

L 4 DE 19 / N. 33

Jean Bourgeois-Pichat

# NUEVAS FRONTERAS DE LA DEMOGRAFIA



CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA

11

11

11



LC/ DEM/ G.33  
Octubre de 1985

Esta publicación ha sido posible gracias a la cooperación financiera del Programa de Cooperación entre el Gobierno de Francia (Instituto Internacional de Administración Pública, IIAP) y CEPAL/ILPES/CELADE.

**NUEVAS FRONTERAS DE LA DEMOGRAFIA**

**CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA  
CELADE**

Edificio Naciones Unidas  
Avenida Dag Hammarskjold  
Casilla 91. Santiago, Chile

Apartado Postal 5249  
San José, Costa Rica  
P.O. Box 1113  
Puerto España, Trinidad y Tabago

Casilla de Correo 4191  
1000 Buenos Aires, Argentina

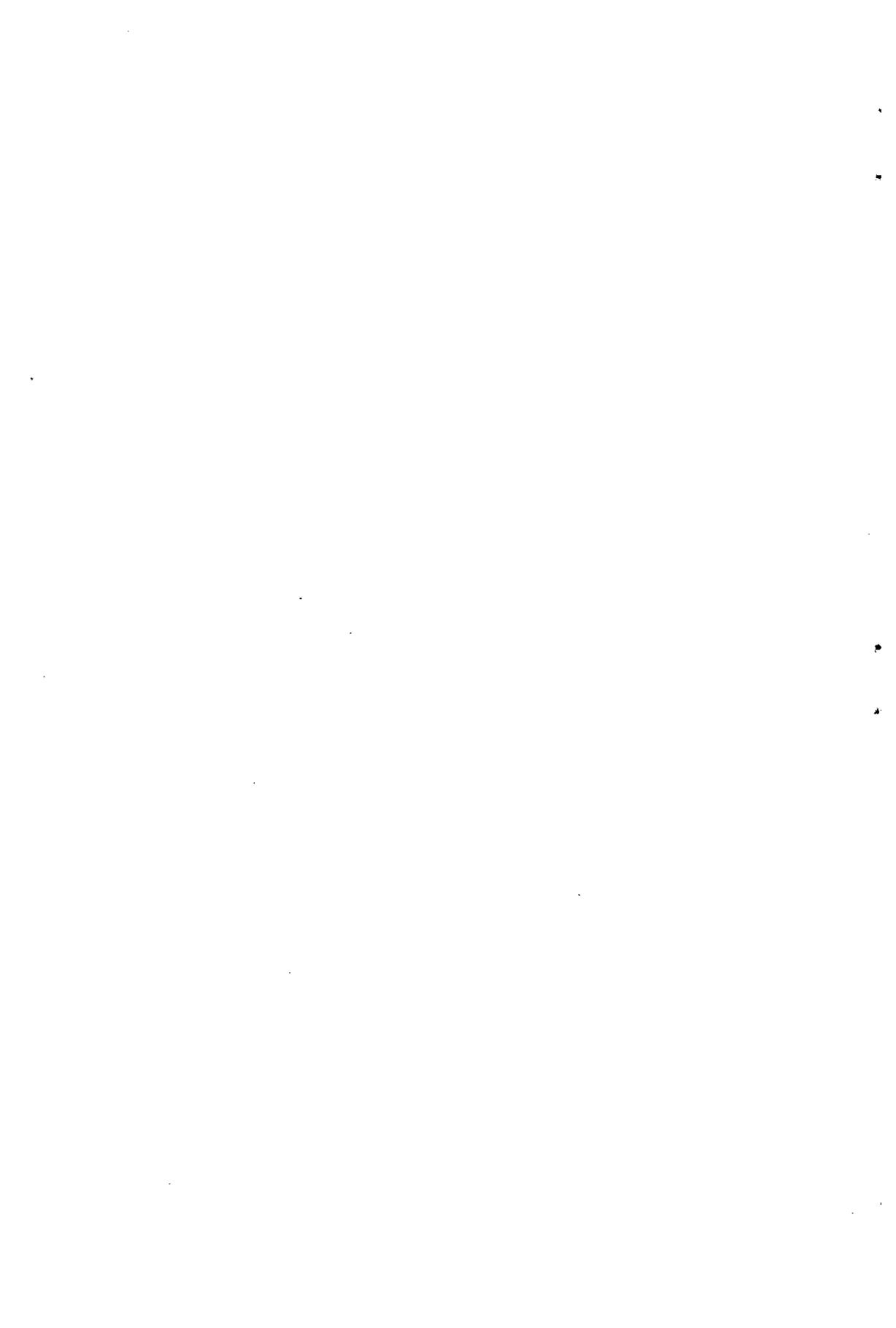
Las opiniones y datos que figuran en este trabajo son responsabilidad de su autor, sin que el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE) sea necesariamente participe de ellos.

Jean Bourgeois-Pichat

NUEVAS FRONTERAS  
DE LA DEMOGRAFIA



CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA

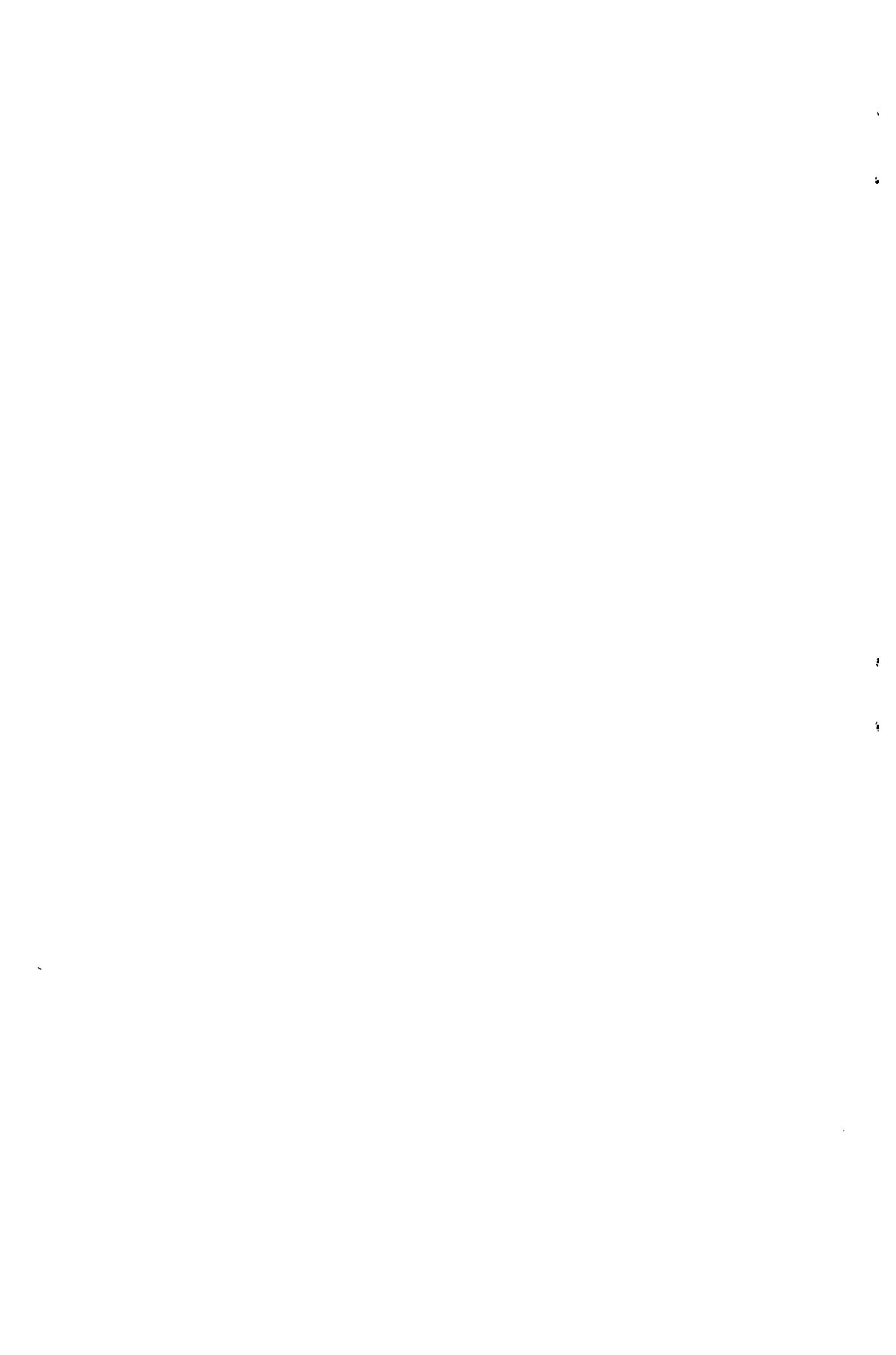


# I N D I C E

Prólogo .....	19
<b>I. EVOLUCION DE LA MORTALIDAD EN PAISES DESARROLLADOS . .</b>	<b>23</b>
1. Necesidad de una metodología de cálculo aproximado de la esperanza de vida al nacer .....	25
2. Principios del método .....	25
3. Refinando el método .....	29
4. Un ejemplo: Japón, país que publica una serie anual de esperanzas de vida al nacer .....	35
5. Otro ejemplo: Polonia, país que publica la esperanza de vida al nacer para ciertos períodos .....	37
6. Un tercer ejemplo: URSS .....	37
7. Un ejemplo final: Chile .....	42
8. Los resultados: (a) mortalidad infantil .....	42
9. Los resultados: (b) esperanza de vida a la edad uno .....	49
10. Mortalidad masculina y femenina .....	53
11. Un resumen: la esperanza de vida a la edad treinta .....	57
12. Las causas de muerte .....	60
Comentarios .....	61
Bibliografía .....	65
<b>II. NUEVOS AVANCES TECNOLOGICOS PARA EXTENDER LA VIDA HUMANA .....</b>	<b>67</b>
1. Esperanza de vida, vida media, duración máxima de la vida .....	69
2. Los seis campos de investigación en gerontología .....	71
3. De un paradigma a otro .....	72
4. El paradigma de Newton: El hombre es expulsado del universo .....	73
5. El nuevo paradigma de la mecánica del Quantum: El hombre se reintegra al universo .....	74
6. Volviendo al envejecimiento. El paradigma de Carrel: Inmortalidad de la célula .....	75
7. El paradigma de Hayflick: La célula es mortal .....	75
8. Reparación del ADN .....	76
9. Agentes de encadenamiento cruzado y radical libre .....	76
10. Represión y expresión de los genes .....	77
11. El reloj central .....	78
12. El sistema inmunológico .....	78
13. Subnutrición sin malnutrición .....	79
14. Disminución de la temperatura del cuerpo .....	80
15. Desde la actualidad hasta el año 2000 .....	80
16. Más allá del año 2000 .....	82
17. Una nueva sociedad para el siglo XXI: Del Homo Sapiens Nº 1 al Homo Sapiens Nº 2 .....	84

18. Consecuencias en la población mundial . . . . .	87
Bibliografía . . . . .	88
<b>III. PROBLEMAS RELATIVOS AL FINANCIAMIENTO DE LOS FONDOS DE JUBILACIONES . . . . .</b>	<b>89</b>
1. Los dos sistemas de distribución . . . . .	91
2. Modelo Nº 1 de jubilación . . . . .	91
3. Modelo Nº 2 de jubilación . . . . .	93
4. Sistema colectivo por capitalización . . . . .	95
5. El sistema colectivo en una serie de poblaciones estables . . . . .	97
6. Capitalización versus distribución . . . . .	99
7. Regreso a la hipótesis básica . . . . .	101
8. Un sistema mixto: capitalización y distribución ("pay as you go") . . . . .	101
9. El sistema mixto: un ejemplo concreto . . . . .	102
10. Influencia de la tasa de interés . . . . .	104
11. Influencia del nivel de fecundidad . . . . .	104
Comentarios . . . . .	107
Bibliografía . . . . .	109
<b>IV. EL LIMITE BIOLÓGICO DE LA VIDA HUMANA . . . . .</b>	<b>111</b>
1. Mortalidad biológica según los datos de Noruega en 1949 . . . . .	113
2. Mortalidad biológica según los datos de Noruega en 1973 . . . . .	114
3. Aumento de la mortalidad endógena en países desarrollados (1952-1976) . . . . .	114
4. Inversión de la tendencia de la mortalidad masculina debida a enfermedades cardiovasculares después de 1976 . . . . .	119
5. La excepción de Europa Oriental . . . . .	119
6. Mortalidad masculina debida a neoplasmas en países desarrollados: un posible viraje hacia el descenso . . . . .	119
7. La mortalidad endógena femenina . . . . .	120
8. Mortalidad biológica de acuerdo con los datos de 1981 . . . . .	121
9. Proyecciones a corto y a largo plazo . . . . .	122
10. La transición demográfica: el paradigma de las proyecciones de las Naciones Unidas . . . . .	123
11. La próxima transición demográfica . . . . .	123
12. Opiniones de la profesión médica . . . . .	124
13. Un posible panorama del descenso de la mortalidad endógena hasta el año 2000 . . . . .	126
14. Un nuevo paradigma para las proyecciones de población de las Naciones Unidas . . . . .	132
Bibliografía . . . . .	133
<b>V. ENERGIA Y POBLACION . . . . .</b>	<b>135</b>
1. Industrialización . . . . .	137
2. Urbanización . . . . .	140
3. La razón producto/insumo en la agricultura . . . . .	142
4. La declinación de la razón producto/insumo en la agricultura . . . . .	144
5. La razón producto/insumo en una agricultura desarrollada . . . . .	146
6. Agricultura sin tierra . . . . .	147
Comentarios sobre las conferencias IV y V . . . . .	149
Bibliografía . . . . .	151

VI LA ECUACION FUNDAMENTAL DE LA DINAMICA DE LA POBLACION .....	153
Bibliografía .....	163



## INDICE DE CUADROS

<b>I. EVOLUCION DE LA MORTALIDAD EN PAISES DESARROLLADOS</b>	
1. Clasificación de los países industrializados de acuerdo con la información publicada sobre esperanza de vida al nacer .....	26
2. Valores del cociente	
$k = \frac{m^1_c}{m^1}$	
como función de la proporción $v$ de personas de 65 y más años. (Curva ajustada en el gráfico 1). .....	30
3. Relaciones entre la tasa de mortalidad a la edad 1 y más ( $m^1_c$ ) y la esperanza de vida a la edad 1 (línea de regresión del gráfico 2) .....	31
4. Cambios en la mortalidad de Japón .....	36
5. Cambios en la mortalidad de Polonia, 1960-1981 .....	38
6. Polonia: Comparación entre las esperanzas de vida al nacer calculadas (cuadro 5) y las observadas para períodos seleccionados .....	39
7. URSS: Tendencia en la tasa de mortalidad de las edades 0-4 y en la tasa de mortalidad infantil (por mil) .....	40
8. Cambios en la mortalidad de la URSS, 1960-1981 .....	41
9. URSS: Comparación de la esperanza de vida al nacer calculada (cuadro 8) y observada .....	42
10. Cambios en la mortalidad de Chile, 1960-1980 .....	43
10-A Chile: Comparación de la esperanza de vida al nacer calculada (cuadro 10) y observada .....	44
11. Diferencia entre la esperanza de vida a la edad uno y la esperanza de vida al nacer ( $e^1_c - e^0_c$ ) en años y décimas de año, 1960-1981 .....	46
12. Efectos de la desaparición de la mortalidad infantil sobre la esperanza de vida al nacer (años y décimas de año) .....	48
13. Efecto de la desaparición de la mortalidad infantil sobre la esperanza de vida al nacer (años y décimas de año). América Latina .....	50
14. Esperanza de vida a la edad uno de 1960 a 1981 (o 1980) .....	52 53
15. Ganancias o pérdidas (-) de la esperanza de vida a edades seleccionadas para tres períodos: 1950-1960; 1960-1970; 1970-1980 .....	56 57
16. Evolución de la esperanza de vida a la edad treinta entre 1960 y 1980 (en años y décimas de año). Europa .....	60
17. Esperanza de vida a la edad treinta entre 1950-1955 y 1975-1980 (en años y décimas de año). América Latina .....	61
18. Esperanza de vida a la edad uno (en años y décimas de año), 1975-1980. América Latina .....	64
<b>II. NUEVOS AVANCES TECNOLOGICOS PARA EXTENDER LA VIDA HUMANA</b>	
1. Máximo de vida verificado para algunos animales .....	70

<b>III.</b>	<b>PROBLEMAS RELATIVOS AL FINANCIAMIENTO DE LOS FONDOS DE JUBILACIONES</b>	
1.	Cálculo del número de años de salario en poder de la caja en un sistema de jubilación por capitalización a suma nula. Cálculos detallados por la tabla modelo de mortalidad femenina de Coale y Demeny (serie Oeste): esperanza de vida al nacer = 77,5 años. Y resultado final sólo para la tabla modelo de mortalidad femenina de Coale y Demeny (serie Oeste): esperanza de vida al nacer = 50 años . . . . .	98
2.	Comparación de las formas de participación en el sistema de jubilaciones, usando la tabla modelo de Coale y Demeny, serie Oeste, sexo femenino, esperanza de vida al nacer = 77,5 años . . . . .	100
<b>IV.</b>	<b>EL LIMITE BIOLOGICO DE LA VIDA HUMANA</b>	
1.	Mujeres de 65 a 74 años. Mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio, 1952-1981 (tasa por cien mil) . . . . .	115
2.	Mujeres de 65 a 74 años. Mortalidad por neoplasmas, 1952-1981. (Tasas por cien mil) . . . . .	116
3.	Hombres de 65 a 74 años. Mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio, 1952-1981. (Tasas por cien mil) . . . . .	117
4.	Hombres de 65 a 74 años. Mortalidad por neoplasmas, 1952-1981. (Tasas por cien mil) . . . . .	118
5.	Mortalidad endógena en 1981 para los cinco países con la mortalidad más baja. (Tasas por millón). Comparación con Noruega en 1973 y 1951 . . . . .	121
6.	Enfermedades que podrían ser vencidas por la medicina entre el presente y el año 2000 . . . . .	125
7.	Efectos estimados de los avances médicos mostrados en el cuadro 6 sobre las tasas de mortalidad masculina en Suecia. (Tasas por millón de habitantes) . . . . .	128
<b>V.</b>	<b>ENERGIA Y POBLACION</b>	
1.	Producción de un trabajador agrícola francés entre 1750 y 1980 . . . . .	137
2.	Consumo de energía en Francia de 1827 a 1981 . . . . .	139
3.	Comparación entre diversas formas de cultivo . . . . .	143
4.	Insumo y producto, en términos de energía, por hectárea de cultivo de maíz . . . . .	144
5.	Agricultura moderna, del portón de la granja a la mesa (maíz y carne vacuna) . . . . .	147
<b>VI.</b>	<b>LA ECUACION FUNDAMENTAL DE LA DINAMICA DE LA POBLACION</b>	
1.	Función de supervivencia de la población femenina de Francia para el año 1978, calculada según la fórmula	
	$r(x, t) dx = e^A$	
	(Se muestra sólo el cálculo hasta la edad 9) . . . . .	158
2.	Cálculo de la función de supervivencia y comparación con la tabla de mortalidad calculada directamente por el INSEE. (Se muestra sólo el cálculo hasta la edad 9) . . . . .	160

## INDICE DE GRAFICOS

<b>I. EVOLUCION DE LA MORTALIDAD EN PAISES DESARROLLADOS</b>		
1.	Relación entre el porcentaje de personas de 65 y más años y el cociente k. Francia, 1975 .....	28
2.	Relación entre la tasa estandarizada de mortalidad para la población de 1 y más años y esperanza de vida a la edad 1. Francia, 1975 (línea de regresión de la ecuación calculada con las cruces) .....	29
3.	Función de supervivencia p (x) .....	33
4.	URSS: Esperanza de vida al nacer calculada, observada y ajustada, 1958-1981 .....	40
5.	Chile: Esperanza de vida al nacer calculada, observada y ajustada, 1960-1980 .....	44
6.	Diferencia entre la esperanza de vida a la edad 1 y la esperanza de vida al nacer ( $e_1^o - e_0^o$ ) en años y décimas de año, 1960-1980 .....	49
7.	Esperanza de vida a la edad 1 en los países industrializados, 1960-1981 ..	51
8.	Distribución de 35 países industrializados, según la esperanza de vida a la edad 1 en 1965 y 1980 .....	52
9.	Esperanza de vida a la edad 1 en Europa y Japón, 1960-1981 .....	53
10.	Esperanza de vida a la edad 1 en Europa del Este y URSS, 1960-1981 ..	54
11-A y 11-B	Ganancias y pérdidas en esperanzas de vida (en años) a diferentes edades. Hombres, 1950-1960, 1960-1970 y 1970-1980 .....	55
12-A y 12-B	Ganancias y pérdidas en esperanza de vida (en años) a diferentes edades. Mujeres, 1950-1960, 1960-1970 y 1970-1980 .....	58
13.	Hombres. Tasas comparativas de mortalidad de 60-69 años por enfermedades cardiovasculares 1969 a 1977 .....	62
14-A y 14-B	Efecto de usar una población estándar diferente .....	63
<b>II. NUEVOS AVANCES TECNOLOGICOS PARA EXTENDER LA VIDA HUMANA</b>		
1.	Límite máximo de vida en el hombre y sus ancestros .....	70
2.	La extensión de la vida como una función de reparación del ADN .....	77
3.	Curva de supervivencia para animales sujetos a subnutrición sin malnutrición .....	79
4.	Supervivencia con y sin uso de antioxidantes .....	81
5.	Supervivencia con subalimentación .....	81

6.	Relación entre la presencia de "productos depuradores" en el cuerpo y el límite máximo de vida . . . . .	83
7.	Estructura hipotética por edad de una población con un límite máximo de vida de 200 años . . . . .	85
8.	Evolución de los status y roles individuales por efecto de la edad . . . . .	85
9.	Comparación de límites de vida presentes y futuros . . . . .	86

### III. PROBLEMAS RELATIVOS AL FINANCIAMIENTO DE LOS FONDOS DE JUBILACIONES

1.	Población estacionaria por grandes grupos de edades . . . . .	92
2.	Comparación de funciones de supervivencia . . . . .	96
3.	Suma en poder de la caja de jubilaciones en un sistema por capitalización a suma nula para siete tasas de interés en la serie oeste de poblaciones estables femeninas de Coale-Demeny (Esperanza de vida al nacer = 77,5 años) . . . . .	99
4.	Cotización individual y porcentaje del capital disponible en poder del sistema, en función del tiempo de pasaje a un sistema de distribución . . . . .	103
5.	Cotización individual y porcentaje del capital disponible en poder del sistema, en función del tiempo de pasaje a un sistema de distribución y de la tasa de interés ( $r$ ) . . . . .	105
6.	Cotización individual y porcentaje de capital disponible en poder del sistema, en función del tiempo de pasaje a un sistema de distribución y de la tasa de interés ( $r$ ), pero con una tasa de reproducción igual a 2. . . . .	106

### IV. EL LIMITE BIOLÓGICO DE LA VIDA HUMANA

1.	Hombres de 65 a 74 años (1970-1980). Mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio (tasas por millón) . . . . .	120
2.	Gráfico de interpolación para calcular los efectos del control del envejecimiento sobre las tasas de mortalidad masculina de los grupos de edad de 65 y más en Suecia . . . . .	127
3.	Comparación entre las hipótesis respecto al control del envejecimiento y la mortalidad por envejecimiento observada en Japón . . . . .	130
4.	Esperanza de vida al nacer en Suecia y Chile, hombres: datos observados (1950-1975), proyecciones de Naciones Unidas y logros del cuadro 7 . . . . .	131

### V. ENERGÍA Y POBLACION

#### Mapa

1.	Consumo final de energía en el mundo en 1976 (kgs. per cápita de carbón equivalente) . . . . .	138
----	--	-----

#### Gráfico

1.	Población económicamente activa en Francia y México: comparación con Estados Unidos en 1978 . . . . .	140
2.	Urbanización en Europa y México . . . . .	141
3.	Índices de energía para varias fuentes de alimentos puestos en la puerta de la granja o en el puerto . . . . .	145

VI. LA ECUACION FUNDAMENTAL DE LA DINAMICA DE LA POBLACION

1. Francia, población femenina. Función de supervivencia del año 1978, calculada por la fórmula

$$p(a, t) = \frac{N(a, t)}{B(t)} e^{-\int_0^a r(x, t) dx}$$

2. Francia, población femenina. Función de supervivencia del año 1978 calculada por la fórmula . . . . . 159
3. Francia, población femenina. Función de supervivencia del año 1978 calculada por la fórmula . . . . . 161
4. México, población femenina. Función de supervivencia para el período 1960-1970 . . . . . 162



## LISTA DE PARTICIPANTES

**ANA CABRE**

**DIRECTORA**

Centro de Estudios Demográficos  
Universidad Autónoma de Barcelona  
Pomaret 21  
Barcelona 0817  
*España*

**NELSON ESCALONA**  
Oficina Central de Estadísticas e  
Informática  
Edificio Fundación La Salle  
Av. Bocayá, Maripérez  
Caracas  
*Venezuela*

**YOLANDA CESPEDES**

Instituto Nacional de Estadísticas  
Av. 28 de Julio 1056  
Lima  
*Perú*

**ARQUIMEDES LOPEZ**  
Secretaría Técnica de Planificación  
Iturbe 175  
Asunción  
*Paraguay*

**MONICA CORREA**

**JEFA DEPARTAMENTO ESTADISTICAS  
DEMOGRAFICAS**  
Instituto Nacional de Estadísticas  
Av. Bulnes 418  
Santiago  
*Chile*

**HECTOR MALDONADO**  
Departamento Administrativo Nacional  
de Estadística  
Apartado Aéreo 80043  
Bogotá, D.E.  
*Colombia*

**ANA MARIA DAMONTE**

Dirección General de Estadística y Censos  
Cuareim 2052  
Montevideo  
*Uruguay*

**VICTOR MEZZA**  
**JEFE OFICINA SECTORIAL  
DE ESTADISTICAS LABORALES**  
Ministerio del Trabajo  
Mercado esquina Yanacocha  
La Paz  
*Bolivia*

**CARLOS EUGENIO DE CARVALHO**  
**COORDINADOR GRUPO ESPECIAL  
DE ANALISIS DEMOGRAFICO**  
Sistema Estadual de Analise de Dados  
Av. Casper Líbero 464  
San Pablo, S.P.  
*Brasil*

**MANUEL ORDORICA**  
**DIRECTOR DE ANALISIS DEMOGRAFICO**  
Consejo Nacional de Población  
Circular de Morelia Nº 8  
México 7, D.F.  
*México*

**FRESIA DONOSO**  
**JEFA REGIONAL**  
Instituto Nacional de Estadísticas  
Concepción  
*Chile*

**LUIS ORTIZ**  
Grupo Especial de Análisis  
Demográfico  
Av. Casper Líbero 464  
San Pablo, S.P.  
*Brasil*

**EDITH PANTELIDES**  
Centro de Estudios de Población  
Casilla 4397  
Correo Central  
1000 Buenos Aires  
*Argentina*

**MAGDA RUIZ**  
SECCION DE ESTADISTICA  
Instituto Nacional de Salud  
Av. El Dorado con Carrera 50, Zona 6  
Bogotá D.E.  
*Colombia*

**ODETTE TACLA**  
JEFA DE GEOGRAFIA Y CENSOS  
Instituto Nacional de Estadísticas  
Av. Bulnes 418  
Santiago  
*Chile*

### **CELADE**

Oscar Julián Bardeci, Director  
Guillermo A. Macció, Director Adjunto  
Antonio Ortega, Jefe Subsede

Carmen Arretx  
Albino Bocaz  
Iris Corbalán  
Juan Chackiel  
Juan Carlos González  
José Miguel Guzmán

Oscar Moya  
Hernán Orellana  
César Peláez  
José Miguel Pujol  
Nora Ruedi  
Herman Schrotten

Amelia Mérida – Becaria CELADE

### **ALUMNOS PROGRAMA MAESTRIA CELADE**

1983 – 1984

Julián Antezana, Perú  
Zenón Ceballos, República Dominicana  
Genara Duarte, Paraguay  
José Escobedo, Perú  
Estela María García, Argentina  
Victor García, México  
Ana María Gomes-Saraiva, Brasil  
Jesús Herrera, Bolivia  
Diego López, Venezuela  
Isbelia Lugo, Venezuela  
Sonia Mychaszula, Argentina  
Juan Carlos Pérez, Chile  
José Marcos Pintos, Brasil  
Jorge Reyes, Perú  
Coilo Saint-Louis, Haití

### **INVITADOS ESPECIALES**

Juan Carlos Elizaga  
Jorge L. Somoza

## PROLOGO

La historia de esta obra es bastante singular; para empezar habría que decir que en su origen no fue escrita sino más bien dicha. En efecto, ella recoge una serie de seis conferencias dictadas por el profesor Jean Bourgeois-Pichat (Francia), presidente del CICRED con ocasión de una nueva visita al CELADE en Santiago de Chile entre el 29 de agosto y el 5 de septiembre de 1984. Los organizadores del encuentro pensaron desde el inicio, que este nuevo Seminario de Especialización —modalidad ya tradicional en el CELADE— era una oportunidad excepcional para incursionar en temas novedosos, en particular sobre asuntos que por distintas vías están contribuyendo a moldear algunas facetas no sólo de la realidad demográfica sino también social, económica y ecológica que se percibe para un horizonte no más allá de unas pocas décadas.

Cada capítulo resume una sesión incluyéndose también una síntesis del diálogo que siguió a la exposición, así como la bibliografía de referencia en torno al asunto tratado. Deliberadamente también se ha mantenido el estilo coloquial con el propósito de reflejar el carácter informal y la fluidez con que se condujeron las sesiones.

Hay que advertir desde el inicio que no se trata de temas absolutamente inéditos o presentados por primera vez; la mayoría de ellos han sido tratados por el propio expositor y por otros autores, lo mismo vale para cuadros, gráficos y esquemas, varios de los cuales forman parte de diferentes publicaciones aparecidas en francés o en inglés.

Así, el Capítulo I es una versión renovada de trabajos anteriores destinados a examinar la evolución y tendencias de la mortalidad en países desarrollados utilizando técnicas propuestas hace ya algún tiempo por el propio Bourgeois-Pichat; el capítulo incluye también algunas aplicaciones a países de América Latina. El segundo se inspira directamente en la obra del Dr. Roy Walford "Maximum Life Span", aún poco conocida entre los lectores de habla hispana. Más allá de la síntesis de algunos capítulos, su inclusión aquí tiene que ver con la contribución que puede hacer este trabajo en la formación de demógrafos, tanto para familiarizarlos con el envejecimiento considerado desde la óptica biológica como para estimular una atención más acuciosa al envejecimiento demográfico y las repercusiones que tendrá más tarde o más temprano, en la modificación de la vida de la sociedad. Sin duda, el grupo abierto de 60 años y más, ó 65 años y más, tratado con bastante superficialidad por la demografía latinoamericana, deberá merecer una atención más detallada en los estudios sobre las tendencias demográficas para los próximos años.

Este capítulo tiene íntima relación con el IV, donde el autor retoma una de sus inquietudes favoritas: el límite biológico de la vida humana. Lo que podría ser la primera parte está dedicada a nuevos hallazgos e interrogantes, examinando la evolución reciente y las tendencias de la mortalidad por sexo y de algunos grupos de causas para los países de Europa, Japón y los Estados Unidos. La segunda parte es, otra vez, un llamado a la reflexión crítica y un estímulo a la ruptura de ciertos moldes más o menos consagrados en la elaboración de proyecciones demográficas. Nos anticipa luego una nueva y muy próxima transición demográfica marcada por cuatro signos sobresalientes: fuerte descenso de la mortalidad, sobre todo en edades avanzadas, severo control de la fecundidad, agricultura sin tierra y abundancia de energía; ciertamente asuntos todos que estimulan una recreación y difusión de ideas en torno a las próximas tendencias demográficas, por ahora perceptibles sólo en los países más económicamente desarrollados.

El Capítulo III retoma un asunto al que también el profesor Bourgeois-Pichat le viene prestando desde hace varios años una considerable atención. El relacionado con el financiamiento de los sistemas de seguridad social o más específicamente de los fondos de jubilaciones. En su examen, vuelve a contraponer los sistemas de reparto con los de capitalización incluyendo, asimismo, regímenes mixtos. Al igual que en sus contribuciones precedentes la atención gira en torno a la viabilidad de algunos de estos sistemas en poblaciones reales.

Como se sabe, este asunto reviste un interés muy actual para algunos países de América Latina, porque en años recientes se han adoptado sistemas de capitalización y el tema, en consecuencia, trasciende las barreras meramente académicas.

Bajo el título de Energía y Población el Capítulo V introduce un tema que para la demografía y sus áreas vecinas había pasado, hasta ahora, prácticamente desapercibido. Como lo señala el autor "no podemos entender qué sucedió en el pasado con las tendencias demográficas, qué está pasando ahora y qué sucederá en el futuro si no tomamos en cuenta este asunto del consumo de energía". Materia novedosa todavía en las ciencias sociales latinoamericanas pese a que, desde los inicios de la década de los años setenta viene recibiendo una atención preferente en los países desarrollados. Más sorprendente aún resulta este vacío cuando queda en evidencia, como el texto lo hace, su íntima asociación con el proceso de urbanización y concentración en grandes ciudades, uno de los signos más distintivos de la evolución de este continente después de la Segunda Guerra Mundial.

La última sesión —muy breve— que se resume en el Capítulo VI está destinada a un asunto muy diferente. Inspirándose en una propuesta original de Preston y Coale, publicada en 1982, nos propone una "relación fundamental de la dinámica de la población". Ecuación que relaciona mortalidad, composición por edad y tasa de crecimiento a diferentes edades, bajo el supuesto de población cerrada. Recurriendo al modelo de población estable, la ecuación se presta para diversas aplicaciones en casos reales.

El lector podrá apreciar que más allá del rigor técnico, creatividad, sentido práctico y fino humor que caracterizan la obra de Bourgeois-Pichat esta nueva contribución se orienta a mostrar algunos perfiles de la sociedad del futuro que ya no está tan lejano. Su propuesta sobre la necesidad de nuevos paradigmas, empezando por el del hombre como tal, constituye, sin duda, un acicate a la reflexión sobre el papel de la demografía dentro del espectro de las ciencias sociales y muy en especial al trabajo creativo del demógrafo, trasponiendo sus rutinas que, a veces, sin proponérselo oprimen su horizonte. De ahí el título, nuevas fronteras, no en el sentido de vallas o cercas, sino de espacios que se abren, de dimensiones destinadas a enriquecer la predicción del hombre que implícita y necesariamente conlleva una proyección cuantitativa.

