólo estamos favoreciendo un grave empeoramiento de los problemas socioeconómicos ya existentes. Este razonamiento, aparte de ser evidentemente *immoral*, es *falso* desde el punto de vista científico. Los mejores cálculos actuales sugieren que la población del Tercer Mundo probablemente se triplicará llegando a 9 billones en el curso de los próximos cien años y que luego se estabilizará. Aun en el caso de que la expectativa de vida aumentare a la mayor velocidad posible, llegando a los 75 años, el efecto que esto tendría sobre la población del Tercer Mundo sería muy pequeño. La razón estriba en que el ritmo de crecimiento demográfico en los países en desarrollo se ha vuelto, de manera creciente, insensible a cambios en la tasa de mortalidad. Los factores más importantes que influirán sobre el ritmo de crecimiento son y serán las tendencias en fertilidad y los grandes números de individuos jóvenes que están alcanzando la edad de engendrar hijos.

La historia de las poblaciones humanas se caracteriza por tres etapas: una primera, de fertilidad elevada y mortalidad igualmente elevada; una segunda durante la cual la fertilidad sigue siendo

elevada pero la mortalidad se abate y surge, en consecuencia, una auténtica explosión demográfica; y la tercera etapa en la que la fertilidad se abate y se alcanza un nuevo estado de equilibrio. La primera etapa es la que prevaleció durante la mayor parte de la historia de la humanidad: la elevada tasa de mortalidad impedía que hubiese aumentos importantes en la población, a pesar de la alta fertilidad. En Europa Occidental la tasa de mortalidad principió a descender en los siglos XVII y XVIII y su población creció rápidamente; algún tiempo después ocurrió la transición de una sociedad agrícola a una sociedad industrial, la tasa de natalidad empezó a descender y eventualmente ambas tasas se equilibraron, con un promedio de 2.1 nacimientos por mujer.

Los países en desarrollo de América Latina, África y Asia han pasado a la segunda etapa: la tasa de mortalidad se ha reducido rápidamente pero la fertilidad ha empezado apenas a reducirse y todavía constituye el doble de lo que debiera ser para que alcance la tercera etapa y la población se estabilice.

El aumento en la expectativa de vida, desde el nivel actual de 55 a 65 años en los países en desarrollo, hasta el nivel de 75 en los países desarrollados, influirá poco en el crecimiento demográfico

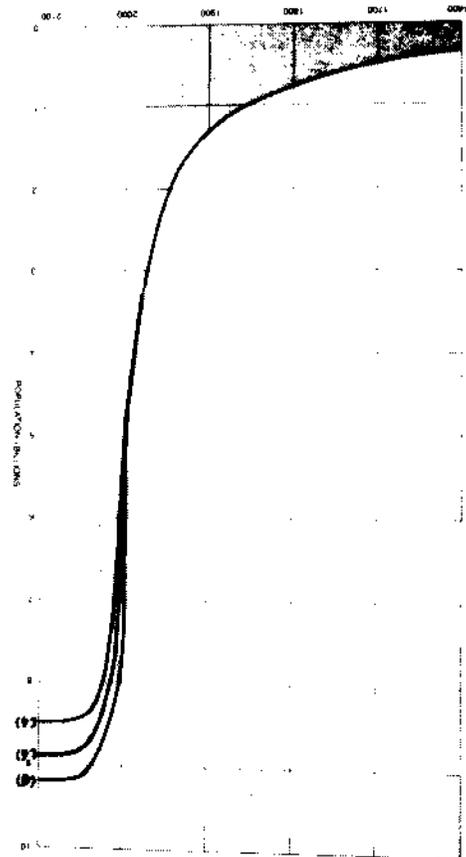


Fig. 7. Población estimada para el año 2100 en los países en vías de desarrollo.

debido a que el aumento se lograría a base de individuos que, en su gran mayoría, han sobrepasado ya la etapa reproductiva de sus vidas. Si se salva la vida de un niño éste tendrá hijos y nietos; si se salva la de un hombre de 60 años aumentará en sólo uno el número de habitantes. En la fig. 7 se expresa la población proyectada para el Tercer Mundo en el año 2100 y en ella se puede observar el poco impacto que sobre el resultado final tendrá el hecho de que el aumento en la expectativa de vida sea de 0.4, 0.6 ó 0.8 al año. No existe, pues, ningún argumento científico, que se oponga a la obligación, por lo demás éticamente ineludible, de intensificar los esfuerzos por mejorar óptimamente la salud y la expectativa de vida de los habitantes de nuestro país y en general, de los países del Tercer Mundo.⁹

Hemos expresado conceptos relativamente optimistas acerca de las posibilidades de que la ciencia médica y la abolición de los factores de riesgo en el comportamiento humano ofrecen para elevar hasta los límites máximos posibles, en un futuro cercano, la esperanza de vida del humano. Pero conviene hacer notar que no todos los pensadores médicos están de acuerdo con esta optimista perspectiva. Besancon,¹⁰ con su lenguaje pintoresco, concluye: "la primera conclusión de mis investigaciones, la que se impone inmediatamente, la que salta a los ojos es una conclusión negativa: la manera de vivir no importa nada; menos que nada. ¿Frugalidad?, estribillo. ¿Sobriedad?, letanías. ¿Vida ordenada?, pamplinas. ¿Calma de los campos?, tonterías. ¿Ruido de la ciudad?, bromas. ¿Viento ligero?, novela para porteras. ¿Ejercicio?, menos a favor que en contra. ¿Continencia?, a contrapelo, completamente. ¿Tabaco, café, té?, encojámonos de hombros". Y es preciso reconocer que todos los clínicos, sin excepción, tropezamos en nuestra práctica profesional con casos que parecen dar la razón a Besancon y a ese otro clínico que algún día dijera: "En medicina la virtud no siempre es premiada ni los pecados castigados". Más en serio, un pensador profundo, Rene Dubos, expresa:¹¹ Los enciclopedistas franceses creían que todos los problemas sanitarios podría resolverlos la ciencia, y Condorcet consideró un mundo racional libre de enfermedades en el que la vejez y la muerte se pospondrían indefinidamente.

Eco de esta fe, Benjamín Franklin escribía que "todas las enfermedades pueden evitarse o curarse por medios seguros, sin exceptuar la vejez, y nuestras vidas prolongarse a placer, aun más allá del promedio antediluviano". Fourier era aun más específico y afirmaba que en la sociedad de sus sueños la vida del hombre se prolongaría hasta 144 años. En *Horizontes Perdidos*, la novela de James Hilton, los lamas que viven en Shangri-La, a muchos kilómetros de las influencias corruptoras, son dueños del secreto de la larga vida. No es probable que en el porvenir disminuya la carga que suponen las enfermedades, sean cuales fueren los progresos de la investigación

médica y la habilidad de las organizaciones sociales para aplicar los nuevos descubrimientos. Pese a que puedan hallarse, y se hallarán, medios para vencer cualquier estado patológico, podemos dar por descontado que la enfermedad cambiará de manifestaciones de acuerdo con las circunstancias sociales. Las amenazas a la salud son acompañantes inevitables de la vida. La salud es una expresión de la capacidad para enfrentarse a los múltiples factores del medio total, y la aptitud se logra a través de incontables adaptaciones genotípicas y fenotípicas a tales factores. Cualquier cambio en el medio demanda nuevas reacciones adaptativas, y la enfermedad es consecuencia de insuficiencias de estas respuestas adaptativas. Mientras más rápidos y profundos sean los cambios del medio, más serán los individuos que no logren adaptarse a ellos con suficiente rapidez para conservar un estado apropiado y que a causa de esto padezcan algún género de trastorno orgánico o psicológico.

La prolongación de la vida

¿Qué ha pasado con la piedra filosofal, aquélla que estaba dotada a la vez de las propiedades de convertir el plomo en oro y de prevenir los cambios debido a la edad? Para fines del siglo pasado este doble proyecto había llegado a ser considerado como esencialmente imposible y por ende merecedor de que sólo se ocupasen de él los charlatanes y los paranoicos, pero indigno de ocupar el interés de los científicos responsables.

Pues bien, una de esas dos imposibilidades esenciales, la transmutación de los elementos, es ya una realidad, como lo es aquella otra "imposibilidad": el viaje a la luna y los planetas. En cambio, la investigación sería acerca del control del proceso del envejecimiento se encuentra ahora todavía en el lugar en que se encontraba la fisicoquímica cuando Becquerel observó, por primera vez, la transmutación espontánea de un elemento radioactivo. Para muchos pensadores, la duración de la vida es una magnitud fija e improrrogable. "Se es lo que se es. Un perro vive 15 años; un caballo vive 30. Cambiad los regímenes, no cambiareis los destinos. Los días del hombre son 70 años, ha dicho el Salmo, voz de la Iglesia..."¹⁰