El Seminario dejó en los participantes un estado de optimismo, de entusiasmo renovado hacia el quehacer demográfico al servicio de una causa, porque de cierta manera el hombre se convirtió en el tema central, pero un hombre que se está moldeando aún. Ese estado se intentó plasmar en la portada, su tono dominante pretende reproducir el de la luz.

La realización del Seminario y la publicación de este volumen ha sido posible gracias al aporte financiero del Gobierno de Francia, a través del Programa de Cooperación con la CEPAL, marcando el inicio de una serie de visitas regulares de profesores franceses al CELADE.

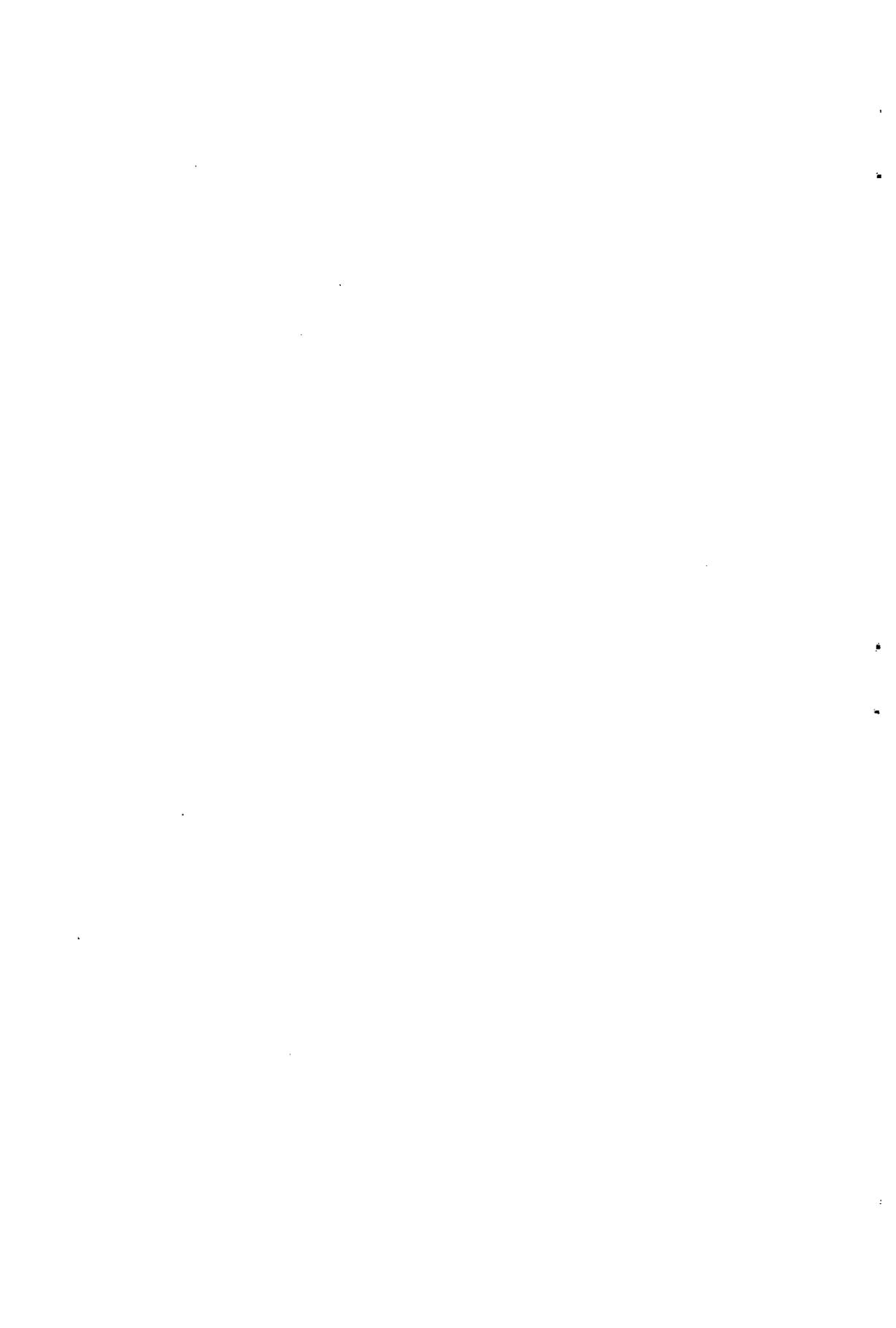
El profesor Jorge L. Somoza (Argentina), siguiendo con otra tradición del Centro, tuvo a su cargo la interpretación consecutiva del inglés al español de las conferencias y comentarios posteriores.

Ana María Damonte (Uruguay), Magda Ruiz (Colombia), Edith Pantelides (Argentina), Manuel Ordorica (México), Fernando Toro (Chile) y Nelson Escalona (Venezuela) redactaron las versiones preliminares de cada sesión a partir de registros magnetofónicos y apuntes tomados en el transcurso de las mismas. Lenka Arriagada (Chile) tuvo a su cargo la composición y mecanografía.

Con toda esta materia prima aún preliminar, desordenada y sin pulir, Edith Pantelides (Argentina) acometió la ardua tarea de revisar exhaustivamente y armonizar los textos, insertando cuadros y gráficos, pero preservando al mismo tiempo el estilo y el espíritu predominante en las sesiones; ese aporte resultó así decisivo. Sin su dedicación y empeño, esta obra difícilmente hubiera llegado al público.

El Centro Latinoamericano de Demografía quiere dejar por este medio un expreso reconocimiento a las instituciones y personas que participaron en el Seminario y contribuyeron a hacer realidad el libro que ahora se entrega a los lectores. Abriga la esperanza que su contenido pueda servir no sólo como una herramienta de trabajo en la investigación o la docencia sino que sea también una fuente de inspiración que contribuya a ampliar las dimensiones y los compromisos de nuestro trabajo profesional.

*Guillermo A. Macció*



I.  
EVOLUCION DE LA MORTALIDAD  
EN PAISES DESARROLLADOS



La conferencia de hoy es sobre la "Evolución de la mortalidad en países desarrollados". Ustedes han recibido un conjunto de cuadros; no los vamos a usar todos hoy. Algunos serán usados en esta semana y la próxima, pero algunos sí serán usados hoy. Han recibido también un artículo en francés, el que ha sido preparado para el Grupo de Expertos en Mortalidad y Políticas de Salud, organizado por las Naciones Unidas, en el marco de la preparación de la Conferencia Internacional de Población<sup>1</sup>. Este artículo ha sido publicado también en inglés, y estaba ya disponible en Ciudad de México en la Conferencia Internacional de Población<sup>2</sup>.

Otro artículo en francés y en inglés también se publicó en las actas del Seminario sobre Mortalidad y Políticas de Salud, organizado por la Unión Internacional para el Estudio Científico de la Población en París, en marzo de 1983. Esta es una versión algo diferente, ya que el público no era el mismo.

### 1. *Necesidad de una metodología de cálculo aproximado de la esperanza de vida al nacer*

Cuando se me pidió que preparara este artículo para la División de Población de Naciones Unidas, se me pusieron dos condiciones. Primero, que usara herramientas simples. Ellos no deseaban indicadores complicados sino simples, tan simples como fuera posible sin que dejaran de ser significativos, tales como esperanza de vida al nacer o a otra edad. La segunda condición era que usara datos tan recientes como fuera posible. Sugirieron que presentara la tendencia hasta 1980, quizás hasta 1981, si se dispusiera de los datos. Estas fueron las dos condiciones.

Cuando comencé a trabajar en el tema, hice tres descubrimientos: primero, que la esperanza de la vida de algunos países era publicada en forma anual. Entre los países desarrollados (hay 36 países desarrollados en mi artículo) al menos la mitad de ellos estaban publicando la esperanza de vida cada año, con lo cual era posible tener series anuales. La otra mitad (18 países), estaban publicando la esperanza de vida en forma discontinua. Si miran el cuadro 1, pueden ver la distribución de los países desarrollados entre las dos categorías.

El segundo descubrimiento fue que esta era la situación en 1983, pero si retrocedemos en el tiempo, la primera categoría disminuye: hay menos y menos países que publican su esperanza de vida cada año.

En tercer lugar descubrí que las series anuales, cuando existían, no llegaban hasta 1980; en algunos casos se detenían en 1979, en otros en 1978. O sea, había algunas series en las cuales dos o tres años estaban faltando. Esto me obligó a imaginar una metodología especial para estimar la esperanza de vida para diferentes edades y así completar las series mundiales, que las Naciones Unidas sugirieron fueran las series de 1960 hasta 1980.

### 2. *Principios del método*

Hace casi veinte años publiqué en la revista *Population* un artículo en el cual daba precisamente una forma de estimar la esperanza de vida al nacimiento cuando se conoce la tasa bruta de mortalidad y algunos indicadores de la composición por edad.

La tasa bruta de mortalidad ( $m$ ) es muy conocida, es una función del nivel de salud, el

<sup>1</sup> "L'Evolution de la Mortalité dans les Pays Industrialisés". Documento preparado por Jean Bourgeois-Pichat, Presidente del CICRED.

<sup>2</sup> "Mortality trends in the industrialized countries", en Conferencia Internacional sobre Población de las Naciones Unidas, 1984: *Mortality and Health Policy*. ONU, Nueva York.

Cuadro 1

**CLASIFICACION DE LOS PAISES INDUSTRIALIZADOS DE ACUERDO  
CON LA INFORMACION PUBLICADA SOBRE ESPERANZA DE VIDA  
AL NACER**

<i>País</i>	<i>Tipo Japón (serie anual ininterrumpida)<sup>a</sup></i>	<i>Tipo Polonia (períodos discontinuos)</i>
Bulgaria		X
Checoslovaquia	X	
República Democrática Alemana	X	
Hungría	X	
Polonia		X
Rumania		X
Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas		X
Dinamarca	X	
Finlandia	X	
Islandia		X
Irlanda		X
Noruega	X	
Suecia	X	
Inglaterra y Gales	X	
Irlanda del Norte	X	
Escocia	X	
Albania <sup>b</sup>		
Chipre		X
Grecia		X
Israel	X	
Italia		X
Malta	X	
Portugal		X
España		X
Yugoslavia		X
Austria	X	
Bélgica		X
Francia	X	
República Federal de Alemania	X	
Luxemburgo		X
Holanda	X	
Suiza		X
Japón	X	
Canadá		X
Estados Unidos	X	
Australia		X
Nueva Zelanda		X

Nota: La tabla describe la situación en 1983. En años anteriores, previos a 1970, algunos países pasarían del "tipo Japón" al "tipo Polonia".

<sup>a</sup> Hay tres categorías de series anuales: año a año, promedio móvil trianual y promedio móvil bianual.

<sup>b</sup> La última tabla de vida oficial es para 1965-1967.

que puede ser medido por la esperanza de vida al nacimiento ( $e_0^\circ$ ), y la composición por edad. Podemos escribirlo:

$$m = f [e_0^\circ, c(a)]$$

Si resolvemos esta ecuación para obtener la esperanza de vida al nacimiento, podemos escribir que la esperanza de vida al nacimiento es una función de la tasa bruta de mortalidad y la composición por edad. Esta es la ecuación que uso para hacer estimaciones de la esperanza de vida al nacimiento.

$$e_0^\circ = f [m, c(a)]$$

La composición por edad es una función,  $c(a)$ , que puede tomar diferentes formas. Si tenemos la edad por años simples,  $c(a)$  estará representada por unos cien (100) coeficientes. Si tenemos grupos quinquenales, éstos se reducen a veinte (20) coeficientes. Pero se puede simplificar aun más. Se pueden tomar, por ejemplo, dos grandes grupos (y esto es lo que yo hice): 65 y más años y por debajo de 65 años. Si:

$v$  = proporción de 65 y más años

$1-v$  = proporción menor de 65 años

puedo expresar la expectativa de vida al nacimiento como:

$$e_0^\circ = a k(v) m + b \quad (1)$$

donde:

$a$  y  $b$  son constantes

$k(v)$  función de  $v$

Esta fue la ecuación que establecí en mi artículo de 1966. En ella  $k(v)$  es una función empírica definida como se describirá a continuación. Imaginemos que disponemos, en un momento en el tiempo, de un gran número de observaciones sobre mortalidad: tenemos las tasas específicas de mortalidad por edad de un gran número de poblaciones. Con estas tasas específicas, eligiendo una población base por edad, podemos calcular tasas estandarizadas de mortalidad, a las que denoté como  $m_c$ . Yo disponía de las observaciones de mortalidad para todos los departamentos franceses alrededor del censo. Había 93 departamentos, es decir, que tenía 93 tablas de mortalidad, o sea, un conjunto de tasas específicas de mortalidad para 93 departamentos. La Oficina de Estadística de Francia, usando la población media de Francia en el mismo momento calculó las tasas de mortalidad estandarizadas ( $m_c$ ) para los 93 departamentos y yo calculé el cociente de la tasa de mortalidad estandarizada sobre la tasa bruta de mortalidad ( $m_c/m$ ). Puse en un gráfico en el eje de las abscisas la proporción de población de 65 años y más ( $v$ ), la cual también era conocida para los 93 departamentos, y  $m_c/m$  en el eje de las ordenadas. Llamé a este último coeficiente  $k$ . Obtuve así una nube de 93 puntos fácilmente ajustable por una curva a mano alzada, sin necesidad de usar una fórmula elaborada. (Véase en el gráfico 1 algo similar hecho con datos de 1975). Esta curva es  $k(v)$ . Ahora si sustituimos  $k$  en la ecuación (1), tenemos  $k(v)$  multiplicado por  $m$ , lo cual es igual a  $m_c$ . La fórmula (1) puede entonces escribirse:

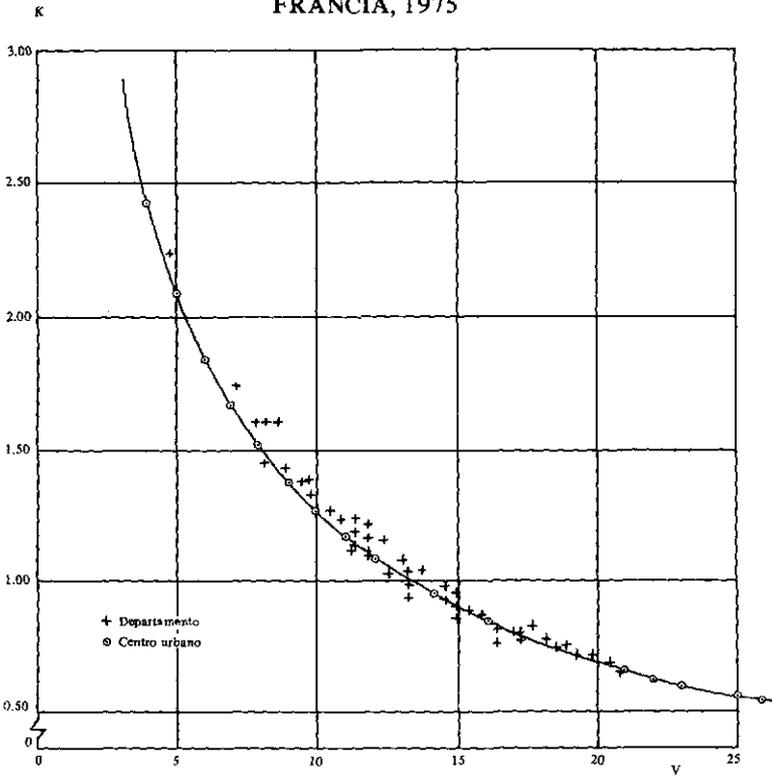
$$e_0^\circ = a m_c + b \quad (2)$$

Esto es una regresión de  $e_0^\circ$  en  $m_c$  (ver gráfico 2 para un ejemplo similar). Tenemos nuevamente un cierto número de puntos y podemos dibujar una línea recta, la cual puede ser

Gráfico 1

RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE PERSONAS  
DE 65 Y MAS AÑOS Y EL COCIENTE  $k_a$

FRANCIA, 1975



a/ 
$$k = \frac{m_c^1}{m^1}$$

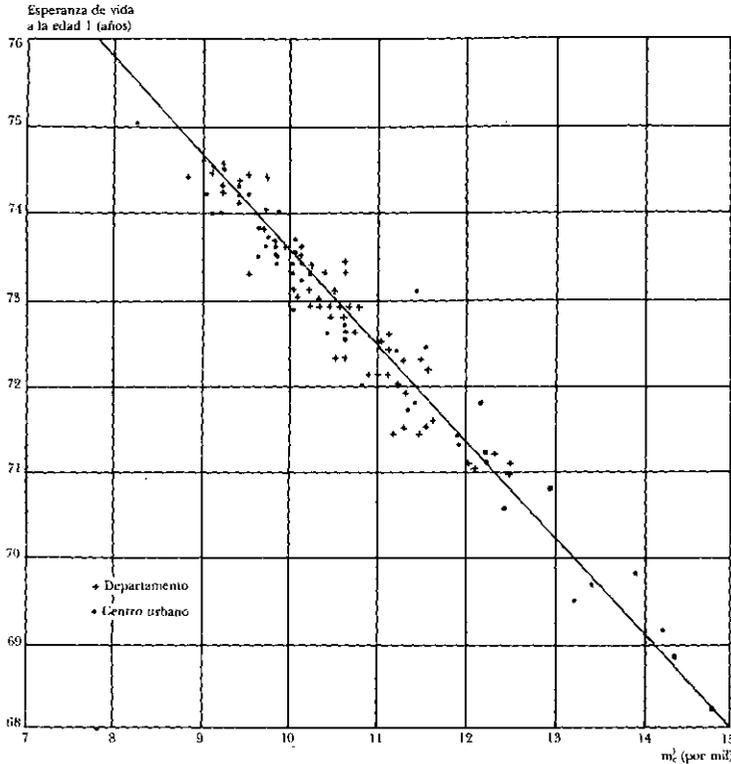
- v = porcentaje de la población de 65 y más años
- $m^1$  = tasa bruta de mortalidad de la edad 1 y más
- $m_c^1$  = tasa estandarizada de mortalidad de la edad 1 y más

Fuente: Basado en datos de Michel de Saboulin. "Données de démographie régionale. 1975". Nº 388 en Colecciones del INSEE, Serie D Nº 82. Demografía y Empleo (agosto, 1981).

ajustada por el método de mínimos cuadrados. Esto es lo que hice en 1966. Ustedes ven que estas dos curvas,  $k(v)$  y la otra, pueden ser materializadas en dos tablas numéricas. En una de ellas, dada la proporción de población de 65 y más años (v) se obtiene  $k(v)$ , (cuadro 2). En una segunda tabla, conociendo la tasa estandarizada de mortalidad, se obtiene la esperanza de vida (cuadro 3). Teniendo estas dos tablas fue fácil calcular la esperanza de vida al nacer. Se parte de la tasa bruta de mortalidad (m) (que es una medida de la que se dispone fácilmente, ya que es la medición más elemental de la mortalidad) y del valor de v (proporción de personas de 65 años y más) que es un dato que se conoce cada vez que se levanta un censo. Esta (v) es una proporción que varía lentamente y es fácil de interpolar entre censos o de extrapolar más allá de los datos del último censo. Estas dos cantidades son conocidas rápidamente. Por ejemplo, en 1984 conocemos estas cantidades para la mayoría de los países

Gráfico 2

RELACION ENTRE LA TASA ESTANDARIZADA DE MORTALIDAD PARA LA POBLACIONES DE 1 Y MAS AÑOS Y ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO. FRANCIA, 1975  
(LINEA DE REGRESION DE LA ECUACION CALCULADA CON LAS CRUCES)<sup>a/</sup>



<sup>a/</sup> = La ecuación es  $e_1 = 1.1163 m_c (1 y +) + 84.655$

$m_c^1$  = Tasa estandarizada para las edades 1 y más

Fuente: Basado en datos de Michel de Saboulin. "Données de démographie régionale. 1975". N° 388 en Colecciones del INSEE, Serie D N° 82. Demografía y Empleo (agosto, 1981).

del mundo en 1982. Mediante el método descrito es entonces posible tener una estimación de la esperanza de vida al nacer. Partiendo con  $v$ , miro la primera tabla (cuadro 2) y obtengo  $k$ . Multiplico  $k$  por  $m$  y obtengo  $m_c$ . Entro entonces en la segunda tabla (cuadro 3) y frente a  $m_c$  obtengo la esperanza de vida al nacer.

### 3. Refinando el método

En 1966 yo ya mencionaba que hay otro indicador que también se conoce rápidamente, pero que no había usado en ese análisis, la tasa de mortalidad infantil. Como la tasa de mortalidad infantil tiene un gran efecto en el nivel de la mortalidad, sugerí en aquel momento que quizá todo este análisis podría hacerse nuevamente separando la mortalidad de antes de un año y de

Cuadro 2

## VALORES DEL COCIENTE

$$k = \frac{m^1_c}{m^1}$$

COMO FUNCION  
DE LA PROPORCION v DE PERSONAS DE 65 Y MAS AÑOS.  
(CURVA AJUSTADA EN EL GRAFICO 1)

v o/oo	k										
30	2,900	70	1,680	110	1,175	150	0,900	190	0,730	230	0,615
31	2,850	71	1,660	111	1,167	151	0,895	191	0,726	231	0,613
32	2,800	72	1,640	112	1,159	152	0,890	192	0,723	232	0,611
33	2,740	73	1,620	113	1,151	153	0,885	193	0,719	233	0,609
34	2,690	74	1,610	114	1,143	154	0,880	194	0,716	234	0,607
35	2,640	75	1,595	115	1,135	155	0,875	195	0,712	235	0,605
36	2,600	76	1,580	116	1,127	156	0,870	196	0,709	236	0,603
37	2,560	77	2,565	117	1,119	157	0,865	197	0,705	237	0,601
38	2,510	78	1,550	118	1,111	158	0,860	198	0,702	238	0,599
39	2,470	79	1,535	119	1,103	159	0,855	199	0,698	239	0,597
40	2,430	80	1,520	120	1,095	160	0,850	200	0,695	240	0,595
41	2,390	81	1,505	121	1,088	161	0,845	201	0,692	241	0,593
42	2,360	82	1,490	122	1,081	162	0,840	202	0,689	242	0,591
43	2,320	83	1,475	123	1,074	163	0,835	203	0,686	243	0,589
44	2,280	84	1,460	124	1,067	164	0,830	204	0,683	244	0,587
45	2,250	85	1,445	125	1,060	165	0,825	205	0,680	245	0,585
46	2,220	86	1,431	126	1,053	166	0,821	206	0,677	246	0,583
47	2,190	87	1,417	127	1,046	167	0,817	207	0,674	247	0,581
48	2,160	88	1,403	128	1,039	168	0,813	208	0,671	248	0,579
49	2,130	89	1,389	129	1,032	169	0,809	209	0,668	249	0,577
50	2,100	90	1,375	130	1,025	170	0,805	210	0,665	250	0,575
51	2,070	91	1,362	131	1,018	171	0,801	211	0,662	251	0,574
52	2,050	92	1,350	132	1,011	172	0,797	212	0,660	252	0,573
53	2,020	93	1,339	133	1,004	173	0,793	213	0,657	253	0,572
54	1,990	94	1,328	134	0,997	174	0,789	214	0,655	254	0,571
55	1,970	95	1,318	135	0,990	175	0,785	215	0,652	255	0,570
56	1,950	96	1,306	136	0,984	176	0,781	216	0,650	256	0,569
57	1,930	97	1,294	137	0,978	177	0,777	217	0,647	257	0,568
58	1,900	98	1,282	138	0,972	178	0,773	218	0,645	258	0,567
59	1,870	99	1,271	139	0,966	179	0,769	219	0,642	259	0,566
60	1,850	100	1,260	140	0,960	180	0,765	220	0,640	260	0,565
61	1,830	101	1,251	141	0,956	181	0,761	221	0,637	261	0,564
62	1,810	102	1,242	142	0,948	182	0,757	222	0,635	262	0,563
63	1,790	103	1,233	143	0,942	183	0,753	223	0,632	263	0,562
64	1,770	104	1,224	144	0,936	184	0,749	224	0,630	264	0,561
65	1,750	105	1,215	145	0,930	185	0,745	225	0,627	265	0,560
66	1,740	106	1,207	146	0,924	186	0,742	226	0,625	266	0,559
67	1,720	107	1,199	147	0,918	187	0,739	227	0,622	267	0,558
68	1,710	108	1,191	148	0,912	188	0,736	228	0,620	268	0,557
69	1,690	109	1,183	149	0,906	189	0,733	229	0,617	269	0,566

Cuadro 3

RELACIONES ENTRE LA TASA DE MORTALIDAD A LA EDAD UNO Y MAS  
( $m_c^1$ ) Y LA ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO  
(LINEA DE REGRESION DEL GRAFICO 2)

$m_c^1$ (por 10 000)	$e_1^o$ (años)	$m_c^1$ (por 10.000)	$e_1^o$ (años)	$m_c^1$ (por 10 000)	$e_1^o$ (años)	$m_c^1$ (por 10 000)	$e_1^o$ (años)
60	78,0	100	73,5	140	69,0	180	64,6
61	77,8	101	73,4	141	68,9	181	64,5
62	77,7	102	73,2	142	68,8	182	64,3
63	77,6	103	73,1	143	68,7	183	64,2
64	77,5	104	73,0	144	68,6	184	64,1
65	77,4	105	72,9	145	68,5	185	64,0
66	77,3	106	72,8	146	68,4	186	63,9
67	77,2	107	72,7	147	68,2	187	63,8
68	77,0	108	72,6	148	68,1	188	63,7
69	76,9	109	72,5	149	68,0	189	63,6
70	76,8	110	72,4	150	67,9	190	63,4
71	76,7	111	72,2	151	67,8	191	63,3
72	76,6	112	72,1	152	67,7	192	63,2
73	76,5	113	72,0	153	67,6	193	63,1
74	76,4	114	71,9	154	67,5	194	63,0
75	76,3	115	71,8	155	67,4	195	62,9
76	76,1	116	71,7	156	67,2	196	62,8
77	76,0	117	71,6	157	67,1	197	62,7
78	75,9	118	71,5	158	67,0	198	62,6
79	75,8	119	71,3	159	66,9	199	62,4
80	75,7	120	71,2	160	66,8	200	62,3
81	75,6	121	71,1	161	66,7	201	62,2
82	75,5	122	72,0	162	66,6	202	62,1
83	75,4	123	70,9	163	66,5	203	62,0
84	75,3	124	70,8	164	66,3	204	61,9
85	75,1	125	70,7	165	66,2	205	61,7
86	75,0	126	70,6	166	66,1	206	61,6
87	74,9	127	70,5	167	66,0	207	61,5
88	74,8	128	70,3	168	65,9	208	61,2
89	74,7	129	70,2	169	65,8	209	61,3
90	74,6	130	70,1	170	65,7	210	61,2
91	74,5	131	70,0	171	65,6	211	61,1
92	74,4	132	69,9	172	65,5	212	61,0
93	74,2	133	69,8	173	65,3	213	60,9
94	74,1	134	69,7	174	65,2	214	60,7
95	74,0	135	69,6	175	65,1	215	60,6
96	73,9	136	69,4	176	65,0	216	60,5
97	73,8	137	69,3	177	64,9	217	60,4
98	73,7	138	69,2	178	64,8	218	60,3
99	73,6	139	69,1	179	64,7	219	60,2

más de un año. Separar estas dos mortalidades tiene la ventaja, cuando se desea estudiar la tendencia de la mortalidad entre países, que es frecuente que en los países se haga un esfuerzo especial para disminuir la mortalidad infantil y son dos cosas muy diferentes combatir la mortalidad infantil y combatir la mortalidad de mayores de un año. Incluso, en la mayoría de los países los dos esfuerzos se dan separadamente, no siempre el mismo organismo público es responsable de los dos. Pensé que esto de separar las dos mortalidades era algo bueno y cuando comencé a escribir el reciente artículo me pareció que era el momento de retomar las conclusiones del artículo de 1966 y de repetir el análisis por separado para los grupos de menores de un año y de un año y más. Primero tenía que ver si lo que había hecho con la mortalidad para todas las edades tenía validez también para la mortalidad por encima de uno.

Tenemos que adoptar la notación:

$$m^1 : \text{tasa bruta de mortalidad de 1 año y más} = \frac{\text{Defunciones de 1 año y más}}{\text{Población de 1 año y más}}$$

$$m^1_c : \text{tasa estandarizada de mortalidad de 1 año y más}$$

$$e^0 : \text{esperanza de vida al nacimiento}$$

$$e^0_1 : \text{esperanza de vida al primer año}$$

$$m_i : \text{tasa de mortalidad infantil}$$

Tenemos primero que ver si es posible pasar de  $m$  a  $m^1$ , de  $m^1$  a  $m^1_c$  y de  $e^0$  a  $e^0_1$ . Debemos imaginar alguna forma de aproximación para simplificar el proceso del cálculo.

Si denominamos:

- D: número total de muertes
- B: número total de nacimientos
- P: población media

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Las defunciones de 1 y más años} &= D - \text{muertes de menores de 1 año} \\ &= D - Bm_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{La población de 1 y más años} &= P - \text{población de edad 0} \\ &= P - (B - Bm_i) \end{aligned}$$

Entonces:

$$m^1 = \frac{D - Bm_i}{P - (B - Bm_i)}$$

Si dividimos todo por P, tenemos:

$$m^1 = \frac{\frac{D}{P} - \frac{Bm_i}{P}}{1 - \left(\frac{B}{P} - \frac{Bm_i}{P}\right)} = \frac{m - bm_i}{1 - (b - bm_i)}$$

donde:

b: tasa bruta de natalidad, la que se conoce también rápidamente, al mismo tiempo que se conoce m.

La expresión  $bm_i$  es muy pequeña y puede ignorarse en el denominador, porque se resta de  $b$ , no así en el numerador en que se resta de  $m$ . Entonces  $m^1$  se puede expresar aproximadamente como:

$$m^1 = \frac{m - bm_i}{1 - b} \quad (3)$$

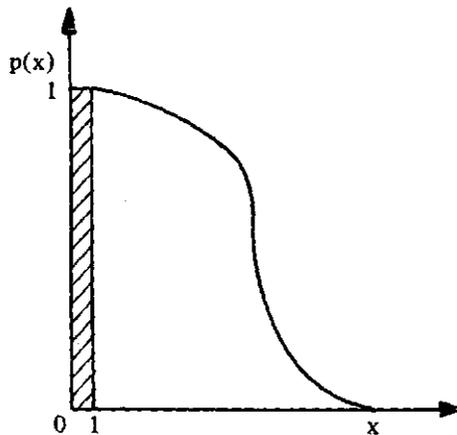
O sea, conociendo la tasa bruta de mortalidad, la tasa bruta de natalidad y la tasa de mortalidad infantil, podemos pasar fácilmente de la tasa bruta de mortalidad a la tasa de mortalidad de 1 año y más. Esto mismo se puede aplicar a la tasa estandarizada de mortalidad. Se aplica la misma fórmula (3) reemplazando  $m$  por  $m_c$  y  $b$  por  $b_c$ , siendo  $b_c$  la tasa estandarizada de natalidad. Entonces:

$$m_c^1 = \frac{m_c - b_c m_i}{1 - b_c} \quad (4)$$

Pasar de  $e_0^\circ$  a  $e_1^\circ$  también es fácil y se puede hacer de la siguiente manera. Se tiene  $p(x)$  que es una función de supervivencia. La esperanza de vida al nacer podemos interpretarla como la integral de la función de supervivencia  $p(x)$  (ver Gráfico 3).

Gráfico 3

FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA  $p(x)$



El área bajo la curva se puede dividir en dos partes y la primera (sombreada) se puede aproximar por trapecios. Siendo 1 la raíz de la tabla, entonces

$$\frac{1 + p(1)}{2}$$

es la primera de las áreas (sombreada) y

$$e_1^\circ p(1)$$

es la segunda de las áreas

$$e_0^{\circ} = \frac{1 + p(1)}{2} + e_1^{\circ} p(1)$$

sabemos que

$$p(1) = 1 - m_1$$

Reemplazando, se obtiene

$$\begin{aligned} e_0^{\circ} &= \frac{1 + 1 - m_1}{2} + e_1^{\circ} (1 - m_1) \\ &= 1 - \frac{m_1}{2} + e_1^{\circ} - e_1^{\circ} m_1 \end{aligned}$$

Esto también se puede escribir

$$e_1^{\circ} - e_0^{\circ} = m_1 e_1^{\circ} - 1 + \frac{m_1}{2}$$

El término  $\frac{m_1}{2}$  es muy pequeño y se puede ignorar, entonces

$$e_1^{\circ} - e_0^{\circ} = m_1 e_1^{\circ} - 1$$

Esto muestra que la diferencia entre la esperanza de vida al primer año y la esperanza de vida al nacimiento es igual a  $-1$  si la mortalidad infantil es cero. Esto es lógico, pues no habiendo muertes durante el primer año de vida se aumenta en un año la esperanza de vida al nacer.