"La ciencia moderna ha contribuido a prolongar la longevidad al reducir las causas de mortalidad infantil, enfermedades infecciosas y otros procesos patológicos, pero no ha tenido impacto alguno, o lo ha tenido muy poco en lo obsoleto de la construcción de la máquina humana. El lapso fisiológico de la vida de un individuo permanece fijo y aparentemente determinado por una falla del programa genético de las partes del cuerpo. La mayor parte del trabajo que se realiza y de la energía que se utiliza en las modernas y superequipadas instituciones hospitalarias que existen en la actualidad, van dirigidos a

prolongar un poco la expectativa estadística de la duración del lapso vital natural del ser humano".¹²

"El envejecimiento es un proceso inevitable, que conduce a una declinación irreversible y debe considerarse como un modelo neuentrópico abierto y progresivo; en proceso de maduración".¹³ "La duración de la vida humana es una característica biológica básica. Hasta la fecha, ninguna medida social, médica o sanitaria, ha modificado, ni tiene por qué modificar, la duración intrínseca de la vida. Sólo han servido para reducir la morbilidad y mortalidad prematura. Así pues, la expectativa de la vida ha aumentado, no así su duración, que es fija. La evidencia de que la duración de la vida es fija es fuerte, carente de oposición, y procede de campos tan diversos como la antropología, la demografía, fisiología, celular y medicina".¹⁴ "No vivimos sino para crear una nueva máquina, de modelo un poco posterior al nuestro, una nueva máquina viviente que de alguna manera inefable pueda servir, en el grandioso proceso de la evolución de las especies, en forma más eficiente de lo que pudiéramos si fuésemos inmortales. El universo, por su propia esencia, exige la mortalidad del individuo, si la vida de las especies ha de lograr la inmortalidad, mediante la habilidad de defenderse y resistir al ambiente, siempre hostil, siempre cambiante, en las sucesivas eras... Es evidente que la involución es una entidad biológica tan importante como la evolución en el amplio esquema del proceso inmortal de la vida. Sus procesos son tan fisiológicos como los del crecimiento. Por ello, es inherente a la célula misma, es una cualidad intrínseca, heredada del plasma germinal y ningún epíteto o estigma de patológico debiera lanzarse sobre este proceso. Su naturaleza fisicoquímica exacta se conocerá solamente cuando entendamos la naturaleza de la carga energética y de la descarga energética de la célula. Podemos decir, por ende, que el envejecimiento, la máxima involución, se deriva primariamente del debilitamiento gradual de la carga energética puesto en acción por el momento de la fertilización y es dependiente de la realización potencial de la función del organismo. La inmortalidad del plasma germinal descansa en la renovación de esta carga energética, de generación en generación".¹⁵

En abierto contraste con esta actitud pesimista, está la posición optimista, típicamente norteamericana, de quienes creen que la prolongación de la vida es factible y que no se trata sino de un problema, en espera del ataque frontal y victorioso de la ciencia. El físico Roberto Erttinger¹⁶ afirma que la muerte es evitable, que la inmortalidad es posible y sugiere que mediante la congelación es factible preservar seres humanos muertos, sin lesionar sus tejidos, hasta el momento futuro en que una ciencia médica, más avanzada, llegue a reparar cualquier daño responsable de la muerte de dicho individuo, incluyendo el de origen senil. El Fondo para la Investigación Biomédica Integral (FIBER), es una típica institu-

ción norteamericana que, utilizando como principio la idea de que el envejecimiento es un síndrome que puede ser modificado, quiere desarrollar un programa al estilo del "Programa Apolo" encaminado a descubrir y aplicar medidas que aumenten la duración de la vida.

Esquivando una y otra posiciones, la ciencia moderna se ha salido ya de la esfera de lo excéntrico y el estudio del envejecimiento y la prolongación de la vida se está convirtiendo en materia de investigación cada vez mejor coordinada dentro de la metodología rigurosa de la biología experimental. Ahora ya aceptamos que, si bien toda medida de control importante del proceso del envejecimiento humano pudiera resultar impracticable, no constituye ciertamente una imposibilidad esencial ni es un absurdo como la cuadratura del círculo, y se acepta ahora qué es deseable averiguar mediante la experimentación planeada, qué tanto se puede hacer en este campo. Se crean por ende, numerosos centros de investigación gerontológica en todas partes del mundo.