Con estas fórmulas decidí repetir el análisis hecho en 1966 para todas las edades, pero esta vez para la mortalidad de 1 y más. En aquella época había trabajado con el censo de 1962. Ahora se cuenta con el censo de 1975, con información para los 95 departamentos que actualmente tiene Francia y para 55 centros urbanos, lo que hace un total de 150 áreas. Para cada una de ellas se dispone de la tasa bruta de mortalidad, la tasa estandarizada, la proporción de población de 65 y más años, la tasa de mortalidad infantil y la tasa bruta de natalidad. Con esto y aplicando las fórmulas ya expuestas se puede calcular  $m^1$  y  $m_c^1$ . Los gráficos 1 y 2 y los cuadros 2 y 3 presentan la aplicación a la información de Francia, alrededor de 1975. En el gráfico 1 aparece en el eje de las ordenadas lo que se ha llamado

$$k = \frac{m_c^1}{m^1}$$

y en el eje de las abscisas aparece  $v$  la proporción de personas de 65 y más años. Los puntos representan departamentos y las cruces centros urbanos. La línea que se ha dibujado a mano alzada es representativa de la función  $k(v)$  y los valores numéricos que ella toma aparecen en el cuadro 2, donde se puede ver el valor de  $k$  para cada valor de  $v$ . En el gráfico 2 se tiene, para el mismo ejemplo, en el eje de las ordenadas la esperanza de vida a la edad 1 y en el eje de las abscisas el valor de la tasa estandarizada de mortalidad para mayores de un año. La nube de puntos describe una línea recta y el ajuste se obtuvo por el método de los mínimos cuadrados. En el cuadro 3 aparecen los valores numéricos de esa recta de regresión. Para cada valor de  $m_c^1$  aparece  $e_1^{\circ}$

#### 4. *Un ejemplo: Japón, país que publica una serie anual de esperanzas de vida al nacer*

En el cuadro 4 se ilustra el caso de Japón para el período 1960-1981. Las columnas (2), (3) y (4) presentan los datos básicos:  $m$ ,  $b$ ,  $m_1$ . La columna (7) corresponde a  $m_c^1$ , resultado de cálculos presentados en las columnas (5) y (6). El dato que aparece en la columna (8) es un valor observable empírico, la proporción de personas de 65 y más años ( $v$ ), extraído de un documento de trabajo de la División de Población de las Naciones Unidas, preparado para el cálculo de sus proyecciones de población. El documento citado da la composición por edad de todas las poblaciones del mundo cada 5 años, lo cual me daba el valor de  $v$  para Japón cada 5 años (columna 8). Del valor de  $v$  se pasa al valor de  $k$  cada 5 años (columna 9). Mirando el cuadro 2 se observa que el coeficiente  $k$  varía muy suavemente, con lo cual es muy fácil interpolar. Conocido el valor de  $k$  y multiplicado por el valor de  $m^1$  (columna 7) obtenemos la tasa estandarizada para mayores de 1 año (columna 10). Usando el cuadro 3 miramos a  $m_c^1$  y leemos directamente  $e_1^0$  (columna 11). Ahora para ir de  $e_1^0$  a  $e_0^0$  usamos la fórmula aproximada  $e_0^0 = e_1^0 + 1 - m_1 e_1^0$ . Las columnas 12 y 13 son materiales de cálculo y la columna (12) menos la columna (13) da la esperanza de vida al nacimiento, columna (14).

Las curvas que se muestran en los gráficos 1 y 2 son ejemplos de lo que algunas veces se llama "lazos o vínculos estadísticos" entre dos variables. Esto significa que el conocimiento de una de las dos variables no conduce al total conocimiento de la otra. La otra es conocida sólo en forma imprecisa y este grado de imprecisión es medido por la densidad de la nube de puntos alrededor de la curva. Debe entenderse que la densidad de la nube de puntos no es producto de variaciones aleatorias. Por ejemplo, si ustedes observan el gráfico 1 y un departamento francés está por encima de la recta en un período de tiempo, es posible que ese mismo departamento también produzca un punto por arriba de la curva en otro período. La posición del departamento no es aleatoria, sino que se debe a muchos factores característicos del departamento que producen estas variaciones. Es este carácter no aleatorio de las desviaciones lo que permite usar para otra población, como Japón, la curva obtenida con los datos de Francia, por ejemplo. En efecto, cuando se usan esta clase de "lazos estadísticos", en principio el resultado que se obtiene es diferente del observado. Cuando se compara el resultado en la columna 14 del cuadro 4 (la esperanza de vida al nacimiento estimada por nuestro método para el Japón) con la esperanza de vida al nacimiento observada (columna 15, cuadro 4), deben encontrarse diferencias. Sería una excepción si no hubiera diferencia, porque la regla es que hay diferencia. Por supuesto, la diferencia no es muy grande, tiene que ser pequeña porque, como se puede ver, la variación alrededor de las curvas ajustadas es pequeña, la varianza es pequeña. Pero es necesario encontrar una diferencia y es necesario comparar los dos valores para estimar esa diferencia. Esto está hecho en el cuadro 4 (columna 16). Japón pertenece a la primera categoría de países, los que publican la esperanza de vida al nacimiento cada año, y esto hace posible tener una serie de esperanza de vida al nacer de 1960 a 1980. Teniendo esta serie, el cálculo para Japón con este método resulta, por supuesto, innecesario; pero es interesante hacerlo para ver cómo funciona el método usado; ustedes pueden ver (en la columna 16) que las diferencias son muy pequeñas y la tendencia es muy regular. Si no fuera el caso de Japón, que es excepcional, ya que presenta una serie anual de esperanzas de vida al nacer, si tuviéramos solamente la esperanza de vida al nacimiento para períodos discontinuos, todavía sería posible hacer el ajuste y completar la serie.

Cuadro 4

## CAMBIOS EN LA MORTALIDAD DE JAPON

Año	m	b	$m_i$	$bm_i$	$m - bm_i$	$\frac{m - bm_i}{1 - b}$	v (%)	k	$m_c^1$	$e_i^o$	$e_i^o + 1$	$e_i^o m_i$	$e_i^o$	$e_i^o$ Observada <sup>a</sup>	Diferencia
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1960	7,6	17,3	30,4	0,5	7,1	7,2	5,74	1,930	13,9	69,1	70,1	2,1	68,0	67,8	-0,2
1961	7,4	17,0	28,3	0,5	6,9	7,0		1,902	13,3	69,8	70,8	2,0	68,8	68,4	-0,4
1962	7,5	17,1	26,2	0,4	7,1	7,2		1,874	13,5	69,6	70,6	1,8	68,8	68,7	-0,1
1963	7,0	17,4	23,0	0,4	6,6	6,7		1,846	12,4	70,8	71,8	1,6	70,2	69,8	-0,4
1964	6,9	17,8	20,2	0,4	6,5	6,6		1,818	12,0	71,2	72,2	1,5	70,7	70,3	-0,4
1965	7,1	18,7	18,4	0,3	6,8	6,9	6,25	1,790	12,4	70,8	71,8	1,3	70,5	70,3	-0,2
1966	6,8	13,8	19,1	0,3	6,5	6,6		1,764	11,6	71,7	72,7	1,4	71,4	71,0	-0,4
1967	6,7	19,4	14,9	0,3	6,4	6,5		1,738	11,3	72,0	73,0	1,1	71,9	71,5	-0,4
1968	6,8	18,7	15,2	0,3	6,5	6,6		1,712	11,3	72,0	73,0	1,1	71,9	71,7	-0,2
1969	6,8	18,5	14,2	0,3	6,5	6,6		1,686	11,1	72,2	73,2	1,0	72,2	71,9	-0,3
1970	6,9	18,7	13,1	0,2	6,7	6,8	7,07	1,660	11,3	72,0	73,0	1,0	72,0	72,0	0,0
1971	6,5	19,1	12,4	0,2	6,3	6,4		1,635	10,5	72,9	73,9	0,9	73,0	72,9	-0,1
1972	6,4	19,2	11,7	0,2	6,2	6,3		1,610	10,1	73,4	74,4	0,9	73,5	73,2	-0,3
1973	6,6	19,4	11,3	0,2	6,4	6,5		1,585	10,3	73,1	74,1	0,8	73,3	73,4	+0,1
1974	6,4	18,4	10,8	0,2	6,2	6,3		1,560	9,8	73,7	74,7	0,8	73,9	73,7	-0,2
1975	6,3	17,1	10,1	0,2	6,1	6,2	7,88	1,535	9,5	74,0	75,0	0,8	74,2	74,4	+0,2
1976	6,3	16,3	9,3	0,1	6,2	6,3		1,509	9,5	74,0	75,0	0,7	74,3	74,8	+0,5
1977	6,1	15,5	8,9	0,1	6,0	6,1		1,482	9,0	74,6	75,6	0,7	74,9	75,3	+0,4
1978	6,1	15,0	8,4	0,1	6,0	6,1		1,456	8,9	74,7	75,7	0,6	75,1	75,7	+0,6
1979	5,9	14,3	8,0	0,1	5,8	5,9		1,429	8,4	75,3	76,3	0,6	75,7	76,2	+0,5
1980	6,2	13,6	7,4	0,1	6,1	6,2	8,83	1,403	8,7	74,9	75,9	0,6	75,3	76,1	+0,8
1981	6,1	13,0	7,1	0,1	6,0	6,1		1,384	8,4	75,3	76,3	0,5	75,8	(76,6)	(+0,8)
1982								1,364							
1983								1,345							
1984								1,325							
1985							9,60	1,306							

<sup>a</sup> El período de cálculo para Japón superpone dos años calendarios, yendo del 1º de marzo de un año al 1º de marzo del siguiente año. La tabla en la página 25 de la publicación japonesa da esperanza de vida para hombres y mujeres. La media ha sido considerada como la esperanza de vida al nacer de los dos sexos combinados.

Fuente: La esperanza de vida observada (columna 15) está tomada de: Japan, Institute of Population Problems, Ministry of Health and Welfare, *The 34th Abridged Life Tables* (Abril 1, 1980-Marzo 31, 1981) (Tokyo, 1981), Apéndice, tabla de la página 25.

## 5. *Otro ejemplo: Polonia, país que publica la esperanza de vida al nacer para ciertos períodos*

Esto es lo que he hecho en el cuadro 5 que presenta el caso de Polonia. El cuadro es exactamente del mismo formato que el de Japón hasta la columna 14. Polonia es precisamente un país que publica la esperanza de vida al nacer solamente para ciertos períodos discontinuos, como puede verse en el cuadro 6, donde se presenta la esperanza de vida observada en Polonia, publicada para 1952-1953, 1955-1956, 1960-1961 y así hasta 1975-1976 y luego 1980. La esperanza de vida está para hombres y mujeres y yo hice el promedio y lo consideré como la esperanza de vida para ambos sexos e ignoré los datos anteriores a 1960, porque sólo iba a hacer el cálculo a partir de este año. Debajo de las esperanzas de vida observadas (en el mismo cuadro 6, parte II), puse las esperanzas de vida calculadas tomadas del cuadro 5. En la parte III del cuadro 6 están los ajustes. Puede observarse que los ajustes son muy pequeños, más o menos de la magnitud de los encontrados para el caso de Japón. A partir de estos ajustes (que son sólo válidos para 1960-1961, 1965-1966, 1970-1971, 1975-1976 y 1980) fue fácil interpolar entre estos períodos y eso es lo que hice y que aparece en la columna 15 del cuadro 5. Los datos entre paréntesis son los que han sido interpolados. Teniendo los ajustes fue posible tener (cuadro 5, columna 16) la serie anual de esperanzas de vida al nacer para Polonia. Esto es muy útil para países como Polonia donde las series son discontinuas.

## 6. *Un tercer ejemplo: URSS*

Quiero presentar ahora el caso de la URSS (cuadro 7), porque la URSS, como se puede ver cuando se observan los resultados, presenta un problema especial, un caso especial en el que es importante estar seguros de qué se está haciendo. En las dos primeras columnas tenemos las tasas brutas de natalidad y tasas brutas de mortalidad. Estas no presentan problema, ya que son publicadas por la URSS y por las Naciones Unidas. Para mortalidad infantil no es lo mismo, ya que tenemos una serie solamente de 1961 a 1974. Antes de 1961 la URSS había publicado una tabla de vida para los tres años 1958-1960. Tenemos entonces un promedio de los tres años. Es fácil extrapolar de 1961 para obtener 1960, ya que tenemos ese promedio, lo que es equivalente a tener el dato para 1959. Eso fue, entonces, lo que hice. Para 1975 y 1976 no se ha publicado la mortalidad infantil, pero la URSS ha publicado la mortalidad de 0-4 años. Es posible utilizar la mortalidad de 0-4 años para estimar la mortalidad infantil. Como se explica en el cuadro 7, se tenía la mortalidad infantil ( $m_i$ ) para 1971, 1972, 1973 y 1974 y la mortalidad de 0-4 para estos mismos años y se calculó el cociente entre ambas. La razón entre la mortalidad infantil y la de 0-4 años no es una constante, pero no varía mucho. La razón encontrada para 1974 se usó para obtener la mortalidad infantil de 1975 y 1976, que aparece entre paréntesis en el cuadro 7. Así pude completar la serie entre 1960 y 1975. Pero debía completarla hasta 1980, y quedaban cuatro años sin datos.

Se puede ver, al final del cuadro 7, la variación de la mortalidad infantil de la URSS para varios años a partir de 1971-1972. En el cuadro 8 se ve que la mortalidad infantil empieza a aumentar en 1971. A partir de 1972 se tiene un aumento, que está basado en datos publicados hasta 1974 y en datos relativamente bien estimados hasta 1976 (porque conocemos la mortalidad de 0-4). Desde 1971 a 1976 se observa un aumento continuo de la mortalidad infantil. El aumento año por año se muestra en el cuadro 7 (parte inferior). Después de 1976 la tasa bruta de mortalidad continuó aumentando; esto significa que la mortalidad continuó aumentando. Si se admite que la mortalidad infantil participó de este incremento, puede suponerse para después de 1976 un incremento de 1,8 por año en la tasa de mortalidad

Cuadro 5

## CAMBIOS EN LA MORTALIDAD DE POLONIA, 1960-1981

Año	m	b	$m_i$	$bm_i$	$m - bm_i$	$\frac{m - bm_i}{1 - b}$	v (%)	k	$m_c^t$	$e_i^o$	$e_{i+1}^o$	$e_i^o m_i$	$e_o^o$	$e_o^o$ Obser- vada <sup>a</sup>	Dife rencia
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1960	7,6	22,6	56,1	1,3	6,3	6,4	5,77	1,900	12,2	71,0	72,0	4,0	68,0	-0,4	67,6
1961	7,6	20,9	54,1	1,1	6,5	6,6		1,862	12,3	70,9	71,9	3,9	68,0	-0,3	67,7
1962	7,9	19,8	54,8	1,1	6,8	6,9		1,824	12,6	70,6	71,6	3,9	67,7	(-0,3)	67,4
1963	7,5	19,2	48,7	0,9	6,6	6,7		1,786	12,0	71,2	72,2	3,5	68,7	(-0,2)	68,5
1964	7,6	18,1	47,7	0,9	6,7	6,8		1,748	11,9	71,3	72,3	3,4	68,9	(-0,2)	68,7
1965	7,4	17,3	41,7	0,7	6,7	6,8	6,81	1,710	11,6	71,7	72,7	3,0	69,7	-0,2	69,5
1966	7,3	16,7	38,9	0,6	6,7	6,8		1,663	11,3	72,0	73,0	2,8	70,2	-0,1	70,1
1967	7,8	16,3	38,1	0,8	7,2	7,3		1,616	11,8	71,5	72,5	2,8	69,7	(-0,2)	69,5
1968	7,5	16,2	33,4	0,5	7,0	7,1		1,569	11,1	72,2	73,2	2,4	70,8	(-0,2)	70,6
1969	8,1	16,3	34,3	0,6	7,5	7,6		1,522	11,6	71,7	72,7	2,5	70,2	(-0,2)	70,0
1970	8,2	16,8	33,2	0,6	7,6	7,7	8,28	1,475	11,4	71,9	72,9	2,4	70,5	-0,2	70,3
1971	8,6	17,1	29,5	0,5	8,1	8,2		1,444	11,8	71,5	72,5	2,1	70,4	-0,2	70,2
1972	8,0	17,4	28,4	0,5	7,5	7,6		1,413	10,7	71,6	72,6	2,1	70,5	-0,2	70,3
1973	8,3	17,9	25,8	0,5	7,8	7,9		1,381	10,9	72,5	73,5	1,9	71,6	(-0,2)	71,4
1974	8,2	18,4	23,5	0,5	7,8	7,9		1,350	10,7	72,7	73,7	1,7	72,0	(-0,3)	71,7
1975	8,7	18,9	24,9	0,5	8,2	8,4	9,54	1,318	11,1	72,2	73,2	1,8	71,4	-0,3	71,1
1976	8,8	19,5	23,8	0,5	8,3	8,5		1,306	11,1	72,2	73,2	1,7	71,5	-0,3	71,2
1977	9,0	19,1	24,6	0,4	8,6	8,8		1,294	11,4	71,9	72,9	1,8	71,1	(-0,3)	70,8
1978	9,3	19,0	22,4	0,4	8,9	9,1		1,282	11,7	71,6	72,6	1,6	71,0	(-0,3)	70,7
1979	9,2	19,5	21,1	0,4	8,8	9,0		1,271	11,4	71,9	72,9	1,5	71,4	(-0,3)	71,1
1980	9,9	19,3	21,0	0,4	9,5	9,7	10,01	1,260	12,2	71,0	72,0	1,5	70,5	-0,3	70,2
1981	9,2	18,9	20,6	0,4	8,8	9,0		1,275	11,5	71,8	72,8	1,5	71,3	(0,3)	71,0

<sup>a</sup> Los ajustes observados no están entre paréntesis. Han sido tomados del cuadro 6, en el cual la esperanza de vida al nacer es comparada con la observada para periodos seleccionados. Los ajustes entre paréntesis han sido interpolados (o extrapolados) a base de los ajustes observados.

Cuadro 6

POLONIA: COMPARACION ENTRE LAS ESPERANZAS DE VIDA AL NACER CALCULADAS (CUADRO 5)  
Y LAS OBSERVADAS PARA PERIODOS SELECCIONADOS

	1952-1953	1955-1956	1960-1961	1965-1966	1970-1971	1975-1976	1980
I. Esperanzas de vida observadas <sup>a</sup>							
Hombres	58,6	61,8	64,8	66,8	66,8	67,3	66,0
Mujeres	64,2	67,8	70,5	72,8	73,8	75,0	74,4
Media			67,65	69,80	70,30	71,15	70,20
II. Esperanzas de vida calculadas (cuadro 5, columna 14)							
			1960 68,0	1965 69,7	1970 70,5	1975 71,4	1980 70,5
			1961 68,0	1966 70,2	1971 70,4	1976 71,5	
					1972 70,5		
Media			68,0	69,95	70,47	71,45	
III. Ajustes observados							
			-0,35	-0,15	-0,17	-0,30	-0,30

<sup>a</sup> Las esperanzas de vida observadas son tomadas del Anuario Estadístico de Polonia de 1981 (Polonia, Główny Urząd Statystyczny, *Rocznik statystyczny 1981*. Varsovia, GUS, 1982, tabla 35 (92), página 59.

infantil. Este fue el camino que se siguió para completar la serie del cuadro 8, columna 4. Debo admitir que después de 1976 la extrapolación es arriesgada, pero ya que la URSS no publica los datos, debemos arreglarnos con lo que sabemos.

Teniendo los datos sólo resta ahora hacer los cálculos y estimar la esperanza de vida al nacimiento que se presenta en la columna 14. El problema siguiente es el de los ajustes. Para visualizarlo mejor es conveniente ir al gráfico 4. Tenemos allí dos tipos de "puntos". Los representados por un punto dentro de un cuadrado (son sólo dos) corresponden a tablas de

Cuadro 7

URSS: TENDENCIA EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LAS EDADES 0-4 Y EN LA TASA DE MORTALIDAD INFANTIL (POR MIL)

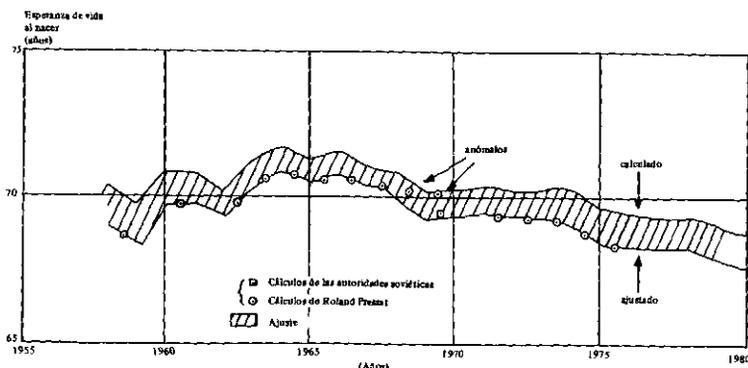
Año	(m <sub>j</sub> )	0-4	Cociente
1971	22,6	6,7	3,37
1972	24,7	6,8	3,63
1973	26,4	7,2	3,67
1974	27,7	7,7	3,60
1975	(29,5)	8,2	3,60
1976	(31,3)	8,7	3,60

Nota: Para 1975 y 1976 se aplicó el multiplicador de 1974 para convertir las tasas de 0-4 en tasas de mortalidad infantil. La mortalidad infantil para 1975 resulta  $29,5 = 8,2 \times 3,60$ , y para 1976 es  $31,3 = 8,7 \times 3,60$ . Se observa un aumento de la mortalidad infantil. Las diferencias año por año son las siguientes:

1961-1972	+ 2,1	1974-1975	+ 1,8
1972-1973	+ 1,7	1975-1976	+ 1,8
1973-1974	+ 1,3		

Gráfico 4

URSS: ESPERANZA DE VIDA AL NACER CALCULADA, OBSERVADA Y AJUSTADA, 1958-1981



Fuente: Véanse cuadros 7 y 9.

Cuadro 8

## CAMBIOS EN LA MORTALIDAD DE LA URSS, 1960-1981

Año	m	b	m <sub>i</sub>	bm <sub>i</sub>	m - bm <sub>i</sub>	$\frac{m - bm_i}{1 - b}$	v (%)	k	m <sub>c</sub> <sup>1</sup>	e <sub>i</sub> <sup>o</sup>	e <sub>i</sub> <sup>o</sup> +1	e <sub>i</sub> <sup>o</sup> m <sub>i</sub>	e <sub>o</sub> <sup>o</sup>	e <sub>o</sub> <sup>o</sup> Observada	Diferencia
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1958	7,2	25,3	42,0	1,0	6,2	6,4		1,726	11,0	72,4	73,4	3,0	70,4	-1,5	68,9
1959	7,6	25,0	38,0	1,0	6,6	6,8		1,718	11,7	71,6	72,6	2,9	69,7	-1,5	68,2
1960	7,1	24,9	35,3	0,9	6,2	6,4	6,76	1,710	10,9	72,5	73,5	2,6	70,9	-1,1	69,8
1961	7,2	23,9	32,6	0,8	6,4	6,6		1,690	11,2	72,1	73,1	2,4	70,7	-1,0	69,7
1962	7,5	22,4	32,7	0,7	6,8	7,0		1,670	11,7	71,6	72,6	2,4	70,2	-0,9	69,3
1963	7,2	21,1	31,3	0,7	6,5	6,6		1,650	10,9	72,5	73,5	2,3	71,2	-0,9	70,3
1964	6,9	19,5	29,4	0,6	6,3	6,4		1,630	10,4	73,0	74,0	2,2	71,8	-0,9	70,9
1965	7,3	18,3	27,6	0,5	6,8	6,9	7,38	1,610	11,1	72,2	73,2	2,0	71,2	-0,8	70,4
1966	7,3	18,2	26,1	0,5	6,8	6,9		1,598	11,0	72,4	73,4	1,9	71,5	-0,8	70,7
1967	7,6	17,3	26,3	0,5	7,1	7,2		1,586	11,4	71,9	72,9	1,9	71,0	-0,7	70,3
1968	7,7	17,2	26,4	0,5	7,2	7,3		1,574	11,5	71,8	72,8	1,9	70,9	-0,9	70,0
1969	8,1	17,0	25,8	0,4	7,7	7,8		1,562	12,2	71,0	72,0	1,9	70,1	-0,9	69,2
1970	8,2	17,4	24,4	0,4	7,8	7,9		1,550	12,2	71,0	72,0	1,8	70,2	-0,9	69,3
1971	8,2	17,8	22,6	0,4	7,8	7,9		1,518	12,0	71,0	72,0	1,6	70,4	-0,9	69,5
1972	8,5	17,8	24,7	0,4	8,1	8,2		1,486	12,2	71,0	72,0	1,8	70,2	-0,9	69,3
1973	8,7	17,6	26,4	0,5	8,2	8,3		1,454	12,1	71,1	72,1	1,9	70,2	-1,0	69,2
1974	8,7	18,0	27,7	0,5	8,2	8,4		1,422	11,9	71,3	72,3	2,0	70,3	-1,2	69,1
1975	9,3	18,1	29,5	0,5	8,8	9,0	8,90	1,389	12,5	70,7	71,7	2,1	69,6	-1,2	68,4
1976	9,5	18,4	31,3	0,6	8,9	9,1		1,368	12,4	70,8	71,8	2,3	69,5	-1,3	68,2
1977	9,6	18,1	33,1	0,6	9,0	9,2		1,347	12,4	70,8	71,8	2,4	69,4	-1,3	68,1
1978	9,7	18,2	34,9	0,6	9,1	9,3		1,325	12,3	70,9	71,9	2,5	69,4	-1,3	68,1
1979	10,1	18,2	36,7	0,7	9,4	9,6		1,304	12,5	70,7	71,8	2,6	69,1	-1,3	67,8
1980	10,3	18,3	38,5	0,7	9,6	9,8	10,00	1,280	12,6	70,6	71,6	2,8	68,8	-1,3	67,5
1981	10,3	18,7	40,3	0,8	9,5	9,7		1,280	12,4	70,8	71,8	2,9	68,9	-1,3	67,5

vida publicadas por la Unión Soviética. Los representados por un punto dentro de un círculo corresponden a los cálculos hechos por Pressat usando tasas específicas por edad publicadas por la URSS, con las que calculó una serie de tablas de mortalidad. Por comparación de los distintos puntos se puede medir el ajuste que debemos hacer.

Los valores del ajuste fueron en este caso algo superiores que en Polonia y Japón. Si observan el cuadro 9, verán que son del orden de un año. Vean que hay dos puntos que parecen fuera de lugar, que son los calculados por Pressat cerca de 1970. Para esa fecha la tabla de mortalidad publicada por la Unión Soviética parece mejor que las de Pressat. Hemos mirado con Pressat sus cálculos y no hemos podido encontrar ninguna explicación. Así que ignoré los puntos anómalos y acepté la estimación soviética, y así obtuve el ajuste que se muestra en el cuadro 9. Vean ustedes que la esperanza de vida máxima se alcanza en la Unión Soviética en el año 1971<sup>3</sup> con 69,5 y que para 1981 había perdido dos años, bajando a 67,5.

### 7. *Un ejemplo final: Chile*

El último caso de esta serie que quiero mostrarles es el chileno (cuadro 10 y gráfico 5). Para Chile fue muy fácil hacer el cálculo: la tasa bruta de mortalidad, tasa bruta de natalidad, tasa de mortalidad infantil, proporción de población mayor de 65 años, todo estaba disponible. Los problemas empiezan cuando se compara la esperanza de vida al nacimiento calculada con la observada. Cuando se consultan las diferentes publicaciones, uno se encuentra perdido. Las publicaciones de CELADE o de Naciones Unidas no tienen los mismos resultados para el mismo período. Realmente, ¿cuál es la esperanza de vida observada en Chile? Finalmente, encontré un Boletín Demográfico de CELADE que tiene las series de esperanza de vida para todos los países de América Latina. El gráfico 5 presenta los datos del Boletín Demográfico (puntos enmarcados en un cuadrado) y que describen una curva bastante buena, cercana a los cálculos de la columna 14 (cuadro 10). Con estos datos es fácil hacer un ajuste y completar la columna 16. Así se tiene una serie anual de valores de la esperanza de vida en Chile entre 1960 y 1980.

### 8. *Los resultados*

#### a) *La mortalidad infantil*

Hasta ahora he descrito la aplicación del método, queda todavía por mirar los resultados. El método se aplicó a 36 países de Europa, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelandia, Canadá y Japón, y los resultados son interesantes.

El análisis va a separarse en dos partes: el de la mortalidad infantil y el de la mortalidad de 1 y más años. En el cuadro 11 pueden ver las tendencias de la mortalidad infantil. Pude haber usado la mortalidad infantil en una forma clásica, pero como se me pidió que usara la esperanza de vida como indicador, transformé las tasas de mortalidad infantil en términos de la diferencia entre la esperanza de vida a la edad uno y la esperanza de vida al nacimiento, lo que muestra el efecto de la mortalidad infantil sobre la esperanza de vida al nacer. Se sabe que en el caso límite, cuando no existe mortalidad infantil, la esperanza de vida al nacer debe ser un año mayor que la esperanza de vida a la edad 1:

$$e_1^0 - e_0^0 = -1$$

<sup>3</sup> En realidad el máximo es de 70,9 en 1964 (ver Cuadro 8).

Cuadro 9

URSS: COMPARACION DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER CALCULADA  
(CUADRO 8) Y OBSERVADA

	1958-1959	1960-1961	1962-1963	1963-1964	1964-1965	1965-1966	1966-1967	1967-1968	1968-1969	1969-1970	1968-1971	1971-1972	1972-1973	1973-1974	1974-1975	1975-1976
I. Esperanza de vida observada				I. Esperanza de vida observada				I. Esperanza de vida observada				I. Esperanza de vida observada				
a) Hombres	64,42	65,5	65,6	66,2	66,3	64,0	65,9	65,6	65,2	65,0	64,56	64,4	64,3	64,1		
b) Mujeres	71,68	73,0	73,1	73,9	74,1	74,1	74,2	74,2	74,2	74,2	73,53	73,6	73,4	73,3		
c) Media	68,05	69,25	69,35	70,05	70,20	70,05	70,05	69,90	69,70	69,60	64,05	69,00	68,85	68,70		
d) Ambos sexos	68,59	69,75	69,85	70,55	70,70	70,55	70,55	70,40	70,20	70,10	59,50	69,40	69,30	69,10	68,70	68,30
e) Diferencia (d-c)	0,54	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,40	0,45	0,40		
II. Esperanza de vida calculada (cuadro 8, columna 14)				II. Esperanza de vida calculada (cuadro 8, columna 14)				II. Esperanza de vida calculada (cuadro 8, columna 14)				II. Esperanza de vida calculada (cuadro 8, columna 14)				
f) Ambos sexos 1958	70,4	1960 70,9	1962 70,2	1963 71,2	1964 71,8	1965 71,2	1966 71,5	1967 71,0	1968 70,9	1969 70,1	1968 70,9	1971 70,4	1972 70,2	1973 70,2	1974 70,3	1975 69,6
g) Ambos sexos 1959	69,7	1961 70,7	1963 71,2	1964 71,8	1965 71,2	1966 71,5	1967 71,0	1968 70,9	1969 70,1	1970 70,2	1969 70,1	1972 70,2	1973 70,3	1974 70,3	1975 69,6	1976 69,5
h) Ambos sexos											1970 70,2					
i) Ambos sexos											1971 70,4					
j) Media	70,05	70,80	70,70	71,50	71,50	71,35	71,25	70,95	70,50	70,15	70,4	70,30	70,25	70,25	69,95	69,55
III. Ajustes observados				III. Ajustes observados				III. Ajustes observados				III. Ajustes observados				
h) Ajuste (d-j)	-1,46	-1,05	-0,85	-0,93	-0,80	-0,80	-0,70	-0,55	-0,30 <sup>a</sup>	-0,05 <sup>a</sup>	-0,90	-0,90	-0,95	-1,15	-1,25	-1,25

Fuente: Esperanza de vida al nacer observada para 1958-1959 y 1968-1971 calculada por las autoridades soviéticas. Para los demás periodos fueron calculadas por Roland Pressat "Situation démographique de l'URSS à la veille de son cinquième recensement". *Population*, vol. 34, Nº 4-5 (julio-octubre 1979).

Nota: En la URSS la media de las esperanzas de vida masculina y femenina es menor que las esperanzas de vida calculadas para los dos sexos en conjunto. Ello se debe a que hay muchas más mujeres que hombres debido a la mortalidad de la guerra. La diferencia era 0,54 en 1958-1959 y 0,55 en 1968-1971. Para los intermedios se usó 0,50.

<sup>a</sup> El ajuste observado para 1969-1970 es anómalo. Lo mismo sucede, en menor grado, con el ajuste para 1968-1969. (Ambos se desvían del ajuste global para 1968-1971 y hemos dado preferencia a este último).



Cuadro 10

## CAMBIOS EN LA MORTALIDAD DE CHILE, 1960-1980

Años	m	b	m <sub>i</sub>	bm <sub>i</sub>	m-bm <sub>i</sub>	l-b	$\frac{m-bm_i}{l-b}$	v en %	k	m <sub>e</sub> <sup>l</sup>	e <sub>i</sub> <sup>o</sup>	e <sub>i</sub> <sup>o</sup> +1	e <sub>i</sub> <sup>o</sup> m <sub>i</sub>	-e <sub>i</sub> <sup>o</sup> m <sub>i</sub> +e <sub>i</sub> <sup>o</sup> +1=e <sub>o</sub>	Ajuste	Ajustada <sup>e<sub>o</sub></sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1960	12,6	34,4	131,6	4,5	8,1	0,9656	8,4	4,33	2,320	19,5	62,9	63,9	8,4	55,5	+1,5	57,0
1961	11,8	34,7	117,0	4,1	7,7	0,9653	8,0		2,300	18,4	64,1	65,1	7,6	57,5	+1,2	58,7
1962	11,9	34,5	120,6	4,2	7,7	0,9655	8,0		2,280	18,2	64,3	65,3	7,9	57,4	+0,9	58,3
1963	12,1	34,0	110,9	3,8	8,3	0,9660	8,6		2,260	19,4	63,0	64,0	7,1	56,9	+0,6	57,5
1964	11,3	33,1	114,2	3,8	7,5	0,9669	7,8		2,240	17,4	65,2	66,2	7,6	58,6	+0,3	58,9
1965	10,8	32,3	107,1	3,5	7,3	0,9677	7,5	4,55	2,220	16,7	66,0	67,0	7,2	59,8	-0,3	59,5
1966	10,5	30,9	108,2	3,3	7,2	0,9691	7,4		2,208	16,3	66,5	67,5	7,3	60,2	-0,4	59,8
1967	9,8	29,3	99,7	2,9	6,9	0,9707	7,1		2,196	15,6	67,2	68,2	6,8	61,4	-0,5	60,9
1968	9,4	27,6	91,6	2,5	6,9	0,9724	7,1		2,184	15,5	67,4	68,4	6,3	62,1	-0,6	61,5
1969	9,2	26,0	87,4	2,3	6,9	0,9760	7,1		2,172	15,4	67,5	68,5	6,0	62,5	-0,7	61,8
1970	8,9	26,8	82,2	2,2	6,7	0,9732	6,9	4,77	2,160	14,9	68,0	69,0	5,7	63,3	-0,8	62,5
1971	8,7	27,3	73,9	2,0	6,7	0,9727	6,9		2,138	14,8	68,1	69,1	5,1	64,0	-0,8	63,2
1972	9,0	26,3	76,5	2,0	7,0	0,9737	7,2		2,116	15,2	67,7	68,7	5,2	63,5	-0,8	62,7
1973	8,2	27,1	65,8	1,8	6,4	0,9729	6,6		2,094	13,8	69,2	70,2	4,6	65,6	-0,8	64,8
1974	7,8	26,2	65,2	1,7	6,1	0,9738	6,2		2,072	12,8	70,3	71,3	4,6	66,7	-0,8	65,9
1975	7,3	25,0	56,4	1,4	5,9	0,9750	6,0	5,17	2,050	12,3	20,9	71,9	4,0	67,9	-0,7	67,2
1976	7,7	21,9	59,6	1,3	6,4	0,9781	6,5		2,034	13,2	69,9	70,9	4,2	66,7	-0,7	66,0
1977	6,9	20,3	52,8	1,1	5,8	0,9797	5,9		2,018	11,9	71,3	72,3	3,8	68,5	-0,7	67,8
1978	6,7	22,3	40,1	0,9	5,8	0,9777	5,9		2,002	11,8	71,5	72,5	2,9	69,6	-0,7	68,9
1979	6,8	21,5	37,9	0,8	6,0	0,9785	6,1		1,986	12,1	71,1	72,1	2,7	69,4	-0,7	68,7
1980	6,7	22,2	33,0	0,7	6,0	0,9778	6,1	5,47	1,970	12,0	71,2	72,2	2,5	69,7	-0,7	69,0
1981	6,2	23,4	27,0	0,6	5,6	0,9766	5,7		1,954	11,1	72,2	73,2	2,0	71,2	-0,7	70,5

Cuadro 10-A

**CHILE: COMPARACION DE LA ESPERANZA  
DE VIDA AL NACER CALCULADA  
(CUADRO 10) Y OBSERVADA**

I. *Esperanza de vida observada<sup>a</sup>*

	1960-1965	1965-1970	1970-1975	1975-1980
a) Hombres	55,3	57,6	60,7	64,6
b) Mujeres	61,0	63,7	67,0	70,8
<b>Media</b>	<b>58,1</b>	<b>60,7</b>	<b>63,8</b>	<b>67,7</b>

II. *Esperanza de vida calculada (cuadro 10, columna 15)*

	1960 55,5	1965 59,8	1970 63,3	1975 67,9
	1961 57,5	1966 60,2	1971 64,0	1976 66,7
	1962 57,4	1967 61,4	1972 63,5	1977 68,5
	1963 56,9	1968 62,1	1973 65,6	1978 69,6
	1964 58,6	1969 62,5	1974 66,7	1979 69,4
<b>Media</b>	<b>57,2</b>	<b>61,2</b>	<b>65,6</b>	<b>68,4</b>

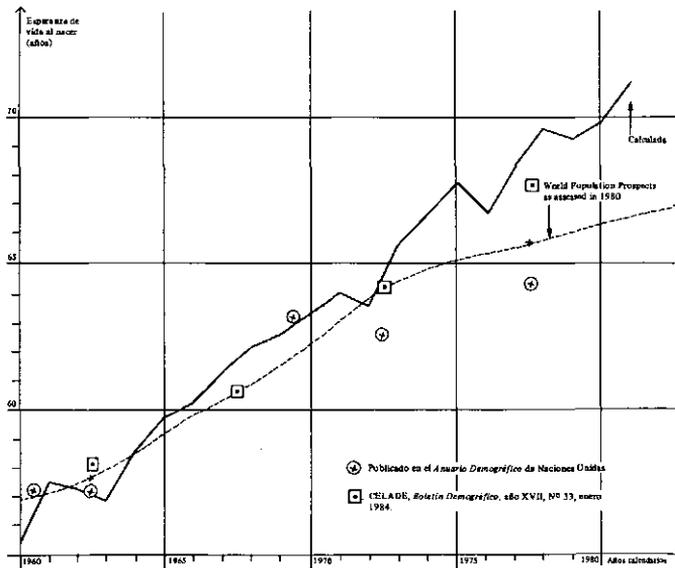
III. *Ajustes observados*

+0,9                      -0,5                      -0,8                      -0,7

<sup>a</sup> Boletín Demográfico, Año XVII, Nº 33, CELADE, enero de 1984.

Gráfico 5

**CHILE: ESPERANZA DE VIDA AL NACER  
CALCULADA, OBSERVADA Y AJUSTADA  
1960-1980**



En el cuadro 11 se muestra, en las tres últimas columnas, la distancia entre la fecha indicada en la columna y el límite (que es igual a  $-1$ ). La distancia al límite es igual al número que aparece en la columna de cada año más 1. Tomando el caso de Bulgaria, por ejemplo, las tres últimas columnas del cuadro 11 contienen:

1ª columna: Para 1960:  $e_1^o - e_0^o = 2,3$  y como el límite es  $-1$ , entonces la distancia entre (columna x)  $-1$  y  $2,3$  es  $3,3$ . Ese es el camino por recorrer si se supone mortalidad infantil nula.

2ª columna: Para 1981:  $e_1^o - e_0^o = 0,5$ .  
(columna y) Entonces la distancia entre  $-1$  y  $0,5$  es  $1,5$ .

3ª columna: La diferencia entre 1960 y 1981:  $3,3 - 1,5 = 1,8$ .  
(columna z) Indica el efecto del aumento de la esperanza de vida en esos 20 años, el progreso realizado. El descenso de la mortalidad infantil en Bulgaria ha aumentado la esperanza de vida en  $1,8$  años entre 1960 y 1981.

El cuadro 12, que tiene el resumen del cuadro anterior, nos muestra el efecto de la desaparición de la mortalidad infantil sobre la esperanza de vida al nacer, en años y décimas de año, para los 36 países. Los países han sido agrupados de acuerdo con la distancia al límite en 1960. Hay un primer grupo de países, al que llamaremos grupo I, que incluye los países que están más lejos del límite. En la parte inferior el grupo que incluye Noruega, Suiza, Holanda, Suecia e Islandia, es el de los países que se estaban aproximando al límite, aunque en 1960 todavía estaban lejos de él. El gráfico 6 muestra esto de una manera más detallada. Se han representado solamente 5 curvas. La curva I incluye los 5 países que estaban en el tope de la tabla 12 (Yugoslavia, Portugal, Rumania, Polonia y Hungría), excepto Albania, para el cual no había datos. Otra curva representa los 5 países al final de la tabla, y ésta es la curva II. La curva III incluye a todos los otros países, excepto Japón y la URSS, que han seguido un camino diferente. Ya hemos discutido el caso de la URSS y les recuerdo que a partir de 1976 la extrapolación puede no ser realista. Japón, que estaba cerca del grupo de países de la curva III en 1960 está ahora por debajo de la curva del grupo II.

El cuadro 12 les da una idea de cuál ha sido la tendencia del efecto de la mortalidad infantil sobre la esperanza de vida al nacer. Veán que los países han seguido más o menos la misma tendencia. Excepto la URSS y Japón, los demás han sufrido decrecimientos proporcionales.

He podido elaborar una tabla similar para los países de América latina (cuadro 13). Aparecen allí los países de América latina, encabezados por el que tiene la mayor distancia al límite en 1960. Arriba de todo está Haití y, en el último lugar, Uruguay. Al comparar estos niveles con los de los países europeos que se mencionaron antes, se puede ver que en general en 1960 están todos sistemáticamente por encima de los países europeos, excepto aquellos que mostraban la más alta mortalidad infantil. Aparece, también en el cuadro 13, la situación en 1977 y el "ranking" de los países tanto en 1960 como 1977. Pocos países han modificado su rango. El caso de Chile es el más notable, ya que era el octavo país en 1960 y ha pasado ahora a ser décimocuarto. Otro caso similar es el de Costa Rica, que de un lugar catorce está ahora colocado en el dieciocho. En sentido contrario, Uruguay pasó de ser el país con la menor mortalidad infantil a un lugar dieciséis. Los demás países, tal como sucedió en Europa, han mantenido sus posiciones. Tanto se ha hablado de la baja de la mortalidad infantil en Cuba y, sin embargo, ésta no llama tanto la atención en la comparación de rangos, porque ya

Cuadro 11

DIFERENCIA ENTRE LA ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO Y LA ESPERANZA DE VIDA  
AL NACER ( $e_1^0 - e_0^0$ ) EN AÑOS Y DECIMAS DE AÑO, 1960-1981

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Bulgaria	2,3	1,7	1,7	1,6	1,3	1,2	1,3	1,4	1,1	1,2	1,0	0,8	0,9
Checoslovaquia	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Rep. Dem. Alemana	1,8	1,4	1,2	1,2	1,1	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Hungría	2,4	2,2	2,4	2,1	1,9	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
Polonia	3,0	2,9	2,9	2,5	2,4	2,0	1,8	1,8	1,4	1,5	1,4	1,1	1,1
Rumania	4,4	4,1	3,2	3,0	2,5	2,2	2,4	2,3	3,3	2,9	2,5	2,0	1,9
Estabilización de la mortalidad infantil al nivel de 1974													
URSS	1,6	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8
Estabilización de la mortalidad infantil al nivel de 1976													
Dinamarca	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	-0,1
Finlandia	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1
Islandia	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,2
Irlanda	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
Noruega	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	1,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1
Suecia	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2
Inglaterra y Gales	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Irlanda del Norte	0,9	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
Escocia	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
Albania <sup>a</sup>	← 4,8 →			← 5,1 →			← 5,1 →						
Chipre <sup>a</sup>													
Grecia	2,0	1,9	2,0	1,9	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,2	1,0	1,0
Israel	1,3	1,4	1,4	1,0	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8
Italia	2,1	1,9	2,0	1,9	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
Malta	1,7	1,2	1,5	1,4	1,4	1,4	1,1	0,9	1,0	0,7	1,0	0,7	0,2
Portugal	4,4	5,2	4,5	4,1	3,9	3,6	3,5	3,2	3,4	2,9	3,2	2,5	2,0
España	2,1	2,4	2,0	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6
Yugoslavia	4,8	4,3	4,6	4,4	4,2	4,0	3,4	3,4	3,1	3,0	2,9	2,5	2,1

a) Para Albania y Chipre, ver la nota del cuadro 14.

(Continuación Cuadro 11)

										Distancia hasta el límite		
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	En 1960 x	En 1981 y	Diferencia z
Bulgaria	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,4	0,5	0,5	3,3	1,5	1,8
Checoslovaquia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	1,7	1,2	0,5
Rep. Dem. Alemana	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	2,8	0,9	1,9
Hungría	1,4	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	3,4	1,5	1,9
Polonia	0,9	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	4,0	1,5	2,5
Rumania	1,7	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1		5,4	2,1	3,3
			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,6	2,0	0,6
URSS	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,6	2,9	-0,3
					1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2,6	2,2	0,4
Dinamarca	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	1,6	0,6	1,0
Finlandia	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	1,5	0,6	0,9
Islandia	-0,3	-0,1	-0,1	-0,4	-0,3	-0,2	-0,6	-0,4	-0,4	1,0	0,6	0,4
Irlanda	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,2	2,1	0,8	1,3
Noruega	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	1,4	0,6	0,8
Suecia	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	1,2	0,5 <sup>b</sup>	0,7
Inglaterra y Gales	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	1,6	0,9 <sup>b</sup>	0,7
Irlanda del Norte	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0		1,9	1,0	0,9
Escocia	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1		1,8	0,9 <sup>b</sup>	0,9
Albania <sup>a</sup>										5,8	sd	sd
Chipre <sup>a</sup>		1,0								sd	sd	sd
Grecia	0,9	0,8	0,8	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	3,0	1,2	1,8
Israel	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	2,3	1,1	1,2
Italia	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	3,1	1,1	2,0
Malta	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	2,7	1,1	1,6
Portugal	2,2	1,7	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9		5,4	1,9 b	3,5
España	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,2		3,1	0,8 b	2,3
Yugoslavia	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,4		5,8	2,4 b	3,4

a) Para Albania y Chipre, ver la nota del cuadro 14.

b) En 1980.

SD: Sin datos.

en 1960 Cuba aparecía con una mortalidad infantil baja. Es cierto que en este momento Cuba tiene la menor mortalidad infantil de la región, pero ya estaba en una situación privilegiada en términos relativos en 1960.

Cuadro 12

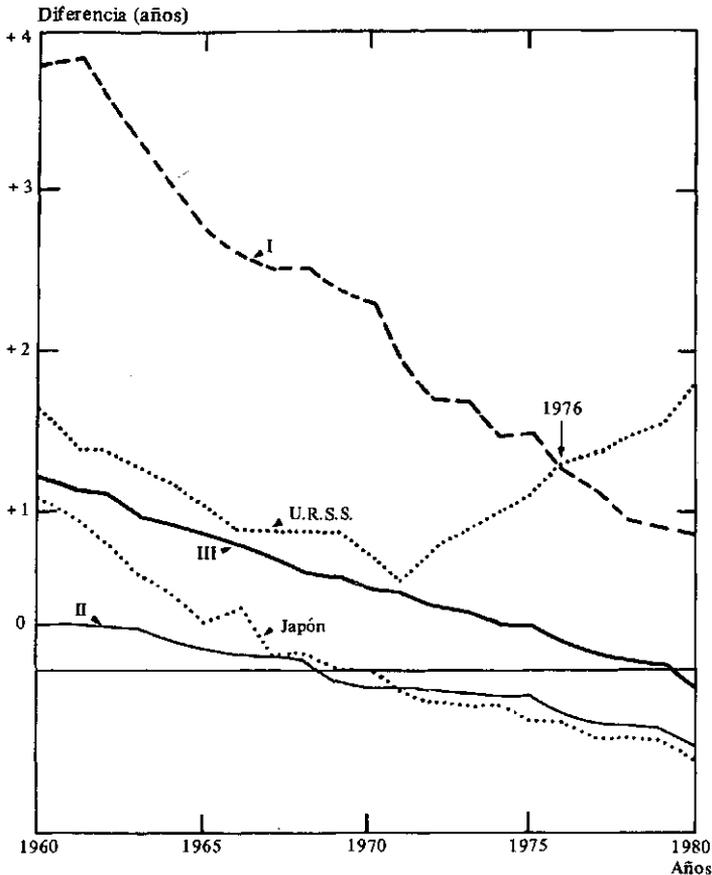
EFFECTOS DE LA DESAPARICION DE LA MORTALIDAD INFANTIL  
SOBRE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER  
(AÑOS Y DECIMAS DE AÑO)

Países	Distancia a recorrer		Distancia recorrida 1960-1981 (z)
	En 1960 (x)	En 1981 (y)	
Albania	5,8		
Yugoslavia	5,8	2,4	3,4
Portugal	5,4	1,9	3,5
Rumania	5,4	2,1	3,3
Polonia	4,0	1,5	2,5
Hungría	3,4	1,5	1,9
Bulgaria	3,3	1,5	1,8
España	3,1	0,8	2,3
Italia	3,1	1,1	2,0
Grecia	3,0	1,2	1,8
República Democrática Alemana	2,8	0,9	1,9
Malta	2,7	1,1	1,6
URSS	2,6	2,9	-0,3
Austria	2,6	0,9	1,7
República Federal de Alemania	2,4	0,9	1,5
Israel	2,3	1,1	1,2
Luxemburgo	2,2	1,0	1,2
Bélgica	2,2	0,9	1,3
Irlanda	2,1	0,8	1,3
Japón	2,1	0,5	1,6
Francia	2,0	0,7	1,3
Canadá	2,0	0,8	1,2
Irlanda del Norte	1,9	1,0	0,9
Estados Unidos	1,9	0,9	1,0
Escocia	1,8	0,9	0,9
Checoslovaquia	1,7	1,2	0,5
Dinamarca	1,6	0,6	1,0
Inglaterra y Gales	1,6	0,9	0,7
Nueva Zelanda	1,6	0,9	0,7
Finlandia	1,5	0,6	0,9
Australia	1,5	0,8	0,7
Noruega	1,4	0,6	0,8
Suiza	1,5	0,6	0,9
Holanda	1,3	0,6	0,7
Suecia	1,2	0,5	0,7
Islandia	1,0	0,6	0,4

Nota: Las cifras de la primera columna indican cuánto hubiera aumentado la esperanza de vida al nacimiento en 1960 si la mortalidad infantil hubiera desaparecido. Las cifras de la segunda columna indican el aumento en 1981; las de la tercera columna indican la distancia recorrida entre 1960 y 1981.

Gráfico 6

DIFERENCIA ENTRE LA ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO  
Y LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER ( $e_1^0 - e_0^0$ )  
EN AÑOS Y DECIMAS DE AÑO, 1960-1980



*Nota:* Cuando la mortalidad infantil desaparece, la diferencia es igual a  $-1$  año.

*Leyenda:*

- (I) Media de los 5 primeros países del cuadro 12: Yugoslavia, Portugal, Rumania, Polonia, Hungría.
- (II) Media de los 5 últimos países del cuadro 12: Noruega, Suiza, Holanda, Suecia, Islandia.
- (III) Media de los países del cuadro 12, excepto los 5 primeros, los 5 últimos, Japón y la URSS.

9. *Los resultados*

b) *La esperanza de vida a la edad uno*

Vuelvo ahora a la consideración de la esperanza de vida a la edad uno. En el cuadro 14 aparece la información, año por año, de los países industrializados. Otra vez para Albania y Chipre no se dispone casi de la información. Resulta posiblemente más cómodo mirar el gráfico 7, que resume lo que está en el cuadro 14. Aparecen allí cuatro líneas, dos corresponden a

Cuadro 13

**EFFECTO DE LA DESAPARICION DE LA MORTALIDAD  
INFANTIL SOBRE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER  
(AÑOS Y DECIMAS DE AÑO). AMERICA LATINA**

Países	Distancia al límite		Progreso de 1960 a 1977	Rango en 1960	Rango en 1977
	En 1960	En 1977			
Haití	9,3	6,9	2,4	1	2
Bolivia	8,4	7,7	0,7	2	1
El Salvador	8,1	5,5	2,6	3	5
Ecuador	8,0	5,3	2,7	4	7
Perú	7,8	6,6	1,2	5	3
Honduras	7,7	5,9	1,8	6	4
Nicaragua	7,5	5,4	2,1	7	6
Chile	7,3	3,0	4,3	8	14
Brasil	6,8	5,2	1,6	9	8
República Dominicana	6,7	4,5	2,2	10	10
Guatemala	6,3	4,9	1,4	11	9
México	5,7	4,1	1,6	12	11
Colombia	5,6	3,9	1,7	13	12
Costa Rica	5,4	2,2	3,2	14	18
Paraguay	4,9	3,2	1,7	15	13
Venezuela	4,8	3,0	1,8	16	15
Panamá	4,5	2,2	2,3	17	19
Cuba	4,2	1,9	2,3	18	20
Argentina	4,1	2,9	1,2	19	17
Uruguay	3,4	3,0	0,4	20	16

Fuente: Boletín Demográfico, Año XVII, Nº 33, CELADE, enero 1984.

Para 1960: Media de las tablas de vida 1955-1960 y 1960-1965. Media de las tablas de vida masculinas y femeninas.

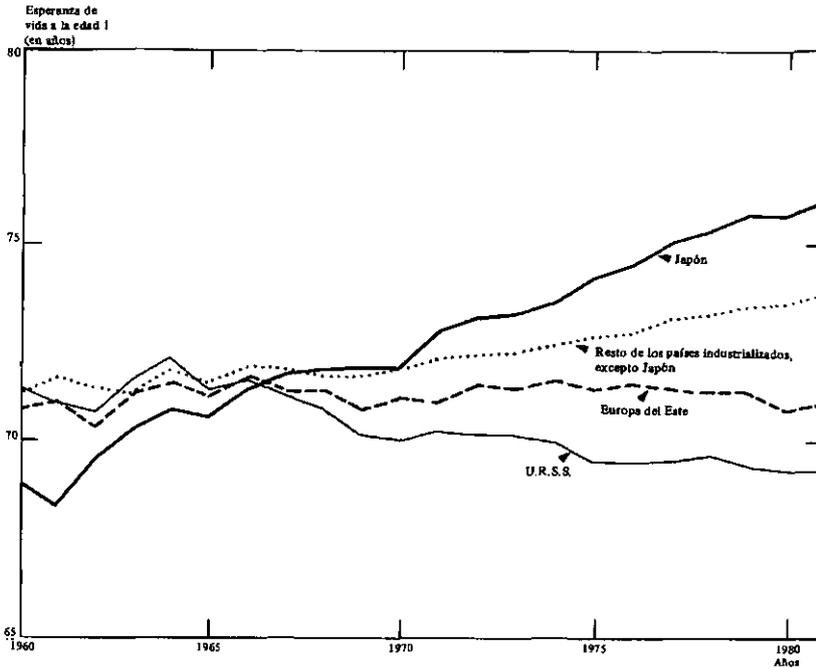
Para 1977: Tablas de vida 1975-1980. Media de hombres y mujeres.

agrupamientos de países y dos a países individuales. Los dos países son Japón y la URSS, que presentan tendencias peculiares. Europa del Este es una de las curvas y el resto de los países industrializados, exceptuando el Japón, es la otra. Vean que hacia 1965 este conjunto numeroso de países industrializados tenían más o menos el mismo nivel de mortalidad. A partir de 1965 comienzan a tener diferentes evoluciones y las diferencias entre los dos grupos crecen. En 1981, cuando escribí el artículo, no se veía ningún signo de una nueva convergencia en las tendencias.

En el gráfico 8 se pueden ver dos distribuciones, en 1965 y en 1980, de los países de acuerdo con su esperanza de vida a la edad uno. Se puede ver que en 1965 hay una distribución muy simétrica, es muy bonita y todos los países están más o menos en el mismo lugar. Si se observa ahora la parte correspondiente a 1980, se ve un grupo formado por la URSS, que está ahora al lado izquierdo, y Europa del Este, o sea, Hungría, Rumania, Polonia, Checoslovaquia y República Democrática Alemana, que están también al lado izquierdo. Luego está el resto de los países que también conforman una distribución de Gauss. Japón tiene una evolución diferente, estaba a la izquierda y ahora está al extremo derecho. Puede definirse

Gráfico 7

ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO EN LOS  
PAISES INDUSTRIALIZADOS  
1960-1981

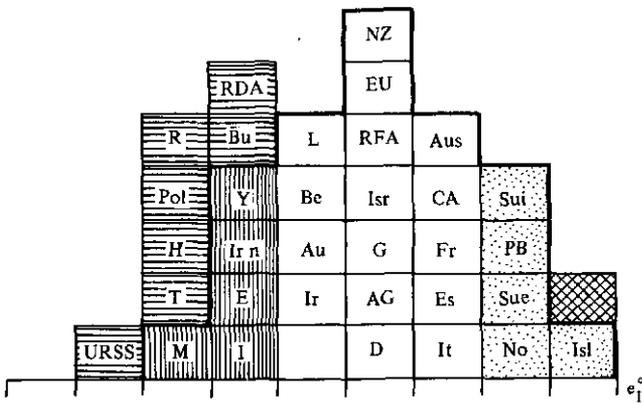
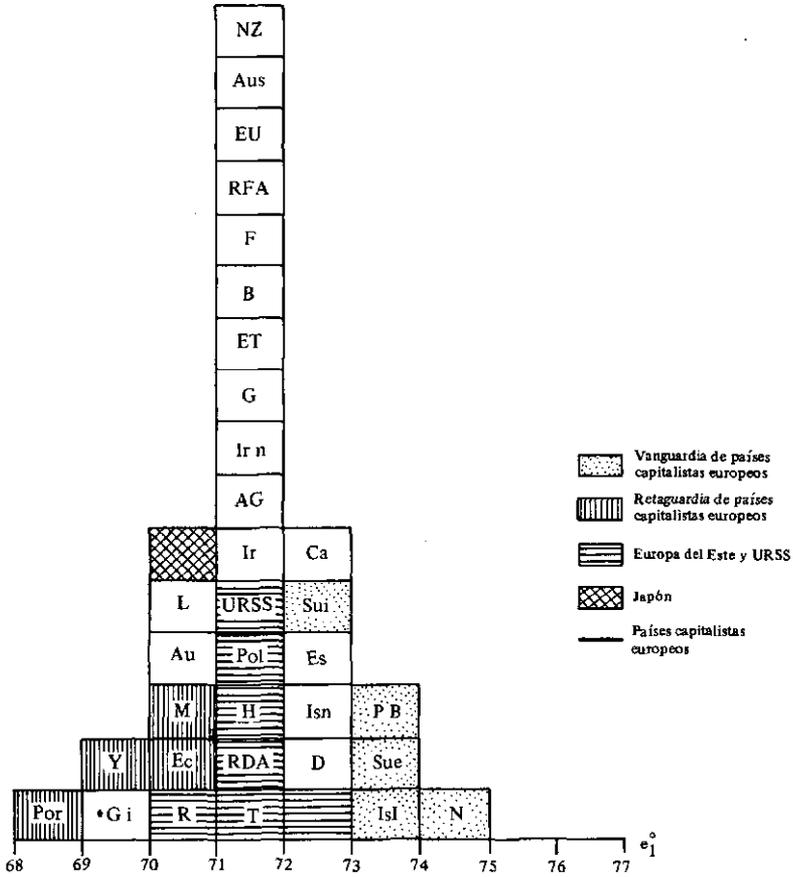


una vanguardia de los países europeos capitalistas como Suiza, Suecia, Noruega, Islandia y Holanda (representados por rectángulos punteados) y una retaguardia constituida por Yugoslavia, Irlanda, España, Portugal, Malta e Italia (rectángulo con rayado vertical).

En el gráfico 9 se puede ver la evolución de los países capitalistas. Se distingue la vanguardia, la retaguardia, el resto de los países capitalistas, Japón y también Europa del Este. Vean que la retaguardia capitalista en 1960 estaba por debajo de Europa del Este. Pero a través del tiempo casi no hay cambios en Europa del Este, la línea es horizontal, excepto un deterioro hacia el final, y la retaguardia está sobrepasando a Europa del Este. También se puede ver el caso de Japón, que es realmente espectacular, pues estaba por debajo de los países de la retaguardia y termina por encima de los de la vanguardia de los países capitalistas. En el gráfico 10 se presentan los países de Europa del Este y se puede ver que no tienen una tendencia definida. También está la URSS que en 1960 tenía una posición similar a la de Europa del Este, pero luego se sitúa por debajo. También se observa deterioro en Hungría y en Polonia, especialmente al final. Estos dos países, Hungría y Polonia, son muy conscientes de la situación y discuten abiertamente este problema que los perturba. En Hungría han lanzado un gran proyecto de análisis de la mortalidad financiado por el UNFPA para tratar de comprender lo que está pasando. También en la Unión Soviética tienen conciencia de lo que pasa. Para la URSS puede haber varias explicaciones del fenómeno. Puede ocurrir que parte se deba, simplemente, al hecho que no tiene que ver con la mortalidad, que ha mejorado el registro de muertes de las repúblicas del Este de la Unión Soviética. Si se ha hecho un esfuerzo de

Gráfico 8

DISTRIBUCION DE 35 PAISES INDUSTRIALIZADOS,  
SEGUN LA ESPERANZA DE VIDA A LA  
EDAD UNO EN 1965 Y 1980



Cuadro 14

## ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO DE 1960 A 1981 (o 1980)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Bulgaria	71,7	72,0	70,8	71,9	72,4	72,2	72,3	71,5	72,4	71,3	72,3	71,5	71,7	72,4	72,1	71,7	72,2	71,6	72,0	72,0	71,7	71,7
Checoslovaquia	71,2	70,9	70,6	71,1	71,2	71,0	71,1	71,1	70,8	70,3	70,2	70,3	70,8	70,5	70,6	70,9	71,0	71,0	70,9	71,1	70,7	71,0
Rep. Democrática de Alemania	70,7	70,9	70,8	71,4	71,3	71,3	71,4	71,4	70,9	70,8	71,0	71,4	71,5	71,6	71,9	71,4	71,6	71,9	71,8	71,6	71,2	71,6
Hungría	70,9	71,7	70,7	71,5	71,8	71,4	72,2	71,6	71,3	71,4	71,2	71,1	71,6	71,2	71,2	71,1	71,2	71,3	70,6	70,8	70,2	69,9
Polonia	70,6	70,6	70,3	71,0	71,1	71,5	71,9	71,3	72,0	71,5	71,7	71,3	71,4	72,3	72,4	71,9	71,9	71,6	71,3	71,6	70,7	71,5
Rumanía	70,3	70,1	69,1	70,8	71,0	70,3	71,3	70,5	71,0	69,8	70,6	70,5	71,0	70,3	71,4	71,3	70,9	71,2	71,2	71,1	70,4	
Media Europa del Este	70,9	71,0	71,4	71,3	76,5	74,3	72,7	71,3	71,4	70,8	71,1	71,0	71,5	71,4	71,6	71,4	71,5	71,4	71,3	71,4	70,7	(71,0)
Estabilización de la mortalidad infantil al nivel de 1974																69,5	69,3	69,4	69,4	69,0	69,0	69,0
URSS	71,4	71,0	70,7	71,6	71,1	71,4	71,6	71,1	70,9	70,1	70,0	70,2	70,1	70,1	70,0	69,5	69,5	69,5	69,6	69,4	69,3	69,3
Estabilización de la mortalidad infantil al nivel de 1976																		69,5	69,6	69,3	69,1	69,1
Dinamarca	72,8	73,2	72,7	72,1	72,8	72,9	73,4	73,5	73,5	73,7	73,4	73,4	73,3	73,5	73,6	73,9	73,6	74,5	74,2	73,9	73,8	73,8
Finlandia	69,5	69,4	69,1	69,4	69,4	69,1	69,4	69,7	69,7	69,7	70,3	69,9	70,6	70,8	70,9	71,4	71,5	72,0	72,4	72,6	72,8	73,0
Islandia	74,1	73,6	73,9	73,4	73,7	74,0	73,4	73,6	73,7	73,6	73,7	73,6	74,2	74,5	74,9	74,6	76,2	76,1	76,1	76,2	76,2	76,2
Irlanda	71,6	70,6	71,0	71,1	71,6	71,5	70,7	72,1	71,4	70,2	71,2	71,9	71,2	71,4	71,2	72,0	72,0	72,0	72,6	73,0	72,9	73,1
Noruega	73,9	73,9	73,8	73,0	72,4	74,0	74,0	73,2	73,0	72,9	74,1	74,2	74,3	74,4	74,4	74,6	74,8	75,1	75,1	75,2	75,4	75,7
Suecia	73,3	73,7	73,5	73,7	73,8	73,9	74,1	74,2	74,0	74,0	74,4	74,4	74,5	74,6	74,7	74,1	74,5	75,0	75,1	75,2	75,3	75,3
Inglaterra y Gales	71,9	71,4	71,6	71,3	71,7	71,9	71,9	72,4	72,1	72,0	72,3	72,7	72,2	72,4	72,7	73,0	72,7	73,4	73,3	73,3	73,7	73,7
Irlanda del Norte	70,9	70,5	71,5	70,9	71,5	71,4	70,9	72,4	71,5	71,2	71,2	71,4	70,8	70,3	70,4	71,0	70,8	71,0	71,7	71,4	71,6	
Escocia	70,2	69,8	69,8	70,7	70,4	70,2	70,1	71,0	70,5	70,5	70,5	71,0	70,7	70,9	70,8	71,3	71,1	71,6	71,2	71,2	71,8	
Media Europa del Norte	72,1	71,8	71,9	71,8	71,9	72,1	72,0	72,5	72,2	72,0	72,3	72,5	72,5	72,5	72,6	72,9	73,0	73,4	73,5	73,6	73,7	(74,4)
Albania <sup>a</sup>	← 70,0 →		← 70,0 →		← 71,0 →								72,5									
Chipre <sup>a</sup>																						
Grecia	71,5	71,0	70,8	70,8	71,7	71,6	72,0	72,0	72,4	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,6	73,3	73,3	73,4	73,7	73,8	73,7	73,8
Israel	72,9	73,1	73,7	73,5	73,2	72,4	73,2	72,9	71,9	71,9	72,1	72,5	72,3	72,4	72,4	72,8	73,5	73,3	73,5	73,8	73,7	74,5
Italia	71,7	72,2	71,4	71,4	72,1	71,6	72,4	72,3	71,8	72,0	72,7	72,1	74,4	73,0	73,4	73,1	73,4	73,7	74,1	74,2	74,2	74,3
Malta	70,4	70,0	70,6	70,1	71,3	70,8	70,9	70,7	71,6	71,3	71,4	71,4	72,0	70,8	71,4	71,0	70,8	70,5	70,2	71,5	70,7	72,1
Portugal	68,4	68,3	68,6	68,4	68,9	68,3	68,5	69,4	69,8	69,2	70,5	69,5	70,7	70,2	70,4	70,8	70,5	72,0	71,5	70,2	71,0	
España	71,5	72,3	71,5	71,8	72,5	72,7	72,3	72,5	72,9	72,1	73,1	72,3	73,4	72,9	73,1	73,4	73,5	73,4	73,3	74,4	74,7	
Yugoslavia	67,2	69,8	67,4	69,9	69,1	69,9	71,1	70,0	70,2	69,3	70,3	70,6	70,1	71,0	71,4	71,1	71,5	71,7	71,4	71,7	71,2	
Media Europa del Sur	70,5	71,0	70,6	70,8	71,1	70,9	71,5	71,4	71,5	71,3	71,9	71,8	72,1	71,9	72,4	72,2	72,4	72,6	72,5	73,1	72,7	(73,7)
Austria	70,1	71,0	70,4	70,5	71,1	70,0	71,2	70,9	70,9	70,7	70,8	71,0	71,3	71,8	71,8	71,8	71,9	72,3	72,3	72,6	72,5	72,5
Bélgica	71,2	72,2	71,6	71,3	72,2	71,7	71,7	71,9	70,9	71,2	71,6	71,7	72,0	72,0	72,2	72,1	72,2	73,0	72,6	73,0	72,9	73,2
Francia	71,3	71,6	71,2	71,2	72,0	71,8	72,1	72,0	72,0	71,6	72,4	72,4	72,6	72,6	72,9	72,9	73,1	73,7	73,8	74,0	74,0	73,8
Rep. Federal de Alemania	70,4	71,1	71,1	70,7	71,4	71,1	71,2	71,2	70,7	70,7	71,1	71,4	71,4	71,6	72,0	71,7	72,4	72,9	72,7	73,0	73,2	72,9
Luxemburgo	70,2	71,1	69,7	70,3	70,6	70,1	69,8	69,7	69,7	69,5	70,0	69,6	71,0	71,0	70,9	70,9	70,6	72,0	71,8	72,8	74,6	72,6
Holanda	73,6	73,8	73,5	73,2	73,9	73,7	73,7	73,8	73,7	73,6	73,5	73,8	73,7	74,1	74,4	74,3	74,6	74,9	74,9	75,3	75,4	75,1
Suiza	72,6	72,9	72,2	71,5	74,7	72,5	72,7	73,0	72,3	72,6	73,3	74,0	74,6	74,0	73,9	75,0	74,8	75,2	75,1	75,1	75,1	75,1
Media Europa Central	71,3	72,0	71,4	71,2	72,0	71,6	71,8	71,8	71,5	71,4	71,8	72,0	72,4	72,4	72,6	72,7	72,8	73,4	73,3	73,7	73,7	73,7
Japón	68,9	68,4	69,5	70,4	70,8	70,6	71,4	71,6	71,8	71,9	71,9	72,8	73,1	73,2	73,5	74,2	74,5	75,0	75,3	75,8	75,7	76,1
Canadá	72,0	72,2	72,2	72,1	72,7	72,4	72,7	72,9	73,0	73,0	73,1	73,2	73,1	73,2	73,4	73,5	73,9	74,0	73,9	74,1	74,2	74,4
Estados Unidos	70,8	71,1	70,9	70,8	71,1	71,1	71,0	71,3	70,9	71,1	71,3	71,5	71,6	71,7	72,3	72,9	73,0	73,3	73,5	74,0	73,7	74,1
Australia	71,6	71,6	71,5	71,5	71,0	71,4	71,9	71,4	70,7	71,3	70,7	71,5	71,1	72,1	71,8	72,7	72,8	73,3	73,5	74,0	74,3	74,3
Nueva Zelandia	71,9	71,6	71,6	71,4	71,5	71,5	71,2	72,1	72,3	71,5	71,5	71,8	71,9	71,7	72,1	72,3	72,4	72,2	73,0	72,7	73,0	73,1
Media Europa de Ultramar	71,6	71,6	71,6	71,4	71,6	71,6	71,7	71,9	71,7	71,8	71,7	72,0	71,9	72,2	72,4	72,9	73,0	73,2	73,5	73,7	73,8	74,0

<sup>a</sup> Anuario Demográfico de Naciones Unidas. Edición especial: Suplemento retrospectivo. Publicación de la N.U. N° de venta E/E.79, XIII.8. Véase la página 553 para Albania y 552 para Chipre. Hemos tomado las medias de las esperanzas de vida femenina y masculina a la edad uno.