Vale la pena describir brevemente algunas teorías del envejecimiento, ya descartadas, pero de indudable interés histórico. Una de ellas fue la teoría según la cual la atrofia y decadencia de las células nobles del organismo avejentado era mera consecuencia de la arteriosclerosis de los vasos y corazón. Cazalis, padre de esta teoría, afirmaba que "cada hombre tiene la edad de sus arterias". Otra teoría, igualmente caduca, fue la de Metchnikoff,¹⁷ quien culpaba al intestino grueso, órgano "de utilidad dudosa y peligroso además" por ser vivero de microbios sépticos productores de toxinas que "obran debilitando y degenerando los células nobles del organismo", volviéndolas fácil presa de los fagocitos. El tratamiento antisenil, a base de leche agria y kefir, hizo furor durante algunos años, mas el entusiasmo se enfrió y la teoría de Metchnikoff pasó a la historia. Más trascendencia tuvo la teoría de Weissman¹⁸ quien, en 1892 afirmaba: "No es la muerte fenómeno inevitable e inherente a la esencia misma de toda la vida, antes bien representa adaptación necesaria, acaecida cuando los organismos adquirieron un cierto desenvolvimiento estructural. Los animales monocelulares carecen de muerte natural, puesto que la división de los mismos, que es su método reproductivo, genera dos elementos iguales, que siguen proliferando. En cada división no resulta, pues, un cadáver, sino expansión numérica de vida, cuyos individuos son tan viejos como la especie misma. La muerte natural apareció en los metazoarios a causa de la diferenciación de dos categorías de elementos: las células de propagación o germinales, virtualmente inmortales, destinadas a la perpetuación de la especie, y las células del soma o cuerpo, esencialmente perecederas no sólo accidentalmente, sino en virtud de leyes inmutables. Esta mortalidad inevitable trae su origen de la división del trabajo, provocadora de diferencias celulares adaptadas a una profesión orgá-

nica, e implica la pérdida del plasma germinal o hereditario. La muerte total y definitiva, que miramos con aversión y terror, representa, pues, un progreso fundamental. Merced a ella los elementos, del soma, gastados e inutilizados por su actividad profesional específica, son reemplazados en el nuevo ser por células jóvenes, frescas y vigorosas sin las funestas taras del trabajo. A semejanza de lo ocurrido con los artefactos de la industria que, deteriorados y desgastados por el uso, son reemplazados por otros nuevos, los organismos superiores han renunciado al recurso precario de la regeneración parcial, prefiriendo substituir de una vez, el soma caduco, mediante la creación de un embrión construido con células jóvenes e impolutas, capaces de evolucionar hasta cristalizar en la forma complejísima del animal adulto". La teoría de Weissman tuvo la ventaja de ser evolucionista, pero su argumento básico es ilógico, puesto que asume lo que trata de explicar.

Brown-Séquard tuvo el mérito de haber sugerido la correlación entre la atrofia de las glándulas sexuales y el fenómeno de la senilidad. El apóstol más activo y entusiasta de esta doctrina fue Sergio Voronoff quien, tras de observar los eunucos del Cairo y los bóvidos castrados con fines industriales, hizo fama y fortuna "desafiando impertérrito todos los prejuicios científicos y sociales y hasta las fáciles zumbas y puyas de caricaturistas y humoristas", mediante el injerto de testículos homónimos frescos y, siéndole imposible, por razones fácilmente adivinables, escoger hombres robustos y jóvenes para extraerles las glándulas seminales, se sirvió de monos y, sobre todo, de chimpancés. Su triunfo, seguramente el resultado de la sugestión, fue efímero y sus trabajos, alabados por Ramón y Cajal¹⁹ han sido presa del olvido. Igual destino parece que tendrían la terapia celular de Niehans y la novocaína de la dra. Aslan.

Un buen número de teorías sobre el proceso del envejecimiento tienen raíces más bien psicológicas y antropológicas que experimentales; envejecimiento como parte inseparable del desarrollo; o como precio de la existencia multicelular; o como hipotéticos cambios mecanoquímicos en los sistemas coloidales; o el agotamiento inducido por el proceso de la reproducción. Otras teorías son extensiones de analogías mecánicas como el "desgaste de los objetos". Hay teorías fundamentalistas que explican la senectud y la tratan como propiedad inherente a la materia viva entera, o de las células de los metazoarios, y a ese grupo pertenecen las teorías que asumen la ocurrencia de desgaste celular, de deterioro de los coloides, o de cambios en tejidos específicos como serían el nervioso, endocrino, vascular o conectivo.¹⁹ Hay otro grupo de teorías epifenomenalistas que relacionan la vejez a sistemas o condiciones fisiológicas particulares y abarcan: la teoría tóxica debida a productos de las bacterias intestinales; la que supone la acumulación gradual de metabolitos y las que

atribuyen la senectud a los efectos de la gravedad, de los rayos cósmicos, de la oxidación y a la acumulación de agua pesada, etc. Las teorías que han tenido mayor repercusión en los medios científicos actuales, estimulando un serio trabajo experimental, han sido las siguientes. La teoría de las mutaciones somáticas, propuesta por el físico Szilard²⁰ y perfeccionada por Orgel,²¹ sugiere que el envejecimiento se debe a la acumulación gradual y progresiva de mutaciones de la molécula de ADN. El material genético es ADN, molécula que se autoduplica y tal proceso no necesariamente perfecto. Al dividirse las células, o al ser leída la información en células que no se dividen, procedente de moléculas informadoras, puede esperarse que haya una acumulación progresiva de errores. Pasaría algo así como las imágenes borrosas que son de esperar cuando se sacan fotografías de fotografías. La copia de la copia de la copia se vuelve cada vez más borrosa. Los errores serían cambios en las características químicas de ADN, que serían acumulativos.

*La teoría del número finito de divisiones celulares de Hayflick.*²² Los estudios de Alexis Carrell, que fue pionero en el cultivo de tejidos, hicieron creer que las células animales, liberadas de las influencias reguladoras del organismo intacto, podían perpetuarse indefinidamente, y eran inmortales. Hayflick demostró que la observación de Carrell fue errónea. Las células se dividen por un número finito de generaciones en cultivos de tejidos; las células fetales humanas se dividen unas 50 veces antes de morir y las células adultas, 20 veces. Los mismos organismos unicelulares que se creían inmortales, si se dividen asexualmente y se impide que tengan algún intercambio genético, no pueden proliferar indefinidamente.²³ Sólo las células cancerosas parecen ser capaces de vivir eternamente en cultivos de tejidos. Así tenemos que la cepa "HeLa", que se originó en un cáncer cervical, persistía viva después de un lapso de 21 años. De acuerdo con la teoría de Hayflick existiría una especie de "reloj", situado probablemente en el núcleo celular, que dictaría la capacidad celular de dividirse.

La teoría de los enlaces cruzados. propuesta por Verzar²⁴ propone que, con el paso del tiempo, las moléculas de colágena, que constituyen una importante proporción de las proteínas corporales, se vuelven más y más rígidas debido a la aparición de enlaces cruzados, y este proceso interfiere con el funcionamiento normal de los órganos. La teoría de los enlaces cruzados ha sido extendida a otras proteínas y a las moléculas de ADN. Cuando se forman enlaces cruzados entre las dos hélices de ADN ya no es posible que se separen por medio de los mecanismos normales y el puente establecido interfiere en la producción de ARN, impidiendo a su vez la producción de proteínas vitalmente necesarias que habrían sido producidas por el ARN afectado. Además, los enlaces cruzados impiden que el ADN participe en la

división celular. Los enlaces cruzados pueden ser producidos por muchas sustancias químicas presentes normalmente en las células como productos del metabolismo, y también por contaminantes ambientales.

La teoría inmunológica. Fue Burnet²⁵ el primero en sugerir que el envejecimiento pudiera explicarse por el desarrollo de mutaciones que, al acumularse en los linfocitos, darían lugar a la producción de clonas que ignorarían la prohibición existente para producir anticuerpos dirigidos contra los propios constituyentes del cuerpo. Otra teoría, la de los radicales libres,²⁶ consiste en la sugerencia de que las radiaciones ionizantes dan lugar a la formación de radicales libres, librados de las grasas no saturadas; estos radicales tienen tendencia a enlazarse fuertemente con las macromoléculas, causando un efecto perjudicial acumulativo en las membranas celulares y en las moléculas de ADN y ARN. Los cambios en el contenido de radicales libres de los tejidos, darían lugar al desarrollo de diversos procesos patológicos, incluyendo los neoplásicos.

De acuerdo con *la teoría del marcapaso cibernético*, el sistema neuroendocrino, sería el marcapaso de los procesos fisiológicos relacionados con el envejecimiento¹⁹ y tendría su centro en el hipotálamo. Las monoaminas del sistema nervioso central tendrían una participación importante como sustrato de la modulación endocrina del proceso del envejecimiento. Los niveles de dopamina cerebral disminuyen con los años y, al mismo tiempo, cambios ligados a la edad en las concentraciones de catecolaminas cerebrales pudieran desencadenar la serie de eventos que terminarían por alterar las funciones de las células, para las cuales las catecolaminas funcionarían como verdaderos marcapasos.