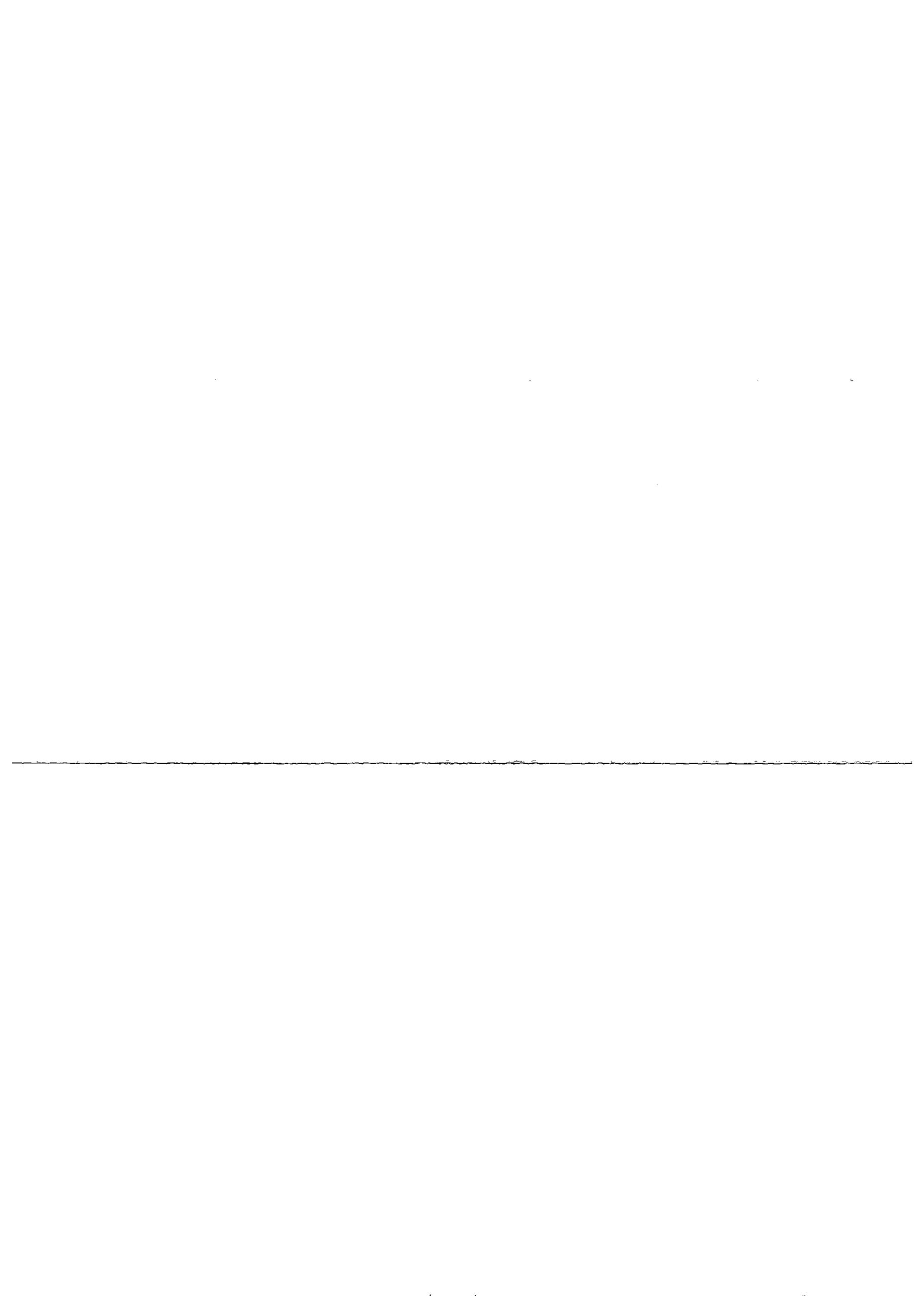
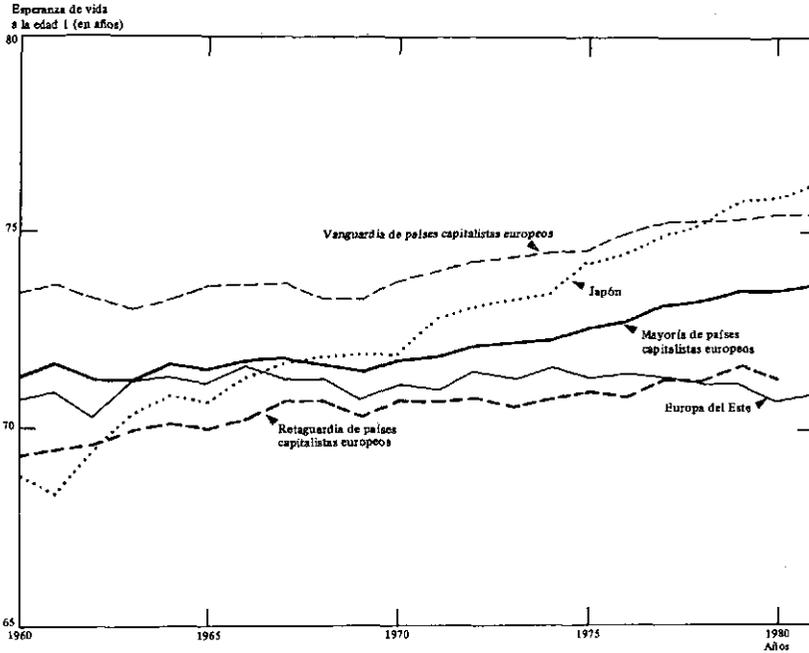


Gráfico 9

ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO EN  
EUROPA Y JAPON, 1960-1981



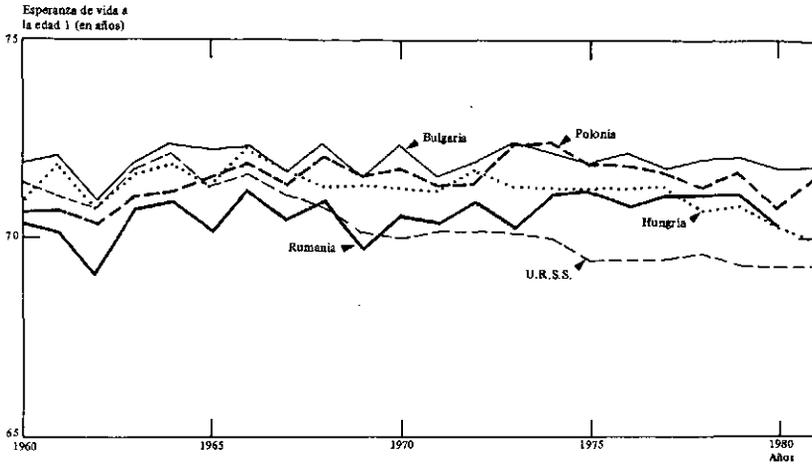
registrar las muertes en forma más completa, ello, por supuesto, aumentará las tasas de mortalidad y disminuirá la esperanza de vida. Si se analizan series de mortalidad de las Repúblicas Asiáticas, se encuentran variaciones erráticas, definitivamente los datos no son buenos; un mejoramiento del registro desde luego da la impresión de aumento de la mortalidad. De todas maneras, la situación no es buena, porque significa que las condiciones de salud no eran tan satisfactorias como se decía. Por eso han dejado de publicar. De todas maneras esto no lo explica todo, porque en lugares de la URSS como la Rusia europea y las Repúblicas del Báltico, donde los registros eran buenos, también se ve una tendencia al aumento de la mortalidad. Quizás hayan ustedes leído un artículo en *Population and Development*, la publicación del Population Council, que trata de explicar este problema. El hecho de que este fenómeno también se observe en Polonia y Hungría y quizás también en Rumania (Rumania suspendió la publicación y los datos más recientes son los de 1979; los que se tienen para 1980 y 1981 muestran deterioro) y en la República Democrática Alemana (donde se ve un pequeño deterioro al final), sugiere que se trata de algo vinculado al modo de vida de estos países.

10. Mortalidad masculina y femenina

Sería interesante ver si las tendencias que se presentaron para ambos sexos se dan de manera diferente para hombres y mujeres. Para ello podría repetirse todo lo que se ha hecho hasta acá. El único problema sería que tanto las tasas brutas de mortalidad como las tasas brutas de

Gráfico 10

ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO EN EUROPA  
DEL ESTE Y LA URSS, 1960-1981

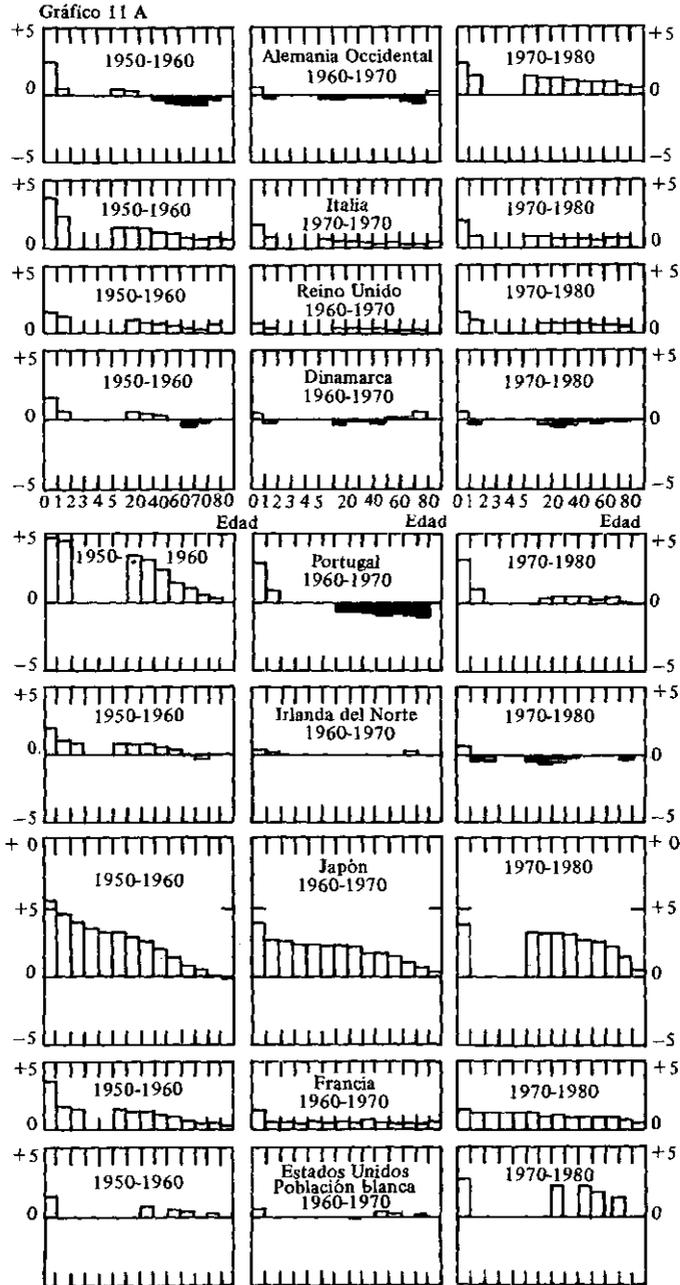


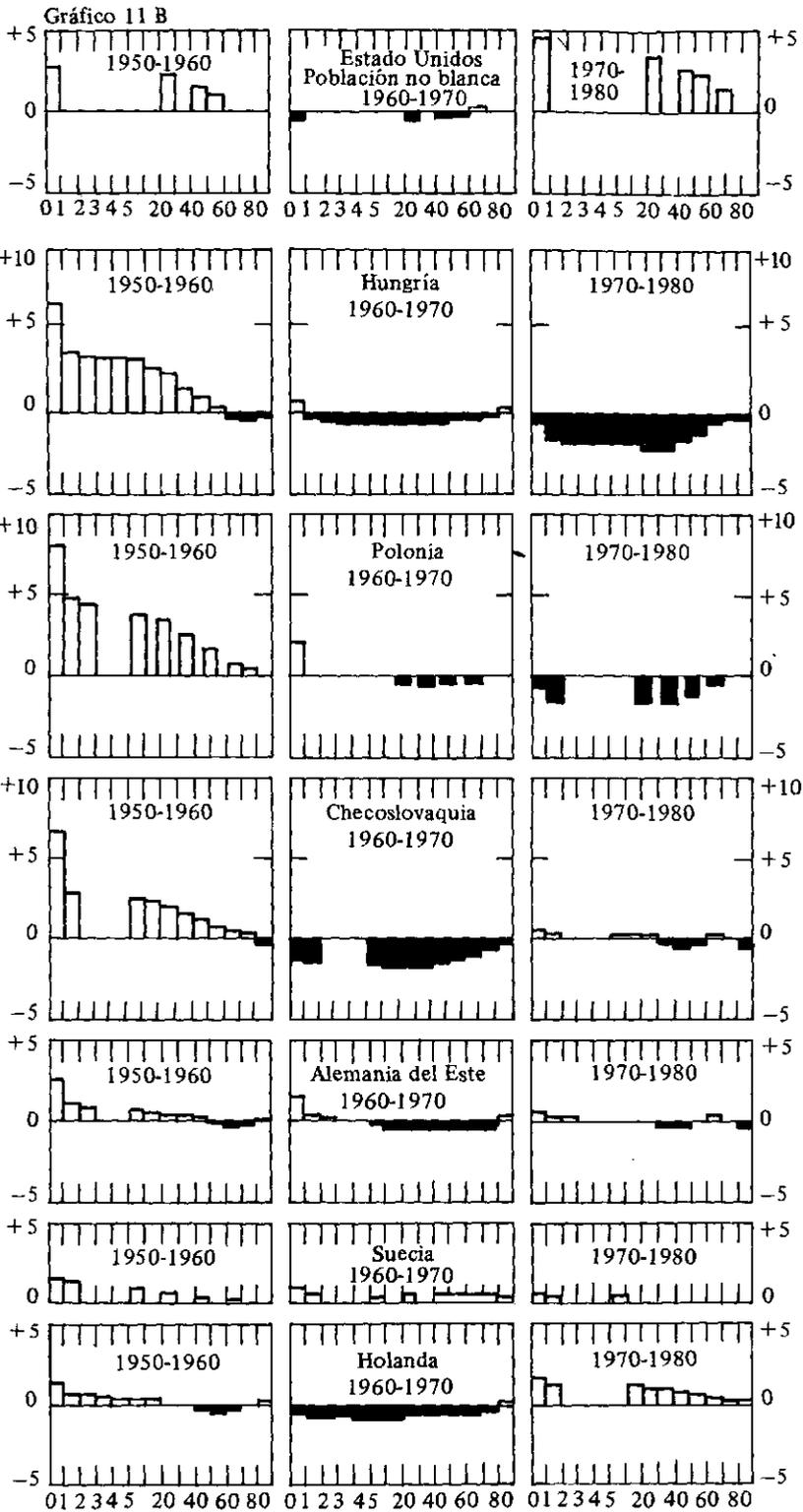
natalidad y las tasas de mortalidad infantil por sexo no se conocen rápidamente; hay que esperar que tales datos estén disponibles y entonces se perdería la mayoría de las ventajas del método.

Demandaría también mucho trabajo repetir todo el proceso. Entonces para analizar los cambios por sexo limité el análisis a los países que publican la esperanza de vida por sexo para diferentes edades alrededor de tres años, 1950, 1960 y 1980. No quedaron entonces muchos países pero, en cambio, se extendió la comparación a un período más: 1950-1960, 1960-1970 y 1970-1980. Los resultados se muestran en el cuadro 15, pero se pueden ver con más facilidad en los gráficos 11A y 11B, para hombres y 12A y 12B para mujeres. En cada gráfico hay tres columnas que corresponden a 1950-1960, 1960-1970 y 1970-1980. En cada columna se ve la variación en la esperanza de vida en el período decenal correspondiente, para diferentes edades. En el eje de las abscisas están las edades y en las ordenadas las ganancias o pérdidas en esperanza de vida, expresadas en años. Las áreas negras indican pérdida y las blancas, ganancia. Vemos en la figura 11A que en casi todos los países para el período 1950-1960 hubo ganancias en las diferentes edades, salvo algunas excepciones en algunas edades de la República Federal de Alemania (más allá de los 40 años) y en las edades extremas de Dinamarca e Irlanda del Norte. En el período 1960-1970 continúa el progreso, pero es mucho menor que en la década anterior. Es un período durante el cual en Europa, y más generalmente en todos los países desarrollados, los avances en esperanza de vida se han visto reducidos respecto al período precedente. En algunos casos la situación se revirtió completamente. Por ejemplo, Portugal, que mostraba ganancias importantes entre 1950 y 1960, tiene pérdidas entre 1960 y 1970. Incluso aparecen pérdidas, aunque pequeñas, en la población blanca de Estados Unidos. También Dinamarca muestra pérdidas en casi todas las edades (en el período 1950-1960 las pérdidas eran mucho más circunscritas). En la República Federal de Alemania, la tendencia a la subida de la mortalidad ya manifiesta en 1950-1960 continúa en 1960-1970.

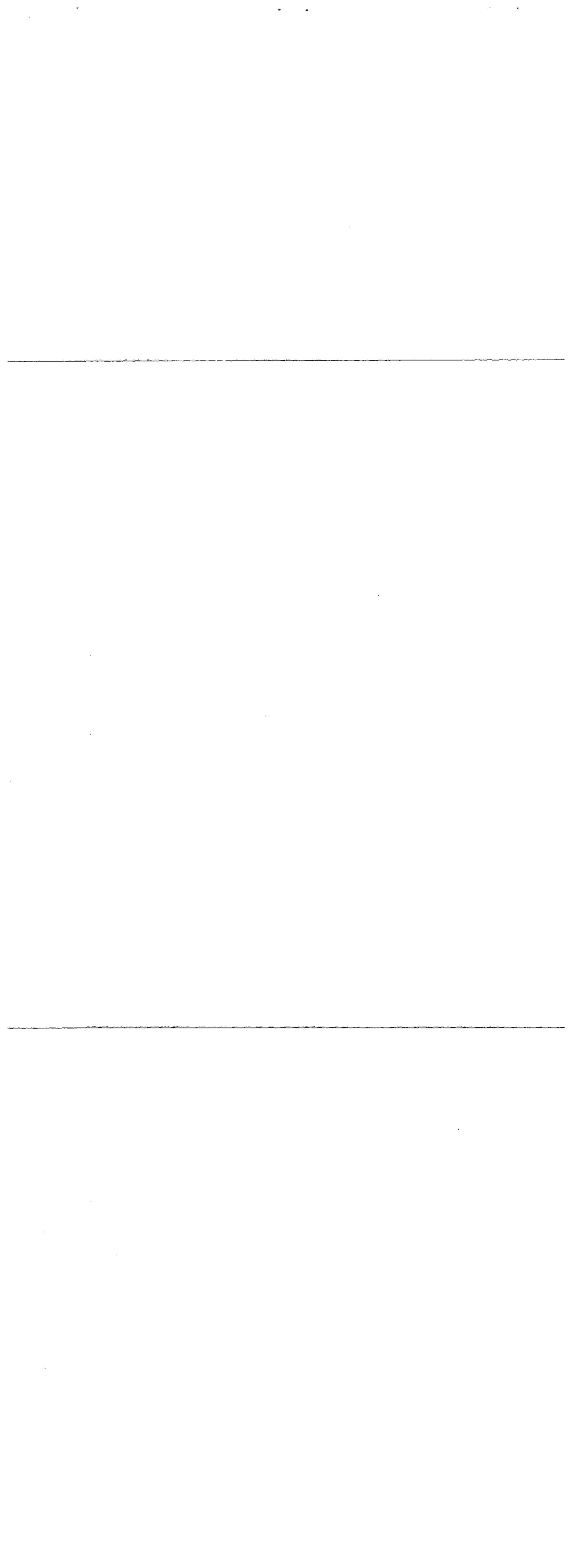
Gráficos 11A y 11B

GANANCIAS Y PERDIDAS EN ESPERANZA DE VIDA  
(EN AÑOS) A DIFERENTES EDADES.  
HOMBRES, 1950-1960, 1960-1970 Y 1970-1980









En el último período (1970-1980) se da, en casi todas partes, una recuperación. Después de una etapa negativa entre 1960 y 1970, hay un movimiento ascendente en la esperanza de vida. Esto es claro para los países capitalistas (siempre analizando el sexo masculino), pero algo muy distinto sucede en Europa Oriental. Los casos de Hungría y Polonia son los más dramáticos, ya que las pérdidas de 1960-1970 continúan en forma más acentuada en el último período. Los casos de Checoslovaquia y la República Democrática Alemana son algo diferentes, pues en 1970-1980 se revierte en algo la tendencia negativa del período anterior, pero igualmente contrastan con países como Holanda, donde la recuperación es mucho más clara.

Para el sexo femenino tenemos los gráficos 12A y 12B. Se ven, por supuesto, muchas menos áreas oscuras, excepto en Hungría. En Hungría aun las mujeres comenzaron a perder esperanza de vida entre 1970 y 1980. Pero, en general, se tiene el mismo panorama que para los hombres, de una desaceleración entre 1960 y 1970 y una recuperación posterior.

### 11. *Un resumen: la esperanza de vida a la edad treinta*

El cuadro 16 resume, en cierto modo, lo mostrado en los gráficos. Se muestra allí el cambio en la esperanza de vida a la edad 30, entre 1960 y 1980, para cada sexo. Si miran la porción superior (Hungría, Polonia, Checoslovaquia y la República Democrática Alemana), verán que en todos los países de ese grupo la esperanza de vida de los hombres a la edad 30 ha disminuido considerablemente. En contraste, los países que se listan en el segundo panel (excepto Dinamarca), han tenido ganancias en dicha esperanza de vida. Lo mismo los países de la "vanguardia" (Suecia y Holanda), aunque no así los de la "retaguardia" (Irlanda del Norte y Portugal).

Para las mujeres las diferencias son quizás más notables, porque las ganancias en Europa Oriental son muy pequeñas, mientras que las de los países capitalistas son fantásticas: obsérvese Francia (3,4) y Suecia (3,1) en contraste con Hungría (0,6).

He preparado un cuadro similar (cuadro 17) para América Latina, donde se muestra la esperanza de vida a la edad 30 entre 1950-1955 y 1975-1980. Miren las columnas correspondientes a los hombres, por ejemplo, y compárenlas con Hungría. En Hungría los hombres tenían en 1980 una esperanza de vida a los 30 años de 39 años; si miran a América Latina, verán muchos países en los cuales dicha esperanza de vida supera los 39 años. Hungría estaría ubicada entre los países peor situados en América Latina, tales como Perú, Nicaragua, etc. Es realmente sorprendente lo que ha pasado.

### 12. *Las causas de muerte*

Después de estudiar a ambos sexos, estuve tentado de analizar las causas de muerte. Este es un campo difícil, pues la Organización Mundial de la Salud revisa sus clasificaciones cada 10 años y los datos no son exactamente comparables. Cuando estaba escribiendo el artículo recibí una publicación de la OMS que comparaba las muertes debidas a enfermedades del aparato circulatorio (enfermedades cardiovasculares) entre 1969 y 1977, el intervalo entre dos revisiones. Si miran el gráfico 13, verán las tendencias de la mortalidad masculina por las causas antedichas para los países de Europa del Este más Yugoslavia (que sigue la misma tendencia en lo que respecta a estas enfermedades) por un lado, y por otro, para los países capitalistas europeos y Japón. Se ve muy claramente que este tipo de mortalidad está decreciendo para los países capitalistas de Europa, y todavía en forma más notable también en Japón. La misma mortalidad, sin embargo, está aumentando en Europa Oriental. Parece que las causas de las variaciones y diferencias que hemos estado analizando podrían encontrarse en

Gráficos 12A y 12B

**GANANCIAS Y PERDIDAS EN ESPERANZA DE VIDA  
(EN AÑOS) A DIFERENTES EDADES.  
MUJERES, 1950-1960, 1960-1970 Y 1970-1980**

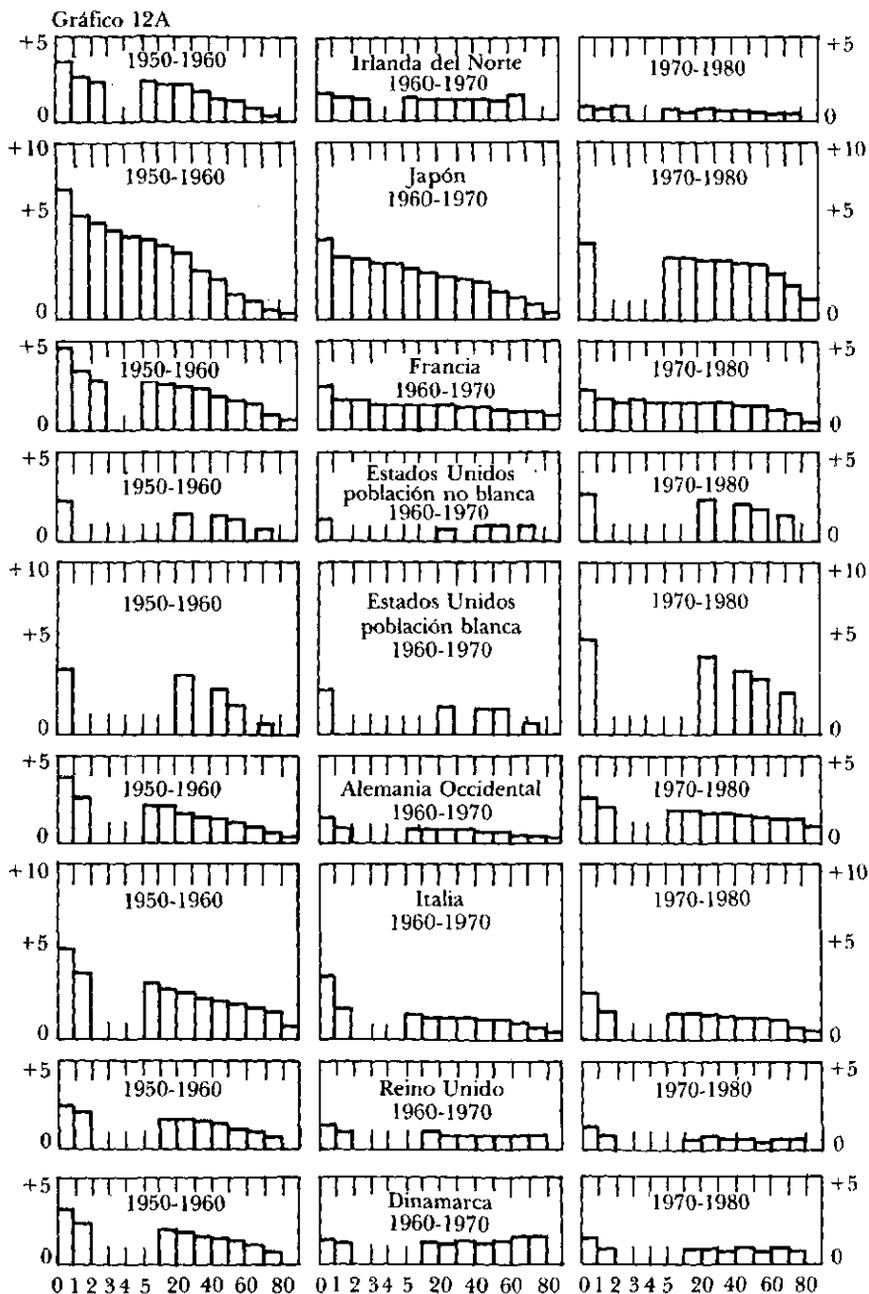
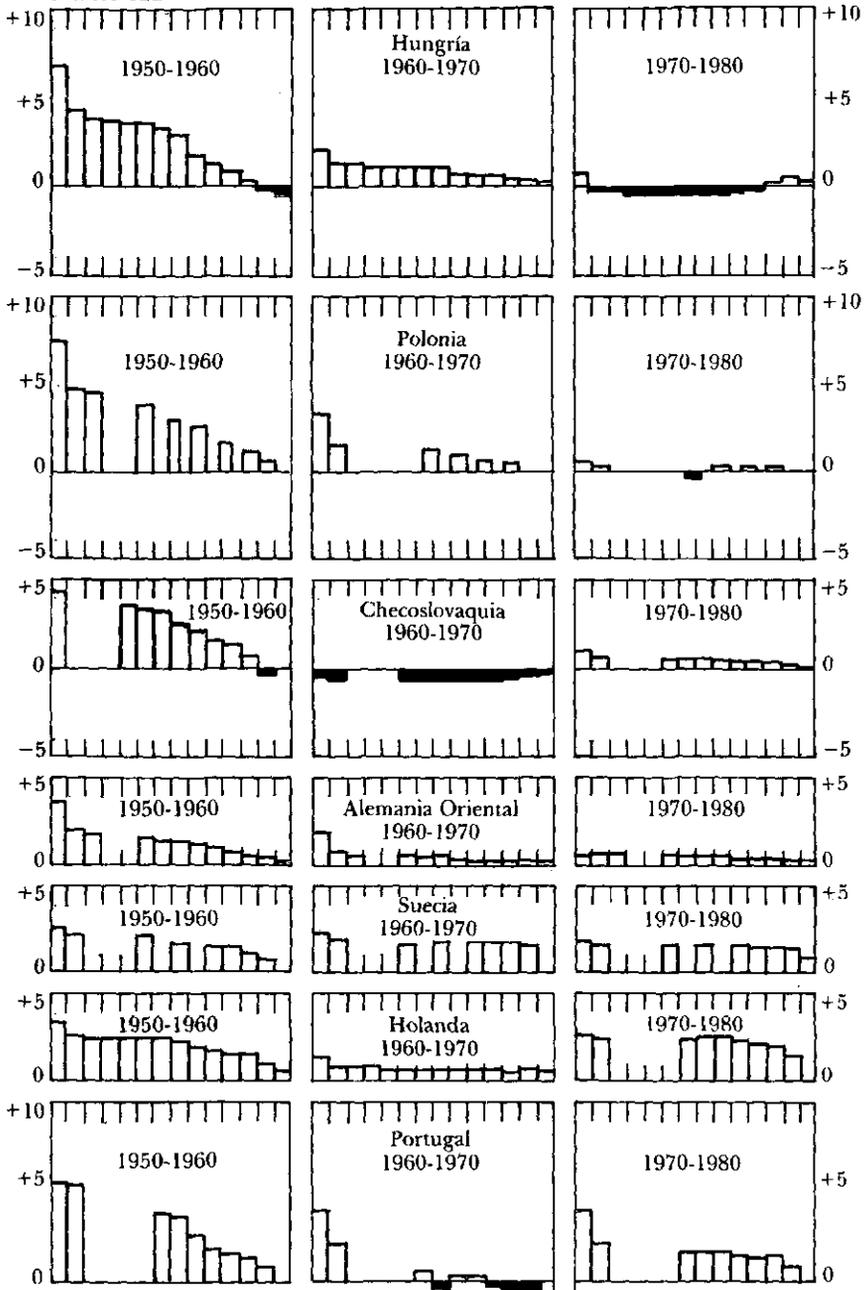


Gráfico 12B



Cuadro 16

**EVOLUCION DE LA ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD TREINTA  
ENTRE 1960 Y 1980 (EN AÑOS. Y DECIMAS DE AÑO). EUROPA**

Países	Hombres			Mujeres		
	1960	1980	Variación 1960-1980	1960	1980	Variación 1960-1980
Hungría	41,9	39,0	-2,9	44,9	45,5	+0,6
Polonia	41,1	39,2	-1,9	45,5	46,6	+1,1
Checoslovaquia	41,2	39,4	-1,8	45,6	45,7	+0,1
República Democrática Alemana	41,4	41,1	-0,3	45,1	46,3	+1,2
Francia	40,5	42,4	+1,9	46,4	49,8	+3,4
Estados Unidos (blancos)	41,0	43,2	+2,1	46,7	50,0	+3,3
Estados Unidos (no blancos)	37,2	39,4	+2,2	41,2	47,1	+5,9
República Federal de Alemania	41,1	42,1	+1,0	45,5	48,1	+2,6
Italia	42,3	43,3	+1,0	46,4	49,3	+2,9
Reino Unido	40,9	42,1	+1,2	46,0	47,7	+1,7
Dinamarca	43,4	43,0	-0,4	46,5	48,4	+1,9
Suecia	44,0	44,4	+0,4	46,8	49,9	+3,1
Holanda	44,0	44,2	+0,2	47,3	50,4	+3,1
Irlanda del Norte	40,8	40,6	-0,2	44,7	46,3	+1,6
Portugal	41,2	41,5	+0,3	45,9	47,6	+1,7

Nota: Las esperanzas de vida no corresponden siempre exactamente a los años 1960 y 1980.

gran parte en las tendencias de esta causa de muerte. Claro está que esto todavía no explica nada, ya que todavía nos queda por explicar por qué las enfermedades cardiovasculares aumentan en Europa Oriental y disminuyen en el resto de los países.