En nuestra opinión, las numerosas teorías que han sido mencionadas, y muchas más, pueden ser intentos más o menos acertados de explicar los *mecanismos* del envejecimiento y la muerte de los seres vivos, pero no su causa esencial. Toda la evidencia está a favor de la idea de que la causa está determinada genéticamente para cada especie. La duración de la vida de cada especie, debe entenderse en función de su biología total. El tiempo que necesita para alcanzar la madurez; el que necesita para proteger a su progenie hasta que ésta también llega a la madurez; el número de individuos que nacen y el de los que son destruidos; la cuenta final, más o menos fija, de los individuos de la especie. La localización del "cronómetro fisiológico" permanece en el misterio y no sabemos si está en todas las células, o si existe un centro efector, quizá neurohumoral, y posiblemente hipotalámico que, obediendo instrucciones genéticas, gobierna la duración de la vida hasta el final. A este propósito, Comfort¹ propone un modelo jerárquico, en el que se aplicaría la teoría de sistemas y en el cual los elementos del "reloj biológico" estarían localizados en las principa-

les áreas cibernéticas del cuerpo: cerebro y cromatina. La determinación de la duración de la vida pudiera compararse, según este modelo, a un vehículo espacial diseñado especialmente para volar hasta las cercanías del planeta Marte y obtener información sobre dicho planeta. En dicho vehículo sus componentes tienen "períodos de vida" individuales y están sujetos a procesos de deterioro, con o sin renovación parcial, pero con durabilidad previamente escogida para garantizar que su misión se cumpla. El sistema gozaría de un mecanismo homeostático, constituido por una computadora que realizaría un monitoreo de los subsistemas, corregiría las fallas y podría activar circuitos de reserva cuando fuesen necesarios. La duración de la vida de esa máquina ya no dependerá de un componente o subsistema, sino del programa homeostático total. La información de que disponemos hace atractiva la hipótesis de que el proceso de envejecimiento de los seres vivos sea análogo a este modelo programado, el cual necesariamente se encontraría integrado a tamaño, ritmo de reproducción y dinámica de población de cada especie. Habría, al mismo tiempo, procesos "abiertos", tales como el agotamiento clonal, los cuales, aún encontrándose bajo el control parcial de un hipotético reloj, pudieran causar eventualmente la muerte del organismo, y habría probablemente otros procesos, tales como el daño causado por las radiaciones, independientes del "reloj", que también pudieran ser fatales.

Hasta el momento actual no se han obtenido resultados prácticos de los esfuerzos encaminados a prolongar la vida humana. Sin embargo vale la pena mencionar, de una manera muy somera, casi enumerando solamente, algunos de los resultados obtenidos mediante la experimentación científica.

1. La restricción dietética, en roedores jóvenes aumenta la duración de sus vidas y, además, reduce la incidencia de tumores, de obesidad y de fenómenos autoinmunes. Los estudios pioneros de McCay²⁷ han sido confirmados por nuevos experimentos.
2. La dehidroepiandrosterona, es el esteroide circulante de más importancia por su concentración en el organismo humano; procede de las glándulas suprarrenales, alcanza su máxima concentración a la edad de 20 años y luego empieza a declinar. El hecho de que está ausente en las personas de edad avanzada y que prolonga la vida de ratones experimentales ha hecho pensar que pudiera ser una hormona relacionada con el envejecimiento.⁴
3. La timosina, hormona extraída del timo, quizá controla la respuesta inmune del organismo y también disminuye en las gentes de edad mayor; está siendo sometida a estudios por su acción inmunoestimulante en pacientes con cáncer avanzado, lupus, artritis reumatoide y estados de inmunodeficiencia.²⁸

4. La vitamina Q10, Coenzima Q, o ubiquinona, es un factor que participa en la respiración tisular y disminuye con el avance de la edad cronológica en el humano; administrada a ratones viejos, les restaura su respuesta inmune y aumenta su supervivencia y su longevidad.²⁹
5. Denkla cree haber encontrado en la glándula pituitaria una hormona o familia de hormonas que, pasada la pubertad, inicia y sostiene el proceso del envejecimiento; ha extirpado quirúrgicamente las pituitarias de ratas envejecidas, suprimiendo así la putativa "hormona de la muerte" y les restaura su aspecto juvenil y su vigor. Denkla tiene la esperanza de encontrar un anticuerpo o droga que pueda bloquear los efectos de la hormona sin necesidad de extirpar la glándula pituitaria.²⁸
6. El contenido de dopamina del putamen y el núcleo caudado disminuye considerablemente con la edad; de igual manera disminuye la actividad de la colina-acetil transferasa, la enzima encargada de la síntesis de acetil-colina en el área donde es producida en cantidad máxima la proyección septohipocámpica. Esto se ha relacionado con la demencia senil y la enfermedad de Alzheimer. Se ha sugerido la posibilidad de corregir estos defectos mediante el trasplante de neuronas fetales a las regiones lesionadas del sistema nervioso central. Neuronas dopaminérgicas obtenidas de la sustancia nigra fetal crecen y aparentemente hacen sinapsis funcionales cuando son trasplantadas al cuerpo estriado de animales adultos cuya proyección nigroestriada fue previamente lesionada.
7. Una forma de contrarrestar el envejecimiento causado por los radicales libres es el uso de antioxidantes. La centofenoxina, derivada del dimetilaminoetanol, aumenta la duración de la vida en ratones. Se ha usado en Europa para mejorar la función cerebral en pacientes seniles. También la vitamina E confiere protección por su acción antioxidante.²⁸
8. Se está intentando aislar bacterias del suelo que contienen enzimas capaces de desunir los enlaces transversos, a los que se ha atribuido un importante papel etiológico en el envejecimiento.²⁸