Volveremos en una próxima conferencia sobre el tema de las enfermedades cardiovasculares. Pero yo pregunté a algunos médicos el por qué de la disminución. Me dijeron que ha sido descubierta una droga poderosa para el tratamiento de la alta presión sanguínea, lo que prevendría la muerte por enfermedades cardiovasculares. Pero, ¿cómo se puede explicar que estas drogas no sean usadas en Europa Oriental? No parece ésta la explicación, quizás se trate de diferentes formas de vida.

### Comentarios:

**Pregunta.** ¿Por qué se trabaja con la proporción de población de 65 años y más y no otro límite de edad?

**Respuesta.** Se está trabajando con población de países desarrollados, donde más del 60% de las muertes ocurren en la población por encima de los 60 años; aplicando la mortalidad por edad a la población estándar, donde también hay alta proporción de población en las edades donde las tasas son altas, se obtiene una concentración de muertes sobre los 60 años que también afecta a la tasa bruta de mortalidad. Esto produce una relación muy estrecha entre la

Cuadro 17

ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD TREINTA ENTRE 1950-1955  
Y 1975-1980 (EN AÑOS Y DECIMAS DE AÑO). AMERICA LATINA

Países	Hombres			Mujeres		
	1950-1975	1975-1980	Variación	1950-1975	1975-1980	Variación
Cuba	38,3	45,2	6,9	41,7	47,4	5,7
Costa Rica	38,7	43,4	4,7	40,2	47,2	7,0
Panamá	37,4	43,4	6,0	38,7	45,7	7,0
El Salvador	35,3	41,3	6,0	37,9	44,8	6,9
Uruguay	39,5	41,2	1,7	44,8	46,8	2,0
Venezuela	36,6	41,1	4,5	38,6	45,6	7,0
México	35,8	40,7	4,9	38,8	44,1	5,3
Brasil	35,9	40,7	4,8	37,4	42,5	5,1
Argentina	38,4	40,5	2,1	42,9	46,5	3,6
Paraguay	35,9	40,3	4,4	37,5	42,9	5,4
Ecuador	36,6	40,2	3,6	37,2	41,8	4,6
Chile	35,9	39,9	4,0	39,3	45,3	6,0
Honduras	32,8	39,8	7,0	34,7	40,7	6,0
Colombia	36,1	39,8	3,7	38,5	42,6	4,1
Guatemala	33,4	39,7	6,3	35,0	40,9	5,9
República Dominicana	32,9	39,1	6,2	35,9	42,0	6,1
Perú	34,7	39,0	4,3	36,8	41,9	5,1
Nicaragua	31,5	38,9	6,4	34,0	39,8	5,8
Bolivia	33,3	36,0	2,7	35,9	38,1	2,2
Haití	33,3	35,4	2,1	34,4	36,5	2,1

Fuente: Boletín Demográfico, año XVII, N° 33, CELADE, enero 1984.

estandarizada y la observada. Las tasas de las edades jóvenes son bajas y ellas no tienen un peso importante en la composición de la tasa bruta de mortalidad.

**Pregunta.** ¿Afecta el usar una población más joven como estándar?

**Respuesta.** Sí afecta. Se obtiene una tasa de mortalidad diferente. También se obtiene otra curva más joven.

El gráfico 14A da la proporción observada de viejos, 65 y más, que no cambia, porque es un dato observado, en la abscisa y en la ordenada da el cociente de la tasa estandarizada sobre la tasa bruta de mortalidad que ciertamente va a cambiar si se usa como estándar una población más joven, pues se obtendría un  $k$  menor. Recuérdese que  $k$  es el cociente de la tasa estandarizada, que ahora tiene una población más joven, y la tasa bruta de mortalidad. Esos valores hubieran sido sistemáticamente menores que los que se obtendrían con una población más envejecida que la francesa (el ejercicio se hizo para Francia). Todo el trazado hubiera sido una línea por debajo de la línea I, lo que he llamado línea II. Al transformar ahora el valor de  $v$ , un valor observado único, en uno y otro caso obtenemos

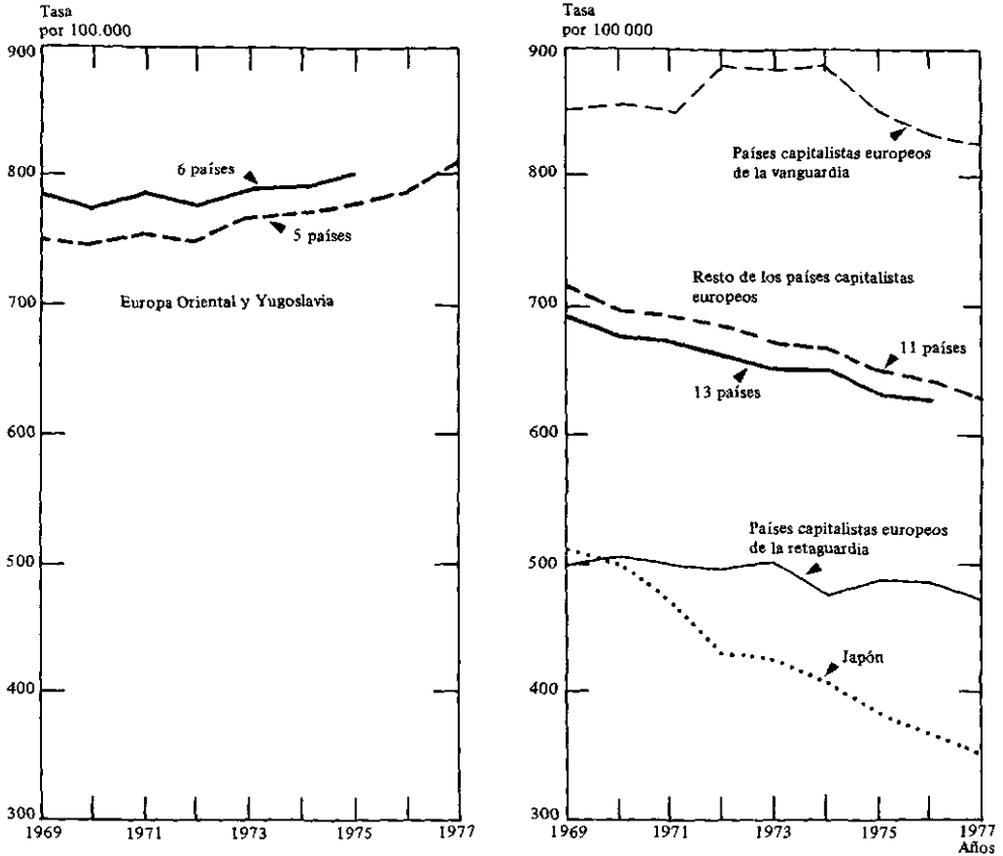
$$mk_j > mk_{II}$$

Cuando se pasa al gráfico 14B para obtener la esperanza de vida a la edad 1, en lugar de la línea I que sería lo observado para Francia, se obtiene una estimación por debajo (línea II).

$$(e_i^o)_I > (e_i^o)_{II}$$

Gráfico 13

**HOMBRES: TASAS COMPARATIVAS DE MORTALIDAD DE 60-69 AÑOS POR ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES 1969 A 1977**



Lo que se espera es que por efecto de las compensaciones, las dos estimaciones de  $e_1^o$  no sean muy diferentes.

**Pregunta.** Se plantea que el contraste entre el nivel de mortalidad de los países socialistas y el de los capitalistas de Europa no se repite en América Latina. También hay una diferencia entre el único país socialista, Cuba, y el resto, pero en este caso Cuba tiene una mortalidad parecida a la de los países capitalistas intermedios y el descenso de su mortalidad a partir de 1970 es mayor que el de cualquiera de los países considerados, quizás con la excepción de Japón.

**Respuesta.** Se presenta el cuadro 18, donde se ven los países de América latina y es cierto que Cuba es el país con más baja mortalidad, con 73.5 años de esperanza de vida al nacer. Siguen luego otros países, cuatro o cinco que tienen esperanzas de vida del orden de 70 años y más, que pueden ser comparables con algunos países de Europa. El ejemplo de Cuba muestra que la tendencia no depende de que sea o no un país socialista o capitalista.

EFFECTO DE USAR UNA POBLACION ESTANDAR DIFERENTE

Gráfico 14A

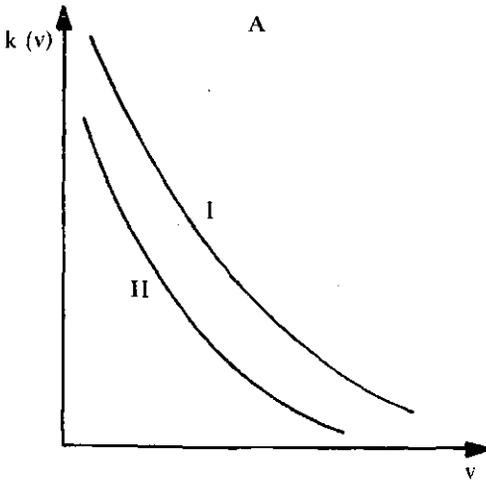
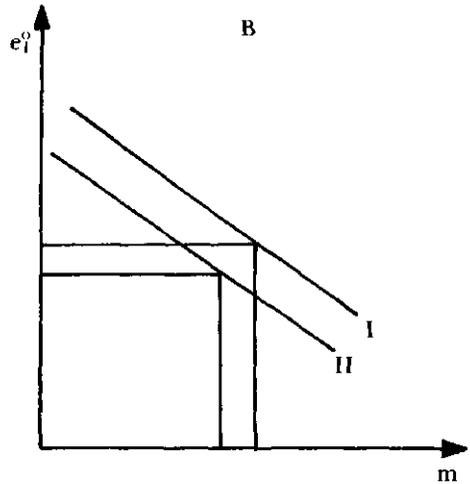


Gráfico 14B



Hay una razón, que es a veces mencionada por los húngaros respecto de su país. Hay cohortes de personas que pasaron sus edades jóvenes durante la Segunda Guerra Mundial y sufrieron mucho. Ahora están llegando a los 60 ó 65 años, tramo de vida en que la incidencia de la mortalidad puede ser muy alta y ellos están en malas condiciones para afrontar esos riesgos de muerte en razón de los sufrimientos que tuvieron en su juventud.

Comentario a esta respuesta :La excepción sería Alemania.

También se mencionó el caso de Japón, donde fueron lanzadas bombas atómicas, pero se cree que el efecto no fue masivo sobre los que entonces tenían 20, 24 años.

**Pregunta.** ¿Cuál es la posibilidad de aplicar estos métodos, que han sido desarrollados para países industrializados, a países en desarrollo donde hay deficiencias en los datos básicos?

**Respuesta.** Estos métodos, en efecto, se desarrollaron para países con buenos datos y puede haber reparos en hacer aplicaciones a países donde no se dan esas condiciones. Por supuesto, si los datos son malos no pueden resultar estimaciones buenas. Sin embargo, en las aplicaciones que se hicieron para Chile los resultados fueron razonablemente buenos. También se hicieron intentos de aplicarlos en la Argentina, pero ocurre que allí la serie se interrumpe, no hay serie continua anual de nacimientos y de muertes y, por lo tanto, la aplicación sufre por ese problema. Los resultados de las aplicaciones para Cuba también son buenos.

Hay un uso potencial del método que es interesante: se pueden hacer aplicaciones para un país internamente, para regiones pequeñas: condados, provincias (ya que en esos casos se dispone de la tasa bruta de mortalidad, tenemos una manera de llegar a tener estimaciones razonables de la mortalidad de esas regiones y comparables entre sí, porque no están afectadas por la composición por edades). Ese tipo de aplicación parece que es uno de los más útiles que se puede hacer de este procedimiento.

**Pregunta.** Se señala que lo que resultó más interesante fue el panorama general de la mortalidad en los países industrializados que presentó el profesor Bourgeois-Pichat, especialmente el

Cuadro 18

**ESPERANZA DE VIDA A LA EDAD UNO  
(EN AÑOS Y DECIMAS DE AÑO), 1975-1980.  
AMERICA LATINA**

Países	Hombres	Mujeres	Ambos sexos
Cuba	72,4	74,5	73,5
Costa Rica	70,4	74,9	72,7
Uruguay	68,7	74,7	71,7
Argentina	67,5	73,9	70,7
Panamá	69,0	70,9	70,0
Venezuela	67,1	72,5	69,8
Chile	66,7	72,8	69,8
México	65,3	69,2	67,3
El Salvador	64,7	68,8	66,8
Brasil	64,5	67,7	66,1
Paraguay	64,5	68,3	66,4
Colombia	63,2	67,0	65,1
Ecuador	62,9	65,8	64,4
República Dominicana	62,3	65,3	63,9
Perú	61,0	64,2	62,6
Honduras	61,2	62,9	62,1
Guatemala	61,2	62,2	61,7
Nicaragua	60,3	61,7	61,0
Haití	55,5	57,7	56,6
Bolivia	53,5	57,3	55,4

Fuente: *Boletín Demográfico*, año XVII, Nº 33, CELADE, enero de 1984.

contraste entre países capitalistas y socialistas de Europa y también el caso excepcional de Japón. Aun sin elementos de prueba, ¿qué hipótesis tiene el profesor Bourgeois-Pichat o qué sospecha él que está ocurriendo? Es evidente que las enfermedades cardiovasculares no son toda la explicación, ya que también la mortalidad infantil está subiendo en Europa Oriental.

**Respuesta.** Ya adelanté algunas ideas de los demógrafos húngaros, el efecto aquel de las cohortes. Se trata de un fenómeno que sorprende a todos y no tenemos la explicación. Por ejemplo, Checoslovaquia dejó de publicar estadísticas de causas de muerte en 1976. La Organización Mundial de la Salud sospecha que ello es debido a que ha habido aumento en las enfermedades cardiovasculares. Es algo que tiene preocupados a los países, es un fenómeno que tienen interés en estudiar. Posiblemente cuando hayan llegado a alguna conclusión volverán a aparecer las estadísticas y las explicaciones. Los únicos dos países socialistas que publican y discuten abiertamente la situación son Hungría y Polonia y, como los otros, están muy preocupados por conocer las causas.

## BIBLIOGRAFIA

- Bourgeois-Pichat, Jean, "Mortality trends in the industrialized countries". Naciones Unidas, *Mortality and health policy*. Proceedings of the Expert Group on Mortality and Health Policy. Roma, 30 de mayo al 3 de junio, 1983: 169-217. Naciones Unidas, New York, 1984. Una versión levemente diferente aparecerá, en inglés y francés, en UIESP, Proceedings of the Seminar on Social Policy, Health Policy and Mortality Prospects (en prensa). París, 28 de febrero al 4 de marzo de 1983.
- "Reviews of the UN publication: Levels and trends of mortality since 1950". *Population and Development Review* June 1983, 9 (2): 361-372.
- Naciones Unidas y Organización Mundial de la Salud, *Niveles y tendencias de la mortalidad a partir de 1950*. Naciones Unidas, Nueva York, 1982.
- Organización Mundial de la Salud, "Trends of mortality from ischaemic heart diseases and other cardiovascular diseases in 27 countries from 1968 to 1977". *World Health Statistics Quarterly*, 1982, 36 (1): 11-47.



II  
NUEVOS AVANCES TECNOLOGICOS PARA  
EXTENDER LA VIDA HUMANA



La discusión de hoy será sobre un tema completamente diferente al de la sesión anterior. Vamos a hablar hoy de biología, de genética, de evolución, de ontología y, es posible, que tengamos que hablar de Dios. Debo confesar que no soy para nada un experto en este campo y, en muchas cosas, alguno de ustedes puede estar mejor preparado para hablar sobre este tema. Por lo tanto, no vacilen en hacer saber sus propias posiciones, que pueden ser completamente opuestas a las mías. El problema al que estamos aproximándonos esta mañana toca el centro mismo de nuestros sentimientos individuales, y esto probablemente significa que lo que pensamos es realmente más importante que las opiniones de los especialistas. Es con este espíritu que me atrevo a entrar en la discusión de hoy.

El pretexto para esta discusión es la publicación de un libro por el biólogo y doctor en medicina Roy L. Walford, cuyo título es: "Maximum Life Span" (New York: W.W. Norton and Company). Una traducción francesa apareció con el título "La vie longue", y sospecho que una traducción castellana estará en preparación o ya habrá sido publicada.

El texto que figura en la portada del libro dice lo siguiente:

*La ciencia está al borde de un gran descubrimiento sobre el proceso de envejecimiento. Un renombrado gerontólogo explica por qué y presenta su propio programa dietético para vivir hasta los 120 años o más.*

Es obvio que si el Dr. Walford está en lo correcto y su esperanza se materializa en un futuro cercano, ello tendrá consecuencias de gran alcance para la demografía. Por lo tanto, creo que vale la pena estudiar con mucho cuidado lo que él dice y ver si está o no en lo cierto.

## 1. *Esperanza de vida, vida media, duración máxima de la vida*

En el primer capítulo del libro el Dr. Walford explica algunos conceptos muy conocidos por los demógrafos. Define la esperanza de vida al nacer y también usa lo que llama edad 50 personas/supervivencia, o sea, la edad a la cual la relación de supervivencia alcanza el valor 50. Es lo que se llama vida media y es un concepto más fácilmente entendible por los legos que la esperanza de vida al nacer, que es un concepto más difícil. El cincuenta por ciento de supervivencia es fácil de entender. También explica que no debemos confundir estos dos indicadores con el límite o duración máxima de la vida, que es la edad más alta alguna vez registrada.

Se sabe que tanto la vida media como la esperanza de vida al nacer han evolucionado durante los dos últimos siglos. La esperanza de vida pasó de 25 años a alrededor de 75, mientras que el límite máximo de vida se mantiene más o menos sin cambio en un valor cercano a 110 ó 120, quizás podríamos decir 115.

La esperanza de vida y la vida media han evolucionado con el progreso médico y con el mejoramiento del nivel de vida, mientras que el límite máximo de vida está probablemente regido por condiciones genéticas y sólo podrá evolucionar cuando ocurra una mutación. Por esto, es mucho más difícil actuar sobre el límite máximo de vida que sobre las otras dos.

El Dr. Walford explica que el límite máximo de vida varía mucho entre las especies y muestra en su libro un cuadro que hemos reproducido, cuadro 1, que da el límite máximo de vida para un número de especies animales.

Vemos que el límite máximo de vida va desde 150 años para la tortuga marina y 113 para el hombre, hasta el otro extremo en el que encontramos a la rata, el ratón y la musarafa. Hay una enorme variación entre estas especies.

Lo más interesante y menos conocido es que el límite máximo de vida ha cambiado a tra-

Cuadro 1

## MAXIMO DE VIDA VERIFICADO PARA ALGUNOS ANIMALES

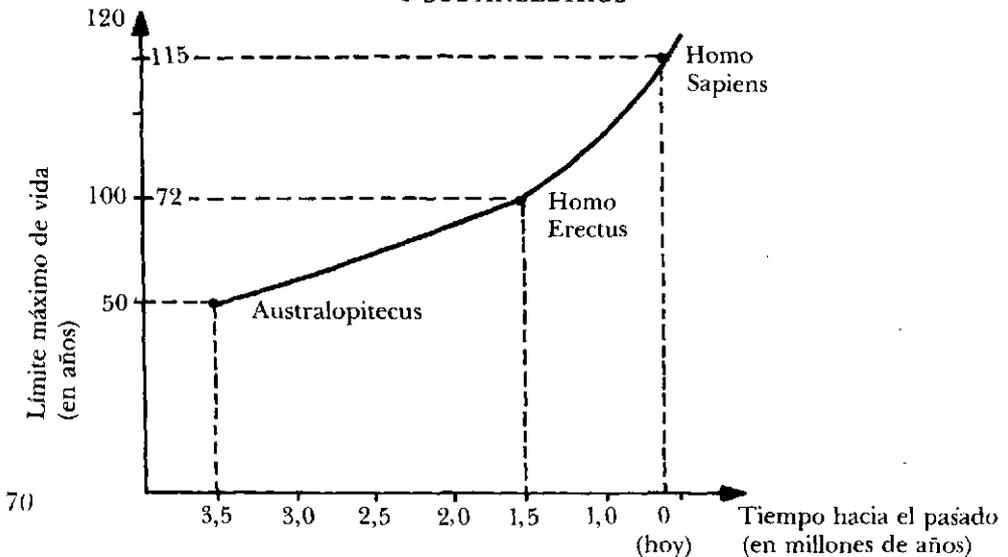
<i>Animal</i>	<i>Años</i>	<i>Animal</i>	<i>Años</i>
Tortuga marina	150	Mono Rhesus	24
Hombre	113	Delfín	23
Elefante asiático	60	Perro	20
Orangután	58	Cabra doméstica	20
Gorila	55	Alce	17
Chimpancé	50	Canguro	16
Aguila dorada	50	Conejo	15
Ballena	50	Murciélago vampiro	13
Caballo	40	Zorrino	8
Oso gris de Norteamérica	35	Rata	4
Gato doméstico	30	Ratón	3,5
Búfalo americano	26	Musaraña	2
León	25		

vés del proceso de evolución. Los biólogos han descubierto que existe una relación entre el peso del cerebro, el peso del cuerpo y el límite máximo de vida. Conociendo esta relación, si se encuentran restos fósiles de un ser humano, se puede calcular el límite máximo, y en efecto esto se ha hecho. Para el más antiguo ser humano, el Australopitecus, el límite de vida era 50 años. Este ser vivió hace 3,5 millones de años. El primer gran cambio en el proceso evolutivo se produce cuando se llega al Homo Erectus, cuyo límite de vida era 72 años. Esto ocurrió hace 1,5 millones de años. Entre estos dos momentos se produjo una duplicación del número de células en el cerebro. Finalmente, llegamos al Homo Sapiens, que es la especie a la cual todos pertenecemos y se pasó de 72 a 115 años. Esto ocurrió 200.000 años atrás. Desde entonces no ha habido cambios y nos mantenemos en esta duración máxima.

Si graficamos estos datos, colocando en el eje de las ordenadas el límite máximo de vida y en el de las abscisas el tiempo, obtenemos una curva de la forma siguiente:

Gráfico 1

## LIMITE MAXIMO DE VIDA EN EL HOMBRE Y SUS ANCESTROS



Comparando estos valores con los del cuadro 1, notamos que el Australopithecus tenía un límite de vida similar al del chimpancé de hoy día. Si comparamos el chimpancé con el hombre, vemos que su constitución genética es muy parecida. Un 99% de los genes son idénticos en el Homo Sapiens y en el chimpancé. En una célula humana el número de genes es del orden de los 100.000, así es que, si comparamos el chimpancé y el ser humano, las diferencias se encuentran solamente en 1 000 genes. Esto significa que la diferencia entre sus límites respectivos de vida no es el resultado de toda la constitución genética y que, por lo tanto, la investigación deberá centrarse en este pequeño número de genes (1 000). Esto es afortunado para el gerontólogo y el biólogo, pues no tienen que investigar por todos lados en la fórmula cromosómica para encontrar a los cromosomas que puedan ser responsables de estas diferencias en los límites de vida.

## 2. *Los seis campos de investigación en gerontología*

Es interesante ver cuáles han sido los temas principales de la investigación gerontológica. El Dr. Walford menciona seis temas:

- El primero es tratar de explicar el por qué de las grandes diferencias entre las especies. Por ejemplo, por qué un ratón vive sólo tres años y un gato treinta.
- Un segundo tema es ver cómo es posible, en una misma especie, modificar el límite de vida. Los biólogos han descubierto que es posible, por medio de cruzas, obtener distintas subespecies con diferentes límites de vida.
- El tercer tema ha sido lo que el Dr. Walford llama indicadores biológicos (biomarkers) del envejecimiento, a fin de saber si un individuo está envejeciendo más que otro. Si se hacen experimentos en ratones se pueden obtener resultados muy rápidos, porque el ratón sólo vive un máximo de tres años, pero si se hace un estudio en el hombre no se puede esperar 115 años, así que es necesario elaborar estos biomarkers del envejecimiento. Esta es una investigación para investigadores, ya que es el investigador el que va a usar estos biomarkers.
- El cuarto campo de investigación consiste en estudiar unas pocas enfermedades que son el resultado del proceso acelerado de envejecimiento. Se trata de unas tres o cuatro enfermedades en el ser humano, por ejemplo, el mongolismo. Los seres afectados por esta enfermedad envejecen rápidamente; a la edad de cuarenta años parecen tener 80, y mueren tempranamente. Hay también otras enfermedades de este tipo. Se produce un fenómeno similar en algunos animales. Tomemos por ejemplo el salmón, que nace en el curso superior de un río, pasa la primera parte de su vida allí, luego se traslada al océano, donde vive seis a siete años y, finalmente, regresa al lugar donde nació. Cuando vuelve de su largo y difícil viaje, el salmón desova, y en dos o tres días, todo el proceso de envejecimiento se acelera. Hay una hormona en alguna parte de su cerebro que es segregada masivamente y en dos o tres días el salmón muere. Tenemos la misma situación con el pulpo. Después que se aparea con la hembra, la glándula óptica segrega una hormona y en pocos días el pulpo muere. Si se le extirpa esta glándula óptica puede vivir cinco o seis veces más que lo común. Este entonces es también un campo de investigación en el que los gerontólogos están trabajando.
- El quinto tema de investigación es la subnutrición. Ha habido numerosos estudios sobre subnutrición, pero tengamos cuidado, pues se trata de subnutrición y no de malnutrición.

Se trata de observar los efectos de comer menos, pero la comida adecuada, con las vitaminas, proteínas, etc., necesarias.

- El sexto tema es el efecto de la disminución de la temperatura del cuerpo. Los experimentos se han realizado en peces, porque en el ser humano sólo se puede reducir la temperatura durante un tiempo limitado. Si los peces son puestos en condiciones de temperatura menor que la normal, pueden vivir dos o tres veces más que lo habitual.

### 3. *De un paradigma a otro*

Llegamos así al capítulo central del libro, que se titula "Las teorías del envejecimiento que más me gustan". En este capítulo, el Dr. Walford trata de explicar por qué la ciencia está a punto de lograr un descubrimiento decisivo. Dice que la gerontología está hoy día en un estado prerrevolucionario, un estado que se caracteriza por una proliferación de hipótesis diferentes, todas las cuales explican los hechos bastante bien. Cuando la ciencia se encuentra ante tantos caminos y todos son tan estimulantes, ocurre una tensión entre los distintos temas de investigación, y un día una síntesis reúne las que parecían avenidas separadas. La revolución está entonces terminada y la ciencia vuelve a la normalidad, a un estado en el que los nuevos descubrimientos se hacen de acuerdo con un nuevo paradigma. Dice Walford (página 71):

*"Un paradigma es un tipo de modelo o ejemplo, una forma de mirar las cosas, un conjunto de valores sobre el que hay acuerdo y que caracteriza un momento histórico."*

El usa la palabra modelo, pero podría también haber hablado de mito. Yo digo que el modelo y el mito sobre los que hay acuerdo en un momento histórico, representan el paradigma de ese momento.

¿Por qué modelo y mito? Es fácil de comprender. Para comunicar nuestros pensamientos debemos usar el lenguaje. Pero el lenguaje no ha sido inventado para pensar, ha sido inventado para actuar; y nuestro cerebro no está programado para comunicar lo que piensa, sino lo que hace. Así es que cuando tratamos de comunicar nuestros pensamientos se nos hace difícil usar el lenguaje. No estamos equipados para ello, por eso usamos el mito. Si queremos comunicar la idea del infierno, usamos el mito del infierno. Uno trata de describir el infierno, uno sabe que no es así, pero trata de comunicar la idea a otras personas, usa un mito. Cuando uno habla de experimentos, habla de modelos, pero mito y modelo son más o menos lo mismo; son dos maneras de comunicar el pensamiento.

El Dr. Walford da en su libro algunos ejemplos de paradigmas. El más fundamental, la idea en que todos están de acuerdo, es que "el mundo es real". Otro paradigma sobre el que hubo acuerdo por un largo tiempo, pero que está perdiendo fuerza, es que "el mundo puede ser explicado en términos de química y física". Un tercer paradigma es que "lo que no es repetible, no existe". Estos dos últimos paradigmas han estado vigentes por unos 200 años y han comenzado a perder vigencia.

Aunque no está en el libro, puede ser interesante pensar un poco sobre ellos. Cuando estos paradigmas fueron adoptados por la comunidad humana mundial, es en ese punto en el que la demografía se divorció de la ciencia. Le llevó luego 200 años a la demografía para retornar a la ciencia, porque mientras estos dos paradigmas estaban vigentes la demografía no podía ser considerada como una materia científica. Y cuando digo demografía, podría agregar las ciencias sociales. Antes que estos paradigmas fueran adoptados habían otros: "que todo podía

ser explicado solamente por Dios, y la única fuente de conocimiento eran las sagradas escrituras de todas las religiones". En ese momento no había un divorcio entre la demografía y las demás ciencias.

Si tomamos dos representantes de las ciencias de aquel entonces, por ejemplo a Süßmilch (que fue uno de los primeros demógrafos, hace unos 250 años) y Kepler (que estaba estudiando el movimiento de los planetas), ambos estaban trabajando bajo el paradigma que dice que "todo debe ser explicado por Dios". El caso de Süßmilch es obvio. El título de su libro es "El Orden Divino" (Die Göttliche Ordnung) y quiere mostrar, a través del estudio de la demografía, la existencia de Dios. A la edad de 28 años Kepler publica "Mysterium Cosmographicum". El título ya indica que se trata de un asunto religioso. El dice que va a usar el sistema de Copérnico por razones metafísicas, no por razones científicas: Dios es equivalente al sol y el Espíritu Santo es el que permite a los planetas moverse alrededor del sol. Más adelante Kepler abandonó al Espíritu Santo y habló de la gravitación. La palabra había cambiado, pero se trataba de un misterio, era una fuerza misteriosa la que hacía rotar a los planetas alrededor del sol.

#### 4. *El paradigma de Newton: El hombre es expulsado del universo*

Los seguidores de Kepler como Galileo, e incluso Newton, se negaban a hablar de gravitación. Hoy día decimos que Newton es el padre de la gravitación, pero esto no es para nada cierto. Newton estaba en contra de la gravitación, decía que era una tontería pensar en una fuerza que podía actuar a distancia. Consideraba a Kepler como a un tonto por pensar, por ejemplo, que la luna ejerce influencia sobre el mar. En realidad, Newton no es el investigador que nos presentan hoy día. Su interés principal era la química y, como era el caso en ese entonces, no exactamente la química sino la alquimia. Estudiaba los planetas con la esperanza de encontrar, para cada planeta, algunas propiedades específicas similares a las de las materias que estaba mezclando en sus experimentos. Fue una sorpresa para él descubrir que una sola ley podía explicar todo, inclusive los trabajos de Galileo. Esto en su tiempo produjo una conmoción no sólo en el propio investigador, sino en toda la "intelligentzia". Cuando recibieron el mensaje de Newton, consideraron que era un nuevo Moisés que había recibido de Dios la llave del universo. En ese tiempo poetas y cantantes escribían odas y canciones para la gloria de este nuevo Moisés.

Es entonces cuando el otro paradigma es abandonado, Dios no era más la explicación, la explicación tenía que ser newtoniana. A partir de Newton, y hasta hace veinte años, la ciencia tenía que ser newtoniana, tenía que ser explicada en términos de gravitación y trayectorias que podían ser conocidas. Aun cien años después de Newton, Laplace dice que si alguien conociera en un momento la posición y la velocidad de todos los átomos del universo, podría conocer el pasado y el futuro de todo. Este es un nuevo paradigma que excluye al tiempo, porque cuando uno conoce la posición del universo en un instante dado, la conoce antes y después; el tiempo no tiene nada que ver. Todavía existe un parámetro matemático que se llama tiempo, pero que no tiene ningún efecto, aun cuando está en la fórmula.

Cuando se excluye al tiempo, se excluye a Dios, porque Dios es algo que es pensado en un marco temporal. Entre los griegos, por ejemplo, Kronos, el padre de Zeus, era el dios más alto en el Olimpo. Todos los textos sagrados explican la creación en términos de tiempo: en el primer día, en el segundo día, hasta el séptimo día cuando la creación se completa. Cuando se excluye al tiempo del paradigma, hay que excluir a Dios, y cuando se excluye a Dios, se excluye también al hombre.

La demografía no podía ser una ciencia newtoniana, así es que la única conclusión posible era que la demografía no podía ser una ciencia y lo mismo valía para las ciencias sociales. ¿Cómo podía pensarse, por ejemplo, como un evento científico, el nacimiento de un niño, que es decidido por una pareja basándose en el pasado y considerando el futuro? Algo tan inscrito en el tiempo, no podía ser un evento científico. Le llevó a la demografía 200 años reintegrarse a las ciencias y sólo fue hace 20 años que la situación se revirtió.

El proceso comenzó ya a principios de este siglo. La teoría newtoniana podía ser presentada como un conjunto de ecuaciones diferenciales que en algunos casos no tenían solución. La idea era que, con el progreso de la investigación matemática, se podría un día resolver el conjunto de ecuaciones. Un problema planteado por Newton mismo es el del movimiento de tres cuerpos celestes tales como el Sol, la Tierra y la Luna. Si quisiéramos, usando la mecánica newtoniana, definir el movimiento de estos tres cuerpos celestes, obtendríamos un conjunto de ecuaciones diferenciales. Pero ese conjunto no puede ser integrado. Este problema nunca fue resuelto, pero por largo tiempo se creyó que podría ser resuelto de un modo u otro. Fue sólo a principios de siglo que el matemático francés Henri Poincaré mostró que estábamos equivocados. El movimiento del Sol, la Luna y la Tierra que estamos observando es la solución a estas ecuaciones diferenciales. Poincaré muestra que hay además otras soluciones y que no podemos estar seguros de que el sistema sea estable. Puede pasar que un día el Sol vaya en otra dirección y el sistema sufra un colapso total.