Consecuencias sociales

Es posible que nos estemos aproximando al momento en que los esfuerzos de los gerontólogos cristalicen en un resultado positivo, por lo que vale la pena especular sobre sus consecuencias probables con objeto de estar mejor preparados para prevenir algunos de los errores y abusos que pudiesen resultar. Si pudiésemos alargar nuestras vidas, los efectos sociales dependerían de la magnitud del aumento y, sobre todo, de

qué parte del ciclo vital es la que se prolongue. Si el resultado fuese el alargamiento de la ancianidad, los esfuerzos de los gerontólogos merecerían el escepticismo que tan a menudo se expresa acerca del problema de la prolongación de la vida. Pero eso es, precisamente, lo que la gerontología trata de evitar. Lo que busca primariamente es prolongar el vigor de la edad adulta, sin aumento, o sólo con un pequeño aumento, de las dos fases de la infancia y de la ancianidad. En ese caso los beneficios para la humanidad podrían ser grandes. Recuérdese que gastamos entre un tercio y la mitad de nuestra vida potencial en actividades de educación y entrenamiento para volvernos productivos y que cuando apenas hemos alcanzado la cima de nuestra experiencia y habilidad somos eliminados por la muerte o la invalidez. Quizá pudiese solamente alargarse el período de vigor propio de la edad adulta, sin aumentar la duración de la vida. Se produciría una curva de sobrevivencia casi rectangular y, al acercarse el siglo de vida, como lo quería Boerhaave y como ocurría con los personajes ficticios de Huxley en *Un Mundo Feliz*, "sin enfermedad ni dolor el alma y el cuerpo partirían compañía".

Comentario final

En estos tiempos de anomia moral de la civilización moderna, de colapso de los valores humanos, de violencia ciega, de inminencia de guerra nuclear y de cataclismos ecológicos, económicos y sociales, ¿se justifica acaso la preocupación de los sabios por alargar la vida humana? ¿No se parecen acaso a aquéllos a quienes sorprendió la caída de Bizancio encerrados en una torre discutiendo sobre la naturaleza de la luz del monte Tabor? Antójase que la preocupación por prolongar la duración de la vida humana (a diferencia de la preocupación legítima por aumentar la expectativa de la vida humana) no es una actividad prioritaria. Urge encontrar un para qué a la vida humana, hallarle un sentido, antes que aumentar su duración cronológica. Hay que dar más vida a los años, no más años de vida. Y además, como dice Dubos, "debemos reconsiderar la prudencia de emplear la longevidad individual como criterio dominante de ética social y médica. Debemos estar dispuestos a reconocer que preocuparse demasiado por la seguridad, la comodidad y la evitación del dolor y del esfuerzo, es cosa que tiene peligrosas implicaciones económicas y biológicas. Semejante preocupación puede de hecho equivaler al suicidio social y racial, a menos que descubramos métodos para producir un nivel más elevado de capacidad de adaptación en el individuo y para evitar el deterioro genético de la especie. Lo más probable es que con el tiempo cada vez más individuos tengan que correr frenéticamente de una medida protectora o paliativa

a otra, procurando prolongar la vida a costa de sacrificar su totalidad y muchos de sus valores”.

“En la medicina, como en otras empresas sociales, el bienestar a largo plazo de los individuos y de la comunidad hacen que muchas veces sea recomendable olvidar alguna de las comunidades y algunos de los placeres inmediatos, en aras del porvenir. Hacer demasiado hincapié en la evitación del esfuerzo y del dolor es una actitud llena de peligros para el individuo y más aun para la sociedad. La filosofía médica trasciende a alto nivel los problemas que plantea la atención del paciente enfermo y debe tomar en consideración el significado filosófico de la existencia humana. Si aceptamos que el individuo no es más que un eslabón de la larga carrera de la aventura humana y que la continuidad de la vida humana cae bajo nuestra responsabilidad colectiva, es erróneo arriesgar el porvenir del grupo por el bienestar de hoy. La medicina es una de las formas supremas de filosofía social, porque está obligada a ver más allá del paciente y a la humanidad como un todo. Mientras más efectiva se torne, gracias al conocimiento científico, más deberá ocuparse de las consecuencias a largo plazo de sus prácticas, para las futuras generaciones”.¹¹

16. Ettinger, R.: *The prospect of immortality*. Doubleday. 1964.
17. Metchnikoff: *Etudes sur la nature humaine. Essai de philosophie optimiste*. 2a. ed. Paris. 1904.
18. Weissmann: *Essais sur l'hérédité et la sélection naturelle*. 1892. En: Comfort A. *Op. cit.* en I.
19. Finch, C.E.: *Neural and endocrine mechanisms of aging*. En: Schimke, R.T. ed. *Biological mechanisms in aging*. Conference proceedings. Natl. Inst. of Aging. NIH Publication Núm. 81-2194, Bethesda, Md. 1981.
20. Szilard, L.: *On the nature of the aging process*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1959; 45:30.
21. Orgel, L.E.: *The maintenance of the accuracy of protein synthesis and its relevance to aging*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1970; 67:1476.
22. Hayflick, L.: *Human cells and aging*. Sci. Amer. 1968; 218:32.
23. Handler, P.: *Biology and the future of man*. Nueva York. Oxford. U. Press. 1976. p. 709.
24. Verzar, F.: *Intrinsic and extrinsic factors of molecular aging*. Exp. Gerontol. 1963; 3:69.
25. Burnet, F.M.: *Immunological approach to aging*. Lancet 1970; 2:858.
26. Harmand, D.: *Prolongation of the normal life span and inhibition of spontaneous cancer by antioxidants*. J. Gerontol. 1961; 16:247.
27. Mc Cay, C.M. En: Lansing, A.I. ed. *Cowdry's Problems of aging*. Baltimore. Williams and Wilkins Co. 1952.
28. Schimke, R.T. ed.: *Biological mechanisms in aging*. Conference proceedings. National Institute of Aging. NIH publication Núm. 81-2194. Bethesda, Md. 1981.
29. Heller, J.H.: *Disease, the host defense and Q-10*. Percept. Biol. Med. 1973; 16:181.

REFERENCIAS

1. Comfort, A.: *The biology of senescence*. 3a. ed. Edinburgo, Londres. Churchill-Livingstone. 1979.
2. Resoluciones de la Asamblea Mundial sobre Envejecimiento. Agosto 6 de 1982.
3. Beck, J.R.; Kassirer, J.P., y Pauker, S.G.: *A convenient approximation of life expectancy (The DEALE). Validation*. Am. J. Med. 1982; 73:883.
4. Kurtzman, J., y Gordon, P.: *Homo longevus. La prolongación de la vida humana*. 3a. ed. México. Lasser Press. 1982.
5. Goldman, R.: *Aging and geriatric medicine*. En: Beeson, P.B., McDermott, W., y Wyngaarden, J.B. eds. *Cecil's Textbook of Medicine*. 15a. ed. Filadelfia. W.B. Saunders, 1979. p. 27.
6. Tsai, S.P.; Lee, E.S., y Kautz, J.A.: *Changes in life expectancy in the USA due to declines in mortality*. Am. J. Epidemiol. 1982; 116:376.
7. Gunderson, P.D.: *How long can we expect to live*. Minn. Med., 1982; 65:949.
8. Soberón, G.: *Hacia un sistema nacional de salud*. México. UNAM. 1983.
9. Gwatkin, D.R., y Brandel, S.K.: *Life expectancy and population growth in the III world*. Sci. Amer. 1982; 246:57.
10. Besancon: *Los días del hombre*. Buenos Aires. Dédalo. Sin fecha.
11. Dubos, R.: *Los sueños de la razón*. México. Breviarios. Fondo de Cultura Económica. 1967.
12. Brachfeld, N. En: Cesarman, E.: *Hombre y entropía*. México. Pax. 1974. p. 510.
13. Strumpf, B. En: Lammy, P.P.: *Prescribing for the elderly*. Littleton, Massachusetts. PSG Publishing Co. 1980.
14. Fries, J.F.: *Life expectancy increases, but the life span is fixed*. Am. J. Public. Health 1982; 72:91.
15. Warthin. En: Comfort, A. *Op. cit.* en I.