## 5. *El nuevo paradigma de la mecánica del Quantum:*

### *El hombre se reintegra al universo*

Así es que ya había dudas sobre la mecánica newtoniana a principios de este siglo, pero hizo falta que apareciera la mecánica del Quantum (cuantomecánica) para hacernos reconocer que había que cambiar algo. La cuantomecánica nos ha forzado a revisar toda nuestra forma de pensar sobre el paradigma que afirmaba que todo podía ser explicado por la física y la química.

Primero vino el descubrimiento de que la realidad no es separable. Por ejemplo, si tomamos dos partículas de materia (dos electrones) que reaccionan uno al otro y luego se separan, en realidad nunca estarán separados, siempre habrá un vínculo entre ellos, aun si estuvieran a 1 millón de kilómetros uno del otro. Esto es algo muy nuevo, podríamos decir que el modelo de la cuantomecánica se encuentra con el mito de la comunión de todos los santos. Es éste un famoso mito de la religión cristiana según el cual los santos no están separados entre sí. La cuantomecánica y el mito religioso llegan a una conclusión similar. La cuantomecánica tiene que reintroducir al hombre. Por ejemplo, si se mira la reacción de dos partículas hay tres aspectos: las partículas, el instrumento y el observador, que no pueden separarse. El hombre debe estar allí. En la mecánica newtoniana, por el contrario, el creador que está pensando al mundo no tiene lugar en él, está fuera de él, no hay lugar para el hombre.

Con la cuantomecánica hay que cambiar los paradigmas. Ahora decimos que algunas cosas que no son repetibles pueden existir. En la mecánica newtoniana todo el sistema era reversible. Se podía ir hacia adelante o hacia atrás. Ahora, por el contrario, el físico considera que los fenómenos reversibles son la excepción, y la regla es el fenómeno no reversible. Un ejemplo es la teoría de la evolución del universo que comienza con una "gran explosión" y se expande continuamente: el mundo tiene una historia, no es algo que va hacia adelante y hacia atrás.

Al reintroducir al hombre y al tiempo tenemos un paradigma completamente nuevo. Es tiempo ahora de poner nuevamente a la demografía entre las ciencias, donde se hallaba cuando el paradigma era que Dios explica todo.

Volvamos ahora al tema de la discusión de hoy.

Para dar otro ejemplo de paradigma que está más cercano al tema de hoy, tomemos la teoría de la evolución. Cuando la teoría de la evolución reemplazó a la de la creación, ese fue un cambio de paradigmas. En el presente incluso la teoría de la evolución está siendo discutida.

Los ejemplos previos muestran que el destino de los paradigmas es nacer, ser muy vitales y luego morir. Déjenme leer textualmente del libro de Walford lo que dice un filósofo inglés contemporáneo, J. Baines (*The Peace Paradigm, The Whole Earth Papers*, Fall 1977):

*Mientras los paradigmas son "jóvenes" son campos estimulantes del descubrimiento; pero a medida que "envejecen" tienden a desalentar nuevas maneras de ver las cosas, nuevas aproximaciones a la definición y la resolución de problemas, nuevas comprensiones y significados. Finalmente, terminan siendo el enemigo de su propio propósito: el intento de comprender mejor al mundo.*

En otra parte de la misma publicación dice:

*Todos los paradigmas inevitablemente deben confrontar contradicciones o anomalías, internamente o externamente o ambos. Irónicamente, estas anomalías son "descubiertas" por la misma gente que desea preservar el paradigma. Sus esfuerzos para probar el paradigma los llevan a exponer los límites exteriores y contradicciones que ellos mismos pueden no "ver" o aceptar, pero que pueden ser tomados por otros que no tienen intereses creados en el paradigma y son libres de desafiarlo.*

## 6. *Volviendo al envejecimiento. El paradigma de Carrel: Inmortalidad de la célula*

Vayamos ahora a las teorías sobre el envejecimiento:

La primera está basada en un experimento realizado antes de la Segunda Guerra Mundial por el biólogo francés Alexis Carrel, quien estaba trabajando en la Fundación Rockefeller en Nueva York. Carrel estaba cultivando una célula de pollo alimentada con células de embrión de pollo y demostró, en ese entonces, que una célula, cuando está rodeada del medio apropiado (en este caso embriones de pollo), es inmortal. Este era el paradigma de ese momento y todos los gerontólogos consideraban que era verdadero. De allí se concluía que el proceso de envejecimiento no estaba localizado en las células individuales, sino que sólo podía ser el resultado de las interacciones entre células o de algún mecanismo central. El Dr. Carrel murió en 1934 y la célula que estaba alimentando siguió viviendo después de su muerte, siendo alimentada por su asistente durante dos años más. (De paso les cuento que hacia el final de su vida Carrel fundó en Francia la "Fundación Francesa de Problemas Humanos", que es la "madre" del INED, donde yo trabajé bajo su dirección durante dos años).

## 7. *El paradigma de Hayflick: La célula es mortal*

El paradigma que he mencionado fue aceptado hasta 1960, cuando el biólogo Leonard Hayflick trató de replicar el experimento con una célula humana. Por supuesto, el experimento fue organizado en forma diferente. Se descubrió que Carrel estaba equivocado, que había un sesgo en su experimento, ya que al alimentar a la célula supuestamente inmortal se estaban introduciendo nuevas células que tomaban el lugar de la otra. Hayflick descubrió que una célula humana, que no es inactiva sino que se divide continuamente y da vida a otras células, no

puede dividirse más de cincuenta veces. Un nuevo paradigma es entonces adoptado según el cual el envejecimiento es fundamentalmente un proceso intracelular. Este es todavía el paradigma vigente. Esta primera teoría se llama "límite de Hayflick" y sostiene que hay un reloj en el núcleo de la célula que establece un límite a la vida de esa célula.

### 8. *Reparación del ADN*

La segunda teoría a la que me referiré forma parte de un conjunto más amplio de teorías que podríamos llamar "Teorías del daño". Se trata de la teoría de la reparación del ADN. El ADN es un material que tiene la responsabilidad de transmitir el código genético de una generación a la otra y también de hacer madurar las células primitivas, transformándolas de células embrionarias en células completamente diferenciadas. En la etapa embrionaria todas las células son iguales, pero a través de la vida se van diferenciando. Existe un mecanismo que las hace adaptarse a una determinada función. Por ejemplo, la célula del páncreas es idéntica a la de la piel. Ambas contienen la misma cantidad de material genético, pero el ADN está justamente programado para suprimir algunas posibilidades y expresar otras. Cuando la célula toma la dirección de la piel, hay un mecanismo que adapta esta célula a la función de la piel. Lo mismo sucede con la célula del páncreas. Hay un mecanismo que suprime algunos de los genes que la célula contiene (los genes no desaparecen, pero dejan de actuar) y el único gene que queda activo es el que produce la insulina. El ADN puede ser comparado a un programa de computador escrito en el lenguaje de los genes, con toda la información necesaria para construir y hacer funcionar el organismo. El ADN se encuentra en cada célula. Cuando el ADN fue descubierto, no más de quince años atrás, se creía que era algo inmutable. Fue una gran sorpresa aprender que el ADN de cada célula está siendo constantemente dañado y tiene que ser reparado continuamente. Esto permite entender mejor el mecanismo de la evolución: si el ADN fuera reparado totalmente, permanecería inmutable, no se producirían mutaciones. Pero parece que la naturaleza ha dispuesto las cosas en forma distinta, de manera tal, que la tasa de reparación del ADN está siempre por debajo de la tasa de daño y la mutación puede ocurrir y, por lo tanto, también la evolución.

Es posible medir la tasa de reparación del ADN. Si se observa el gráfico 2, que tiene en el eje de las abscisas la tasa de reparación del ADN y en el de las ordenadas el logaritmo del límite máximo de vida, se ve que hay una muy buena correlación. Por supuesto que correlación no es causación, pero por lo menos parece que la reparación del ADN tiene algo que ver con el límite máximo de la vida.

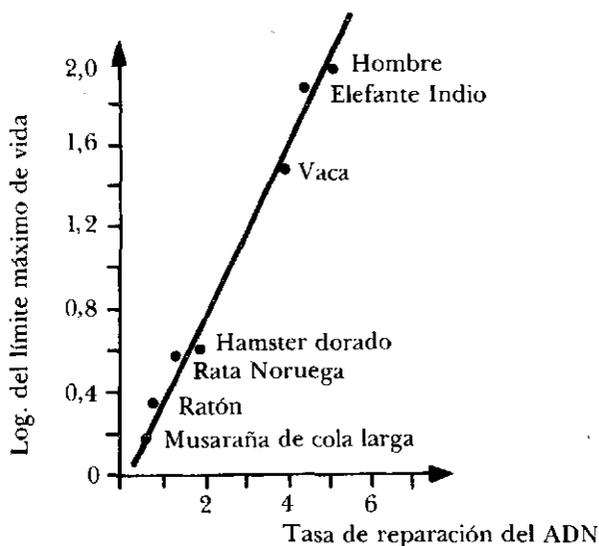
No lo sabemos todo sobre el proceso de reparación del ADN, pero ha habido experimentos en los que se ha podido observar que se puede aumentar la tasa de reparación, aumentando así la duración de la vida. Estos han sido realizados con un organismo unicelular llamado paramecio. Por supuesto hay una gran distancia entre el paramecio y el hombre, pero el camino está abierto y no se precisa de nuevos descubrimientos, sino de un desarrollo de lo ya encontrado. Este es un campo de investigación prometedor, ya que se podría aumentar el límite máximo de vida aumentando la tasa de reparación del ADN. En resumen, esta teoría del envejecimiento sostiene que como la tasa de reparación es menor que la tasa de daño, la acumulación de daño no reparado produce envejecimiento y muerte.

### 9. *Agentes de encadenamiento cruzado y radical libre*

También dentro de las teorías del daño se encuentra la tercera teoría del envejecimiento, referida a los elementos de encadenamiento cruzado (crosslinking) y al radical libre (free radical). Estos agentes son elementos químicos que son producidos por el metabolismo de nuestro

Gráfico 2

LA EXTENSION DE LA VIDA COMO UNA FUNCION DE REPARACION DEL ADN



organismo. Un agente de encadenamiento cruzado tiene dos componentes químicos muy activos en ambos extremos, y tiene la propiedad de atrapar otras células y ligarlas firmemente. Si este agente fuera libre de actuar en nuestro organismo nos volveríamos plastificados, rígidos, y en una persona anciana todo estaría soldado. Afortunadamente, hay un mecanismo que previene que esto suceda.

El radical libre es también algo producido por nuestro metabolismo, es un agente químico generalmente con átomos de oxígeno y con un electrón libre girando alrededor de ese átomo. Estos radicales son oxidantes muy fuertes. El oxígeno es un gas muy venenoso y destructivo, por lo cual estos radicales pueden destruir cualquier cosa. Para seguir viviendo, la evolución ha inventado una fórmula para librarse de estos elementos tan peligrosos. Hay en el cuerpo algunas enzimas que tienen la tarea de limpiar nuestro organismo de los agentes de encadenamiento cruzado y radical libre, son las que he llamado enzimas carroñeras. Algunos ejemplos son la vitamina E, el selenio, la vitamina C y un preservador de comidas que se llama BHT. Estas enzimas no consiguen destruir todos los agentes dañinos y después de muchos años el daño es muy grande y uno muere.

Hay otras dos teorías que pueden ser incluidas bajo el título de "teorías de programa".

### 10. Represión y expresión de los genes

La primera es la que se refiere a represión y expresión de genes. Ya les dije que no todos los genes presentes en una célula están activos. La célula madura es una célula diferenciada, y es esta célula madura la que está sometida al límite de Hayflick. Si encontráramos un mecanismo para volver el proceso hacia atrás, quizás podríamos atrasar el reloj. Esto ha comenzado a hacerse en microorganismos. Se ha logrado revertir el proceso de maduración.

## 11. *El reloj central*

La segunda teoría de programa dice que hay un reloj central. Los ejemplos que les di sobre el salmón y el pulpo parecen ajustarse bien a esta idea, porque el salmón está sano y fuerte y repentinamente muere. Algo sucede en alguna parte, probablemente en el cerebro, que decide que se produzca una cierta hormona. Así es que parece existir un reloj central que decide que la vida está terminada. Lo mismo puede decirse respecto de la pubertad. La pubertad es dirigida por el hipotálamo, que en algún momento de la vida decide que comienza la pubertad, y ordena a la hipófisis que segregue una hormona que produce la aparición de la menstruación. Esto es un fenómeno central que está localizado en el cerebro. Podemos entonces imaginar que sucede lo mismo para el final de la vida, programado en alguna parte, que en un momento se activa y todo termina. Muchos biólogos están tratando de encontrar la hormona que es segregada al final del proceso de envejecimiento y están próximos a encontrarla. Cuando se encuentre la "hormona de la muerte" hay procedimientos bien conocidos que permiten introducir una contra-hormona, en forma similar a una vacuna, y en esa forma detener el reloj central. Es posible que podamos detener el reloj, pero hay relojes locales que continuarán actuando. A menudo en la naturaleza hay mecanismos redundantes que aseguran que las cosas se mantengan funcionando.

## 12. *El sistema inmunológico*

Una sexta teoría es la "teoría inmunológica". Existe en el organismo un sistema inmunológico que tiene la función de eliminar elementos extraños. Sucede que este sistema se deteriora a lo largo de la vida y gradualmente empieza a no reconocer a los elementos extraños y a no combatirlos. Esta es una de las posibles formas de explicar el envejecimiento.

El Dr. Walford está trabajando en este campo y él y sus colaboradores han descubierto que el sistema inmunológico está bajo la dirección de un grupo especial de genes que él llama MHC (Major Histocompatibility Complex). Es un grupo de unos 100 genes que están juntos en el cromosoma y dirigen el funcionamiento del sistema inmunológico. Cuando el sistema se deteriora, es debido a un deterioro en el MHC. Si pudiéramos actuar sobre este grupo de genes, podríamos restaurar el sistema. También descubrieron que este complejo de genes dirige la reparación del ADN y produce las "enzimas carroñeras". Parece que el MHC tiene un rol central en varias de las teorías del envejecimiento.

Estas son entonces las teorías del envejecimiento que están vigentes. La mayoría de ellas explican casi todo, pero cada una de ellas deja algo que no puede explicar y que es explicado por otra y es esto lo que el Dr. Walford describe como un estado prerrevolucionario en la ciencia.

Todas estas teorías están en un estado bastante avanzado y se investigan no sólo en Estados Unidos, sino también en la URSS, Italia, Francia, Gran Bretaña y otros países. Todas están basadas en una falla local, ya sea en la célula, en la reparación del ADN, en la limpieza de los agentes dañinos, en la represión y expresión de genes, en el reloj central o en el sistema inmunológico.

Hay otra teoría que es más filosófica, que habla de una falla global y no está restringida al aspecto biológico. Puede suceder que si hay al menos dos sistemas trabajando en conjunto, la coexistencia entre ellos puede llevar a un colapso del todo, aun si cada uno de los sistemas está en buenas condiciones. Un ejemplo en la biología es el hecho de que en caso de accidente, cuando hay mucha hemorragia, se desvía sangre de órganos que pueden seguir viviendo sin tanta sangre, hacia el cerebro, donde la sangre es absolutamente necesaria para la continuación de la vida. Pero puede suceder que el estrés sea tan grande que todo sufra un colapso.

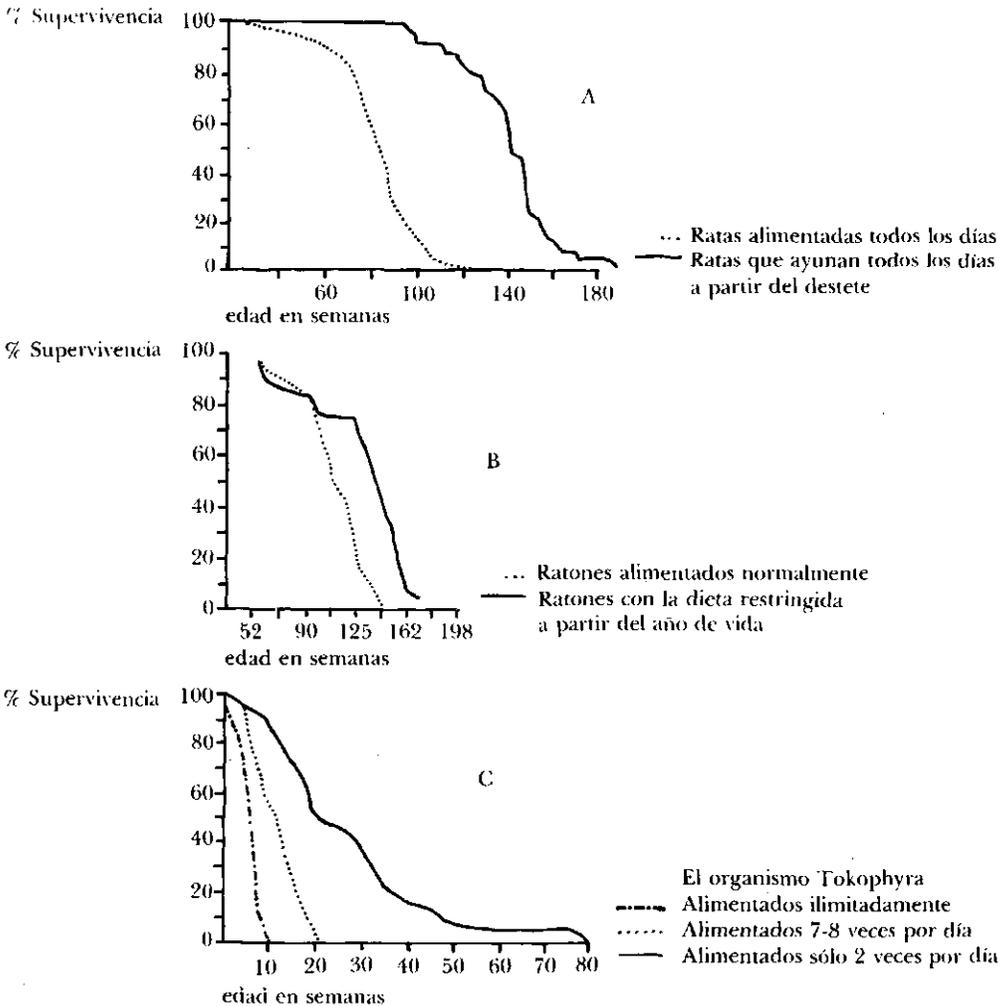
### 13. Subnutrición sin malnutrición

Walford agrega a estas seis teorías dos más, cuyo contenido no es nuevo. Una es la de la subnutrición. Los experimentos que han demostrado que la subnutrición puede extender el límite de vida fueron realizados entre las dos guerras mundiales, o sea, se trata de una historia vieja.

En el gráfico que se muestra a continuación (gráfico 3) se observan curvas de supervivencia de animales sujetos a subnutrición sin malnutrición. Son éstos los resultados de tres

Gráfico 3

#### CURVA DE SUPERVIVENCIA PARA ANIMALES SUJETOS A SUBNUTRICION SIN MALNUTRICION



experimentos, en todos los cuales se observa claramente que reduciendo la ingestión de alimentos se aumenta sustancialmente el límite máximo de vida. También se observa que la extensión del límite depende un poco del momento en que comienza la subnutrición. En el primer gráfico ésta comienza a partir del destete, casi al principio de la vida y se dobla el límite máximo de la vida. En el segundo caso se comienza después del año y el resultado no es tan notable. En el tercer caso se observa que el resultado depende mucho del grado de subnutrición.

Estos experimentos, realizados hacia 1930, han sido repetidos recientemente con el mismo resultado. Lo que es posible para los animales es ciertamente posible para el hombre. Más aun, los experimentos han mostrado que no hay efectos secundarios nocivos. Los animales subalimentados mantienen el mismo nivel de inteligencia que los alimentados normalmente.

Es sorprendente que los nutricionistas nunca hayan tomado esta evidencia seriamente. El Dr. Walford dice que estos resultados son tan evidentes como la relación entre la dieta y el colesterol. Pero mientras lo del colesterol ha sido adoptado por los nutricionistas inmediatamente, lo de la subnutrición no ha sido tomado en cuenta.

Los nutricionistas están 50 000 años retrasados, ya que continúan aconsejando un tipo de nutrición adecuado a las condiciones de vida de la Edad de Piedra. En ese entonces era esencial ser muy fuerte para resistir el medio ambiente, pero ese no es el caso hoy día; sin embargo, seguimos alimentándonos como el hombre de la Edad de Piedra.

#### 14. *Disminución de la temperatura del cuerpo*

Podemos pasar más rápido por el capítulo siguiente del libro del Dr. Walford, porque no tiene casi aplicación práctica para el hombre. Se trata del efecto de la disminución de la temperatura del cuerpo sobre el límite máximo de vida. Los experimentos sólo pueden realizarse con peces, porque el hombre tiene un mecanismo que mantiene su temperatura constante y no puede bajarla por mucho tiempo. El Dr. Walford hizo experimentos con un pez argentino (pearlfish). Encontró que los peces sometidos a 59° F viven el doble que los peces en un medio ambiente de 68° F. También descubrió que se puede combinar el descenso de la temperatura del cuerpo con la subnutrición. En ese caso el pez sometido a 59° F y subnutrición, cuadruplica la vida del pez sometido a 68° F. Walford pensaba que practicando yoga el hombre podría disminuir su temperatura corporal e hizo un viaje a la India para comprobarlo. Encontró algunos yogis que podían mantener una temperatura de 35°C en lugar de 37°C, pero esto no es algo que todo el mundo pueda hacer.

#### 15. *Desde la actualidad hasta el año 2000*

Llegamos ahora al capítulo sobre "El estado práctico del conocimiento sobre extensión del límite de la vida". Walford divide las posibles acciones en dos partes: la primera se refiere a qué podríamos hacer ahora sin esperar a que las investigaciones concluyan. Podemos actuar sobre los agentes dañinos y podemos utilizar la subnutrición. Respecto de lo primero, lo que hay que hacer es tomar antioxidantes para ayudar a nuestro cuerpo a eliminar los agentes dañinos producidos por el metabolismo. La segunda opción es subalimentarnos. En el primer caso no vamos a aumentar el límite máximo de la vida, sino que nos aproximaremos al límite actual. Actualmente tenemos curvas de supervivencia como las *a* y *b* que muestra el gráfico 4. Con los antioxidantes la mayoría de las muertes ocurrirían hacia el final de la vida (curva *c*).

Gráfico 4

SUPERVIVENCIA CON Y SIN USO DE ANTIOXIDANTES

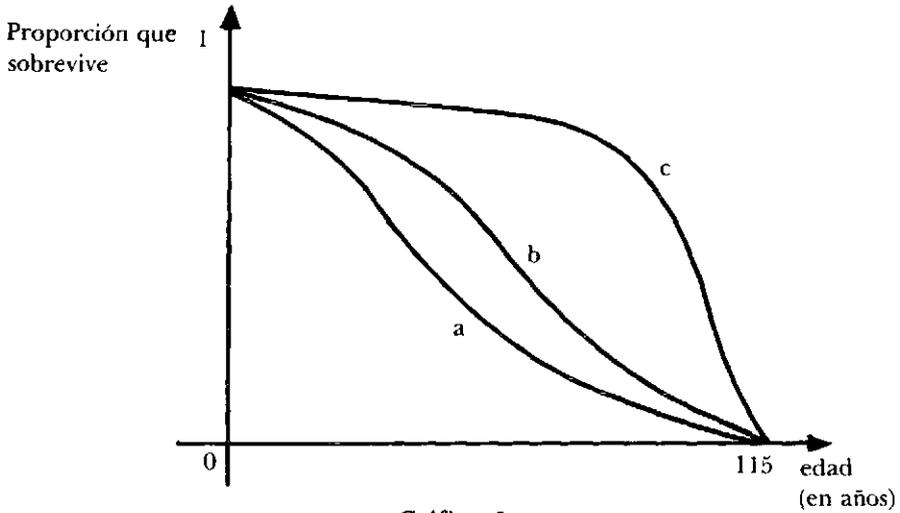
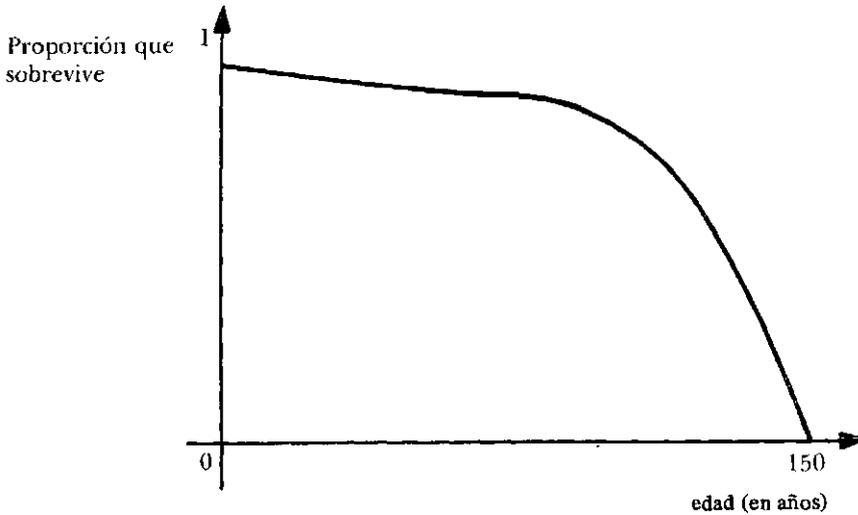


Gráfico 5

SUPERVIVENCIA CON SUBALIMENTACION



El efecto de la subalimentación es diferente, ya que se extiende el límite máximo de vida, como lo muestra el gráfico 5: de 115 que es actualmente, quizás a 150 años; un aumento del cincuenta por ciento, tal como el que se daba en las ratas.

El Dr. Walford sugiere las siguientes dosis de antioxidantes:

Vitamina E	600 unidades internacionales	Metionina	120 miligramos
Selenio	160 microgramos	Palmitato Ascórbico	600 miligramos
BHT	250 miligramos	Vitamina C	1.000 miligramos
Cisteína	300 miligramos	Bioflavinoideos	300 miligramos

El Dr. Walford dice que las seis primeras pueden tomarse una vez al día con cualquier comida, mientras que la vitamina C no puede tomarse con el estómago vacío y debe hacerse en tres dosis, una con cada comida. La vitamina C se elimina muy rápidamente y si se toma toda en una sola dosis no hay beneficio. Las dosis que se recomiendan son mucho más altas que las recomendadas por la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de los Estados Unidos.

La mayoría de estos elementos, excepto el selenio, no tienen efectos secundarios nocivos, así es que se puede aumentar la dosis si se quiere. En el caso de la vitamina C, por ejemplo, se ha recomendado muy altas dosis para combatir el cáncer.

Pasemos ahora a la segunda posibilidad: subnutrición. Se trata de una subnutrición bastante severa. Mientras la FAO sugiere una dieta de 3 000 calorías diarias para el hombre y 2.500 para la mujer, el Dr. Walford dice que ésta debería reducirse a 1.500 calorías. En el caso de las ratas, para obtener resultados, hay que seguir este régimen por tres a cuatro meses. Extrapolando esto al ser humano, se traduce a seis o siete años. La dieta se puede seguir de dos maneras. Se puede reducir la alimentación de todos los días o se puede abstener completamente dos días por semana, comiendo normalmente los otros cinco días. Sin embargo, no se trata sólo de reducir la cantidad de comida, debemos también cambiar el contenido, pues de lo contrario se produciría malnutrición. Por ejemplo, debe restringirse el contenido de sodio y de azúcar en la alimentación. Lamentablemente, los alimentos procesados contienen gran cantidad de ambos elementos. La cantidad de sodio que deberíamos consumir es 0,25 gr. y probablemente estamos consumiendo veinte veces esa cantidad.

## 16. *Más allá del año 2000*

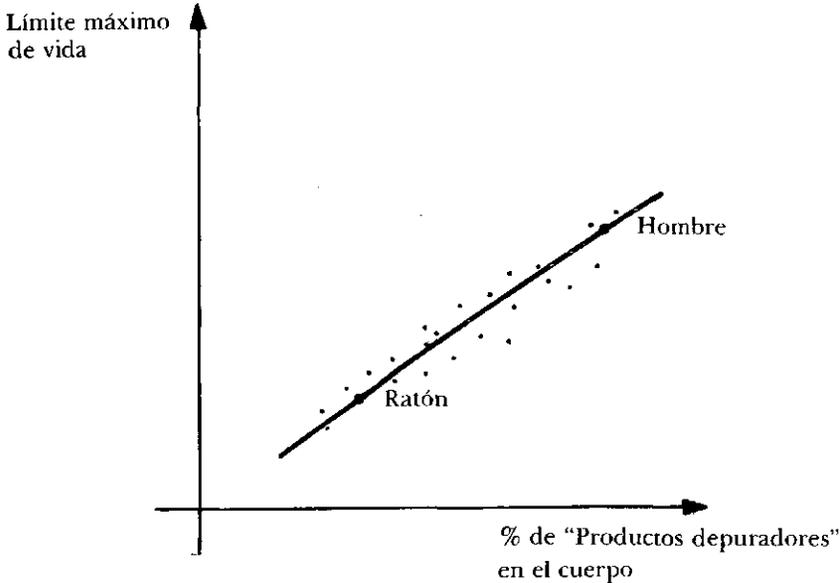
Hemos visto hasta aquí qué es lo que se puede hacer inmediatamente. El próximo capítulo es sobre las futuras posibilidades de avance. No es fácil imaginarse qué nos depara el futuro. Para mostrar las dificultades de predecir, Walford da dos ejemplos. En 1937 el Presidente Roosevelt creó un comité que debía informar sobre los progresos tecnológicos que veía para el futuro. En su informe dicho comité no pudo prever ni la energía nuclear, ni la propulsión por jet, ni el transistor. Sin embargo, tomó sólo quince años para que estas cosas se inventaran. Otro ejemplo es el de los expertos en computación a principios de la década del cincuenta. Ellos predijeron que en veinte años, o sea, en 1970, habría por lo menos cien grandes computadoras en los Estados Unidos. En realidad, en lugar de 100, hubo 200 000. A pesar de ello, Walford trata de predecir lo que sucederá en el próximo siglo. Cree, por ejemplo, que se pueden obtener resultados respecto de la reparación del ADN. El campo de la ingeniería genética probablemente avance decisivamente.

Algo sobre lo que no hablé hasta ahora es que el metabolismo produce ciertas enzimas que tienen la mala propiedad de transformar elementos inocuos en cancerígenos. Afortunadamente, hay otros productos que tienen la tarea de limpiar nuestro cuerpo de estas malas enzimas. Se ha demostrado (ver gráfico 6) que hay una relación entre la cantidad de estos productos depuradores en el cuerpo y el límite máximo de vida.

La relación es similar a la que mostramos respecto de la tasa de reparación del ADN. Sucede que hay una hormona llamada DHEA (dehydroepiandrosterone) que es producida naturalmente por nuestro cuerpo, pero en mayor cantidad cuando se es joven que cuando se es viejo. Esta hormona tiene un efecto muy poderoso sobre las enzimas nocivas, y si la tomáramos podríamos rejuvenecer. Parece que esta hormona también tiene un efecto sobre la tasa de reparación del ADN. Cuando las ratas son alimentadas con esta hormona, tienen el aspecto de las que han sido sujetas a subnutrición. Parecería, entonces, que esta hormona mimetiza

Gráfico 6

RELACION ENTRE LA PRESENCIA DE  
"PRODUCTOS DEPURADORES" EN EL CUERPO Y  
EL LIMITE MAXIMO DE VIDA



el efecto de la subnutrición. Quizás sea ésta la clave que puede explicar el efecto de la subnutrición, cuyo mecanismo de acción no ha sido aún descubierto. Puede que la subnutrición tenga un efecto sobre la producción de la DHEA y ésta a su vez sobre la producción de enzimas nocivas y sobre la tasa de reparación del ADN. Si esta hormona estuviera disponible, quizás podríamos tomarla en lugar de someternos a subnutrición.

Hay otros posibles campos en los que se avanzará en el próximo siglo. Uno es el de la acción sobre el sistema inmunológico. Más adelante, quizás en la segunda mitad del siglo XXI, sea posible afectar también el complejo neurotransmisor (MNC). Walford hace una lista de nueve productos que podrían tener un efecto sobre el sistema inmunológico. Uno ya ha sido probado, la hormona del timo. El *timo* es una pequeña glándula que deja de funcionar alrededor de los diez años de edad; la hormona que segrega actúa sobre el sistema inmunológico. Esta hormona ya ha sido obtenida y se han hecho algunos experimentos con personas que sufren de enfermedades que aceleran el proceso de envejecimiento. El problema radica en que es difícil obtener la hormona en las cantidades necesarias. Con la ingeniería genética será seguramente posible obtenerla en mayor cantidad, muy pronto.

Otro campo en el que la ingeniería genética podría avanzar en un futuro cercano, es el de la represión y expresión de los genes. Walford menciona especialmente experimentos recientes con la fusión de las células. Si dos células entran en contacto, se fusionan, y se transforman en una sola célula híbrida. Si una de las células es vieja y la otra es joven, en la célula híbrida resultante la reparación del ADN no ha mejorado, en otras palabras, la célula vieja ha prevalecido. Si uno toma una célula normal vieja y una célula maligna o cancerosa, en el híbrido resultante el ADN es sintetizado, la tasa de reparación ha aumentado, se ha rejuvenecido

la célula vieja y la malignidad se ha perdido. Vemos que la propiedad de reparación del ADN no había desaparecido de la célula vieja, estaba allí, pero había sido reprimida. Esto muestra que es posible rejuvenecer células. La célula vieja podía haber estado cerca del límite de Hayflick y a través de esta fusión se rejuvenece. Quizás el paradigma de Hayflick morirá pronto<sup>1</sup>.

Debo agregar unas palabras de cautela. Este libro fue publicado en 1983, en 1976 un libro muy similar fue publicado por un periodista científico llamado Rosenfeld, con el nombre de "Prolongevity". Rosenfeld revisaba más o menos el mismo material, pero incluyendo desarrollos que ocurrían en otros países. En dicho libro hay un capítulo final que también trata de predecir desarrollos futuros. Sin embargo, cuando Walford escribe, casi diez años más tarde, no se había producido ningún progreso. Me pregunto si estos dos últimos capítulos de ambos libros no son demasiado optimistas.

### 17. *Una nueva sociedad para el siglo XXI:*

#### *Del Homo Sapiens Nº 1 al Homo Sapiens Nº 2*

El libro de Walford tiene un último capítulo que se llama "Transición a una sociedad de larga vida". Si las esperanzas de Walford se cumplen, nuestra sociedad sufrirá tremendas modificaciones. Se producirá una mutación de la especie. Quizás debamos hablar de Homo Sapiens número 1 y número 2 y quizás somos nosotros los últimos representantes del Homo Sapiens número 1.

Actualmente las relaciones entre las generaciones jóvenes y viejas se inscriben en valores culturales que podríamos llamar de la ética del trabajo. Todo es juzgado en relación al trabajo. Cuando uno es joven, uno aprende a trabajar, luego uno trabaja y cuando deja de trabajar uno es inútil. Las gentes ancianas aceptan este estado de cosas. Esto puede hacerse sin mayores problemas en un pueblo de 1.000 personas; donde se tiene quizás dos personas ancianas, puede considerárselas inútiles. Pero si vamos a vivir 200 años, no hay que hacer muchos cálculos para darse cuenta de que la situación va a ser diferente. Si se mantuviera la misma regla de retiro a los 60 años, tendríamos la pirámide de edades que se observa en el gráfico 7.

En esta situación no se podría mantener la ética del trabajo; deberíamos cambiar nuestros valores culturales y este cambio tendría lugar tanto a nivel individual como de la sociedad. A nivel de individuo Walford menciona tres maneras de envejecer. Para ello distingue el status y el rol del individuo. Para la mayoría de los individuos status y rol están vinculados. Cuando uno tiene un cierto status, la sociedad espera un cierto rol. Si uno se aparta del rol, la sociedad reacciona. Para la mayoría de la gente, status y rol evolucionan juntos. Se comienza con un status bajo y un rol modesto (gráfico 8a), ambos primero aumentan con la edad y luego decrecen. Otra forma de envejecer es mantener el status aun en la ancianidad, pero ver el rol disminuido (gráfico 8b). Esto es claro en el ejemplo de un almirante retirado que sigue siendo considerado de status alto, pero no tiene rol. Esta también puede ser una forma de envejecer en clases más bajas.

La primera forma es una mala forma de envejecer. Cuando se aplica la ética del trabajo, el individuo no tiene rol ni status al fin de su vida y siente que la sociedad lo rechaza. En el

<sup>1</sup> El Premio Nobel de Medicina fue otorgado en 1984 a tres expertos en el funcionamiento del sistema inmunológico: César Milstein, Georges Köhler y Niels Jerne. En 1975, Milstein y Köhler lograron fusionar un linfocito con una célula maligna. El resultado fue un "híbrido" que se divide y reproduce eternamente y que perdió su condición maligna. Con respecto a ese híbrido, el paradigma del límite de Hayflick ya no es válido.

Gráfico 7

**ESTRUCTURA HIPOTETICA POR EDAD DE UNA POBLACION  
CON UN LIMITE MAXIMO DE VIDA DE 200 AÑOS**

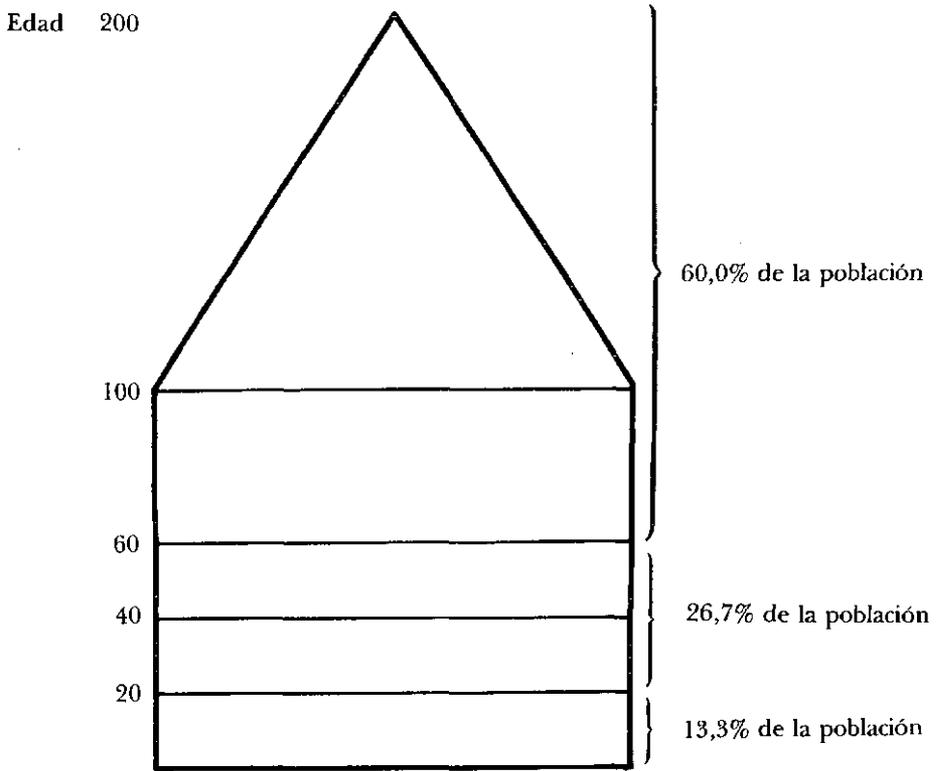
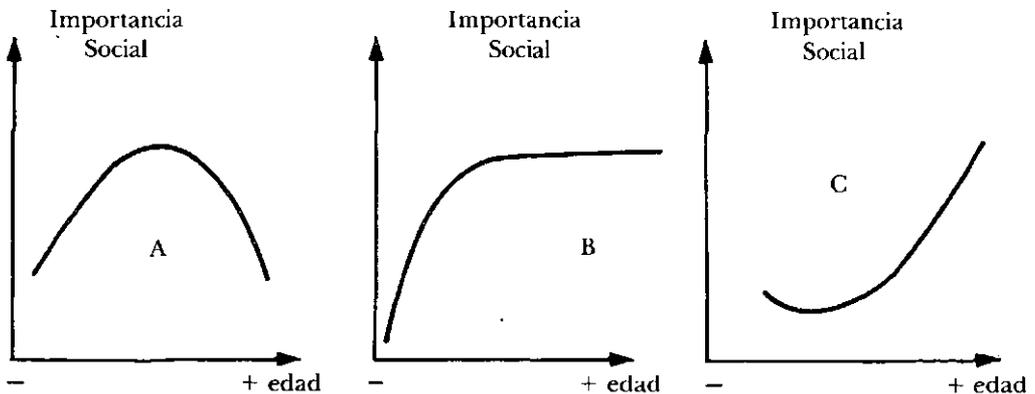


Gráfico 8

**EVOLUCION DE LOS STATUS Y ROLES INDIVIDUALES  
POR EFECTO DE LA EDAD**

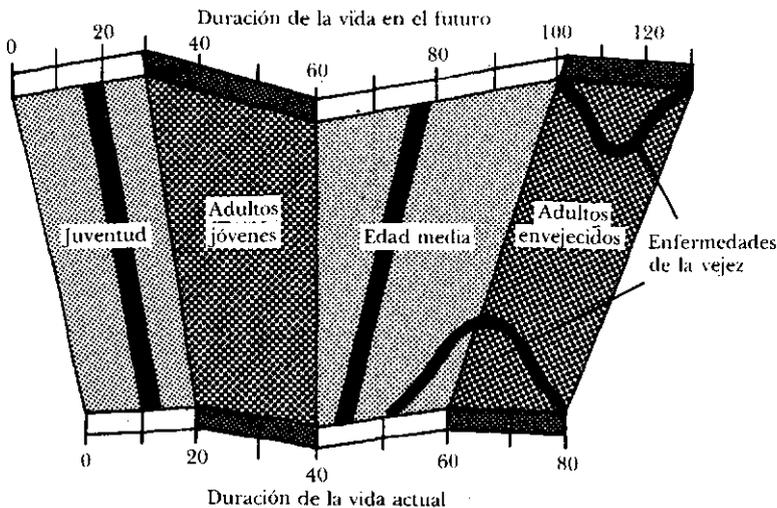


segundo caso, la situación puede ser algo absurda, pero al menos el individuo es considerado de status alto. Es una mejor forma de envejecer. Hay una tercera posibilidad (gráfico 8c) en la cual no se conserva el status pero sí un rol importante. Un ejemplo de este tipo de personas es el de los que solemos llamar excéntricos, cuyas conductas están fuera de los valores sociales esperados. Algunos de ellos son personajes que encontramos en las novelas, sus vidas son diferentes de las del resto. La sociedad no les reconoce un status, pero gusta de ellos porque son el espíritu de la vida. Actualmente la forma más común de envejecer es la primera. Algunos personajes famosos combinan las dos últimas, por ejemplo, Bernard Shaw, Charles de Gaulle y Winston Churchill. Si vivimos 200 años, más y más personas adoptarán esta forma de vivir y la vida será más interesante. Aun hoy, sin haber alcanzado este nuevo límite de vida, una de las dificultades de los ancianos es que no se dan cuenta de que tienen todavía muchos años por delante. Cuando se retiran siguen viendo la vida como sus abuelos, considerando que les queda un par de años más para que la vida termine. Si consultaran las tablas de vida, verían que se trata más bien de 15 ó 20 años los que les restan y quizás pensarían en cambiar su modo de vida. Cuando al momento de retirarse le queden a las personas 100 años más por delante, el paradigma de la ética del trabajo será abandonado y reemplazado y las cosas mejorarán. No parece haber motivo de preocupación por la sociedad en este aspecto.

¿Qué pasa entonces con el problema mundial, que es la preocupación del economista y del demógrafo? Sugiero que vean la figura siguiente (gráfico 9) que explica mejor que las palabras qué pasaría. Debajo tenemos la duración de la vida tal como es hoy, y arriba cómo sería en el futuro. Si las esperanzas del Dr. Walford se cumplieran, viviríamos más, pero con buena salud. Las enfermedades de la vejez sólo comenzarían después de los 100 años, y se extenderían sobre todo las edades medias. Los problemas de la ancianidad durarían casi el mismo número de años, pero serían "soportados" por muchos más años de buena salud que en el presente. Los 20 años de mala salud que ahora se dan entre las edades 60 y 80, se daría entre las

Gráfico 9

COMPARACION DE LIMITES DE VIDA  
PRESENTES Y FUTUROS



edades 100 y 120. Por lo tanto, la carga de los ancianos en la sociedad probablemente disminuiría. Tendríamos 100 años de la vida de un individuo para "hacerse cargo" de los 20 años restantes. Desde este punto de vista, el temor de que la prolongación de la vida creará muchos problemas para el funcionamiento de la sociedad, es probablemente infundado.

### 18. *Consecuencias en la población mundial*

Queda otro problema. La población total aumentará y habrá que encontrar alimentos para esa población. Se puede demostrar que el aumento de la población es más o menos proporcional al aumento de la esperanza de vida. De acuerdo con cálculos de las Naciones Unidas, con una esperanza de vida de 75 años, la población mundial se estabilizará en unos 10 000 millones de personas. Entonces:

<u><math>e^{\circ}</math> (en años)</u>	<u>Población mundial</u>
75	10.000 millones
100	13.300 millones
150	20 000 millones
225	30 000 millones

Veremos en una próxima conferencia que el problema de alimentar a estas poblaciones es sólo cuestión de energía. Si se tiene suficiente energía, se puede hacer cualquier cosa. Y la energía es ilimitada si se consigue obtenerla en forma correcta. Es un problema a resolver, pero puede ser resuelto.

Personalmente creo que el Dr. Walford tiene razón. No debemos preocuparnos por este futuro. Por el contrario, podemos imaginarnos muchas cosas interesantes: podrían adoptarse carreras sucesivas y tener varios matrimonios con personas de diferentes generaciones. También podrían darse relaciones entre generaciones que no son posibles en la actualidad.

**NOTA:** Gráficos y tablas han sido tomados, en su mayoría, de Walford, Roy L., *Maximum Life Span*, New York, W.W. Norton and Company, 1983.

## BIBLIOGRAFIA

- Bourgeois-Pichat, Jean, "De Rome à Manille: Trente ans d'évolution de la démographie". UIESP, *Congrès International de la Population, Manille 1981*, Volume 5, Actes et communications choisies: 475-503. Liège, Belgique.
- Muhsam, Helmut, V., "The demographic transition from wastage to conservation of human life". UIESP, *La science de la population au service de l'homme*, Conférence sur la Science au Service de la Vie, Institut de la Vie, Union Internationale pour l'Etude Scientifique de la Population (UIESP), Viena, 1979: 143-163.
- Rosenfeld, Albert, *Prolongevity*. Alfred A. Knopf, New York, 1976. La versión francesa ha sido publicada con el título de *Prolonger la vie*.
- Walford, Roy L., *Maximum life span*. W.W. Norton and Company, New York, 1983. La versión francesa ha sido publicada con el título *La vie la plus longue*, Lafont, Paris, 1984.
- Wierzbicki, Andrzej, "Evolving cultural paradigms". *Options* 1984, 3: 10-13.

III  
PROBLEMAS RELATIVOS AL FINANCIAMIENTO  
DE LOS FONDOS DE JUBILACIONES



El tema de la sesión de hoy es el financiamiento de un régimen de pensiones a través de la capitalización. Antes de entrar en materia, es útil ver cómo en una nación los bienes y servicios son distribuidos entre los miembros. Hay dos formas principales de hacer esta distribución. Primero, a través del sistema *monetario*: se distribuye el dinero con el cual la gente comprará los bienes y servicios. Una segunda forma es distribuir los bienes y servicios *gratuitamente*, dando a cada miembro de la población lo que necesita para vivir.

## 1. *Los dos sistemas de distribución*

Comencemos por el primero (monetario). Es preciso ver cómo se obtienen medios de pago. Hay cuatro formas de obtener medios de pago. La primera, y más común, es por el trabajo. Cuando uno trabaja, uno recibe un *salario*, o sea, un medio de pago. La segunda forma es poseer capital, riqueza. Si se tiene riqueza se recibe una retribución a través de la tasa de interés (*capitalización*). La tercera forma es beneficiarse de las provisiones de ciertas leyes. Por ejemplo, si uno es un veterano tiene derecho a recibir una pensión. En la misma categoría entran los seguros de desempleo, los subsidios familiares y los pagos a los jubilados. Se trata de una distribución contenida en la *legislación*. Una cuarta forma es la *donación o regalo*. En otros tiempos sucedía que un poeta podía recibir un regalo del rey, anualmente. Actualmente son las personas de muy escasos recursos las que reciben regalos, por ejemplo, de la municipalidad. En la misma categoría se encuentran ganancias obtenidas en el bingo o la lotería, que por supuesto no constituyen un monto importante en general. Una quinta forma, que dejaremos a un lado, es el préstamo. Los préstamos son sólo de corto plazo, en algún momento hay que devolverlos.

Respecto de la legislación debemos agregar algo más. ¿Cómo se obtiene el dinero que luego será repartido? ¿De dónde sale, por ejemplo, el dinero que se paga a los veteranos? Existen aquí también cuatro maneras. La primera es por *impuestos generales*: el Estado recibe dinero de los ciudadanos. La segunda es por adquisición de riqueza, *capital*. La tercera es por *impuestos específicos*, tales como los de seguridad social. Son los que a veces se llaman impuestos parafiscales. Se diferencian de los impuestos de la primera categoría en que aquéllos tienen propósitos generales mientras que éstos tienen un propósito muy específico y suele ser el trabajador quien los paga. La cuarta manera es la *donación o regalo*.

Los sistemas de pensiones pueden financiarse por impuestos específicos, por adquisición de capital o por ambos. Impuestos generales podrían también ser usados, y algunos países lo hacen, pero las otras dos formas son las más frecuentes.

El sistema de distribución gratuita puede darse a través de la *familia*, que produce y distribuye entre sus miembros. Otra manera es a través de la *caridad*. Se trata de asociaciones que proveen a gente necesitada. Pero no me detendré en la distribución gratuita, sino que me concentraré en la distribución monetaria.

## 2. *Modelo Nº 1 de jubilación*

Voy a describir lo que llamo *modelo 1 de jubilación o pensión*. En la segunda mitad del siglo XIX y el comienzo del siglo XX había una imagen popular del "buen ciudadano" que se jubilaba. Esta persona habría ahorrado durante su vida, habría invertido esos ahorros juiciosamente, lo que le habría producido más dinero, y al alcanzar los 65 años dejaría de trabajar y comenzaría a vivir de los intereses de sus ahorros. Se trataría de una aplicación del que llamamos sistema de capitalización. Es una buena manera de jubilarse, pero no se necesitan grandes cálculos para mostrar que esta forma no es accesible a toda la población, sólo un sector de la población puede organizar su vida de esta manera. He hecho algunos cálculos para demostrar-

10. Tomé una población estacionaria de muy baja mortalidad: la tabla de mortalidad número 24, para mujeres, de las series de tablas modelo de Coale y Demeny, que tiene una esperanza de vida de 77,5 años. Como las tablas de Coale y Demeny terminan a la edad 80 y más, hice una extrapolación para poder extender los cálculos a las edades avanzadas. Al hacerlo obtuve una tabla modelo nueva con una esperanza de vida de 78 años. Es decir, que no se trata exactamente de la tabla de vida modelo número 24, pero las diferencias se encuentran sólo más allá de los 80 años. Los supuestos adoptados para el cálculo fueron los siguientes:

- 1) Se comienza a trabajar a los 20 años y se deja de trabajar a los 65 años, con lo cual los años de actividad son 45.
- 2) Durante esos 45 años de actividad, el salario es uniforme, igual para todo el mundo, y anualmente igual a S. El monto de las jubilaciones es también igual a S. Salarios y pensiones son idénticos.
- 3) El capital de la nación es igual a cinco veces los salarios anuales. Esta es una proporción generalmente aceptada por la mayoría de los economistas. Y si miran el Anuario Estadístico de las Naciones Unidas, específicamente el Anuario de Cuentas Nacionales, y dividen el capital por el ingreso nacional, encontrarán para casi todos los países una proporción de alrededor de 5.

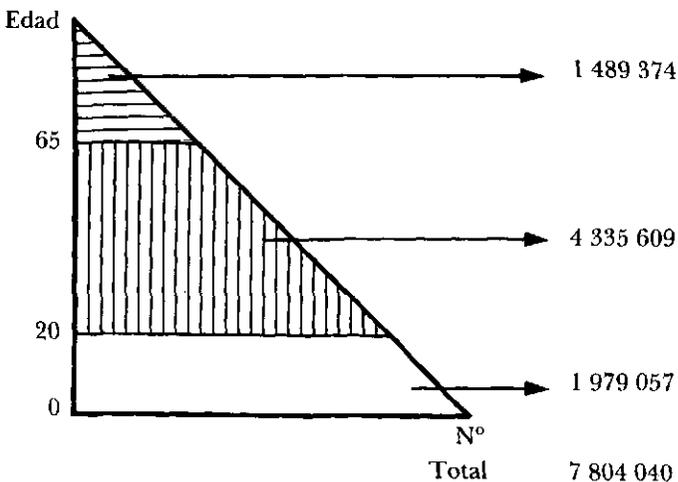
De acuerdo con estos supuestos, cuando un ciudadano llega a los 65 años deberá poseer un cierto capital (K). Si r es la tasa de interés del país, la suma poseída por la persona multiplicada por r será igual a su jubilación.

$$K \cdot r = S$$

Con la población femenina estacionaria que he elegido, la pirámide de edad sería la siguiente, dados 100.000 nacimientos. La población activa (20-65) es igual a 4 335 609 personas y la de más de 65 años es de 1 489 374.

Gráfico 1

POBLACION ESTACIONARIA POR GRANDES GRUPOS DE EDADES



Con estos datos podemos ahora hacer los cálculos. Primero el capital. El capital es igual al número de trabajadores (4 335 609) multiplicado por los salarios y por 5.

$$C_t = 4\,335\,609 \cdot S \cdot 5$$

Calculemos el capital de los jubilados. Su número es 1 489 374, y poseen la suma K. Todos juntos poseen:

$$C_v = 1\,489\,374 \cdot K$$

Como  $K = \frac{S}{r}$ , entonces

$$C_v = 1\,489\,374 \cdot \left(\frac{S}{r}\right)$$

Si hacemos el cociente

$$\frac{C_v}{C_t} = \frac{1\,489\,374 \cdot S}{5 \cdot (4\,335\,609 \cdot S \cdot r)} = 1,38$$

Lo que significa que la riqueza, el capital poseído por los mayores de 65 años, está un 38% por encima del capital total de la nación. Esto les demuestra que este primer modelo de jubilación no puede ser adoptado por todo el mundo, porque se superaría el capital total del país. Más aun, los supuestos del modelo son incompletos, ya que nadie posee un capital repentinamente. Para poseer un cierto capital a los 65 años hay que ahorrar toda la vida, es algo que uno acumula desde los 20 a los 65 años. No es posible imaginar que todo el capital será poseído por la población de más de 65 años; la población por debajo de los 65 años también posee un capital, que no es tomado en cuenta en este modelo. Si se tomara en cuenta, por supuesto que se obtendría un cociente superior a 1,38.

### 3. Modelo N° 2 de jubilación

Hay otro modelo de jubilación, al que llamaré *modelo 2*. En este modelo las personas poseen un cierto capital y usan como jubilación no sólo los intereses sino también el capital que poseen. En el pensamiento popular estas son personas que "se comen" el capital, y no son tan bien consideradas como las del modelo 1. En el modelo 1 cuando una persona muere deja en herencia su riqueza a sus hijos. En el modelo 2, cuando la persona muere, no deja nada, se ha comido todo.

En el modelo 2 la persona acumula capital hasta los 65 años. A esa edad deja de trabajar y comienza a recibir intereses y también a consumir su capital. Por lo tanto, en este esquema no se precisa tanto capital como en el modelo anterior.

El jubilado en este modelo, para estar seguro de que le alcanzarán sus recursos, debe considerar que va a vivir largo tiempo, por ejemplo, hasta los 100 años. El cálculo implícito es sencillo; no daré todos los detalles, pero les mostraré el comienzo de los cálculos.

Denotemos como  $K(x)$  el capital poseído por una persona a la edad 65 más x. La cantidad  $K(x)$  va disminuyendo. La variación de  $K(x)$  es

$$dK(x) = K(x)r dx - S dx$$

Si se divide por dx se tiene una ecuación diferencial:

$$K'(x) = K(x)r - S$$

que puede ser fácilmente integrada usando una función auxiliar:

$$y = e^{-rx} K(x)$$

Diferenciando:

$$y' = re^{-rx} K(x) + e^{-rx} K'(x)$$

que puede ser escrita

$$\begin{aligned} y' &= e^{-rx} [-r K(x) + K'(x)] \\ &= S e^{-rx} \end{aligned}$$

y que puede integrarse inmediatamente

$$y = S \int_0^x e^{-rx} dx + \text{constante}$$

No iré más lejos con el cálculo; les daré el resultado final

$$K(x) = \frac{S}{r} - \frac{S}{r} e^{r(x-35)}$$

El número 35 proviene del supuesto que las personas vivirán hasta los 100 años, ya que  $100-65=35$ . La fórmula da el capital poseído por cada persona a la edad 65 más  $x$ . Con esta fórmula y usando la misma tabla modelo se puede calcular  $K(x)$  con facilidad. Si se hace la suma de  $K(x)$  para todos los años entre 65 y 100 se obtiene todo el capital poseído por toda la gente de 65 y más años y se puede, como en el caso previo, comparar este capital con el de toda la nación. En el modelo anterior habíamos encontrado que dicha relación era de 1,38. En este modelo

$$\frac{C_v}{C_t} = 0,935$$

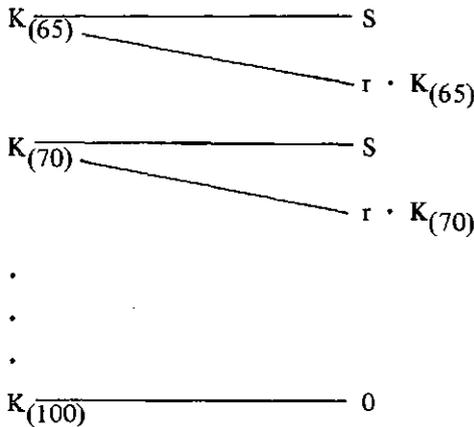
Lo que quiere decir que todo el capital poseído por las personas jubiladas es sólo 93,5% del capital nacional. Parece, de acuerdo con este cálculo, que el modelo 2 podría funcionar. Sin embargo, el capital en manos de las personas de 65 y más años es muy grande, casi igual al de la nación, y eso sin tener en cuenta, nuevamente, que las personas de menos de 65 años poseen capital. Si sumáramos el capital poseído por los menores de 65 años, ciertamente el cociente excedería 1. Por lo tanto, tampoco el modelo 2 puede funcionar, ya que no hay suficiente capital en la nación para hacerlo posible.

Una de las razones por las cuales obtenemos tanto capital en posesión de las personas mayores de 65 años es que hemos supuesto que todo el mundo vive hasta la edad 100. Estamos obligados a hacer este supuesto porque el modelo se ha calculado sobre la base de los individuos, como si cada persona fuera a conducir su vida sin tomar en cuenta la vida de los demás. Podríamos juntar la experiencia individual y, en lugar de la edad 100, usar en los cálculos la esperanza de vida al nacer (78 años en nuestro ejemplo). Se necesitaría así menos capital y quizás el modelo fuera factible.

#### 4. Sistema colectivo por capitalización

El paso siguiente es, entonces, un sistema en el que todo el mundo pone su dinero en un fondo y luego recibe su jubilación. Sería un *modelo colectivo de jubilaciones por el sistema de capitalización*.

A los 20 años las personas entrarían en el sistema: recibirían un salario  $S$ , parte del cual,  $k(S)$ , entregarían al sistema hasta alcanzar los 65 años. El sistema invertiría el dinero recibido. Pongamos un ejemplo. Si a la edad de 20 hay 100.000 personas, a la edad de 65 ya algunos han muerto y quedan, digamos, 85.000. Estas personas poseen una cierta suma,  $K_{(65)}$ . El sistema comienza a pagar las jubilaciones ( $S$ ) y sigue recibiendo intereses sobre el capital  $r \cdot K_{(65)}$ .



El sistema está organizado de tal manera que a la edad en que el último miembro de la cohorte muere, el capital es igual a 0. Todos han recibido su jubilación y no queda nada.

En este modelo podemos tomar en cuenta el capital acumulado entre los 20 y los 65 años.

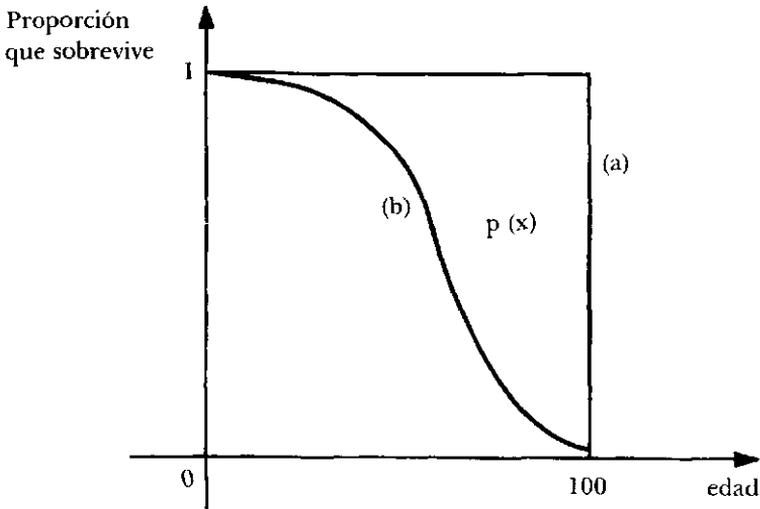
Es interesante comparar este sistema con el que he llamado *modelo de distribución por legislación*. En el modelo anterior el presupuesto del sistema se organiza por cohortes y cuando el último sobreviviente de la cohorte muere, el capital debe ser igual a 0. Este modelo, que en inglés se llama "pay as you go", está organizado de la manera siguiente. El trabajador recibe un salario ( $S$ ), y una fracción de ese salario ( $h$ ) es entregado al sistema. Durante un año, digamos 1984, el sistema recibe un monto de dinero equivalente a la proporción  $h$  por todos los trabajadores. En el mismo año se distribuye este dinero a la gente de 65 y más años, de modo que el balance se equilibra cada año. El sistema no retiene ningún capital.

Es fácil calcular para una cohorte el capital poseído a diferentes edades, resolviendo una ecuación diferencial similar a la que presenté antes, excepto que la fórmula debe contener ahora una función nueva que es la función de supervivencia de la tabla de vida,  $p(x)$ . La diferencia está en que anteriormente hacíamos los cálculos para un individuo que, por definición, vivía hasta los 100 años. Era una función de supervivencia que se mantenía en el valor 1 hasta los 100 años (ver gráfico 2, línea a).

Como estamos juntando las experiencias de todos los individuos, debemos tener en cuenta que la cohorte está achicándose (ver gráfico 2, curva b), e incluir la función  $p(x)$ . Por lo

Gráfico 2

COMPARACION DE FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA



demás, todo es igual. El funcionamiento del sistema ha sido descrito en detalle en un artículo publicado en *Notas de Población*<sup>1</sup>.

Cuando se ha hecho el cálculo, dada cierta tabla de mortalidad y cierta tasa de interés (la tasa puede variarse), es tentador aplicarlo a una población. Hasta ahora estábamos trabajando con una población estacionaria, con una cohorte. Si queremos pasar a toda una población, debemos aplicar los resultados por cohorte a una estructura por edad: real o estable. Usando una población estable se puede observar la influencia de la fecundidad en los resultados.

La fracción del salario que se paga al sistema durante las edades activas ( $k$ ) es, y esto es bien conocido entre los actuarios, idéntica a la proporción de personas de 65 y más años ( $v$ ) sobre el número de trabajadores ( $w$ ). Si

$$h \cdot w \cdot S = v \cdot S$$

entonces:

$$h = \frac{v}{w}$$

En un sistema por capitalización, la fracción del salario que se entrega ( $k$ ) es igual a la misma proporción ( $\frac{v}{w}$ ). Si se toma una población estable con una tasa de crecimiento igual a la tasa de interés y se calcula  $\frac{v}{w}$  se obtiene  $k$ .

Esta no es una población real. La población real es estable, pero la tasa no es  $r$  sino  $\rho$ . Otra cosa, bien conocida por los demógrafos, es que en la población estable el cociente  $\frac{v}{w}$  es

<sup>1</sup> Bourgeois-Pichat, Jean, "El Financiamiento de Jubilaciones Mediante Capitalización". *Notas de Población* (Revista Latinoamericana de Demografía), agosto 1982, Año X, N° 29, pp. 43-68. CELADE.

pequeño cuando la tasa de crecimiento de la población es alta. En poblaciones reales la tasa de crecimiento varía entre 0 y 4%. Así que si se tiene una población real, estable, que crece al 4%, y se obtiene  $h$ , y si para  $k$  se usa el 5%, es como si se tuviera una población estable creciendo al 5%, lo que es una tasa mayor que  $\rho$ . Lo que significa que  $k$  es menor que  $h$ . Es decir, que en el modelo por capitalización se está reteniendo una parte del salario que es generalmente menor que lo que se retiene en el otro sistema. Tengan en cuenta que estoy poniendo como ejemplo una población que crece al 4%, pero no hay muchas poblaciones como ésta. El crecimiento es habitualmente menor, y  $h$  es aun mucho mayor. Esta es una característica muy atractiva del sistema por capitalización, es decir, que se le retiene al trabajador menos que en el sistema de distribución. Esto se debe a que el sistema recibe dinero de dos fuentes: directamente del trabajador ( $kS$ ), e indirectamente por el interés del capital ( $rC$ ). En el otro sistema hay una sola fuente ( $hS$ ). Es entonces normal que  $k$  sea menor que  $h$ .

### 5. El sistema colectivo en una serie de poblaciones estables

No he mostrado los cálculos que, como he dicho, son similares a los del modelo 2. Al terminar los cálculos se obtiene un resultado muy simple: cuando se compara el capital en poder del sistema con los salarios (expresados como el número de años de salarios), se obtiene la simple fórmula.

$$\Sigma = \frac{h-k}{r-\rho}$$

donde, repitémoslo

- $\Sigma$  : número de la masa salarial anual en poder del sistema
- $h$  : parte del salario entregado al fondo en el sistema de distribución
- $k$  : parte del salario entregado al fondo en el sistema de capitalización
- $r$  : tasa de interés
- $\rho$  : tasa de crecimiento de la población estable.

En el cuadro 1 tenemos un ejemplo del cálculo de  $\Sigma$  en cinco poblaciones estables para siete tasas de interés<sup>2</sup>. El gráfico 3 ilustra este cuadro. En el mencionado gráfico, las tasas de interés aparecen en el eje de las abscisas y  $\Sigma$ , el número de la masa salarial anual poseído por el sistema, en el de las ordenadas. La tasa de mortalidad es la que se usó previamente; corresponde a la población estacionaria que aparece en el gráfico 1. La línea AB corresponde a  $\Sigma = 5$ . Si admitimos que todo el capital de una nación es igual a 5 veces la masa salarial anual en todos los casos situados sobre AB, el sistema no puede funcionar, ya que no hay capital suficiente en la nación.

Veán, entonces, que el sistema funciona sólo en condiciones de altas tasas de interés y alta fecundidad.

Si tomamos una población con mortalidad más alta que la del ejemplo del gráfico, todas las curvas descenderían. Esto significa que algunas de las situaciones que eran imposibles en el ejemplo anterior ahora son viables. O sea, el sistema funciona con alta mortalidad y alta fecundidad. Esto lo hace inviable para países desarrollados y otros que se están aproximando a una tasa bruta de reproducción de 1.

<sup>2</sup> El Cuadro 1 es una reproducción del Cuadro 3 que aparece en el artículo mencionado en nota 1.

Cuadro 1

CALCULO DEL NUMERO DE AÑOS DE SALARIO EN PODER DE LA CAJA EN UN SISTEMA DE JUBILACION POR CAPITALIZACION A SUMA NULA. CALCULOS DETALLADOS POR LA TABLA MODELO DE MORTALIDAD FEMENINA DE COALE Y DEMENY (SERIE OESTE): ESPERANZA DE VIDA AL NACER = 77,5 AÑOS, Y RESULTADO FINAL SOLO PARA LA TABLA MODELO DE MORTALIDAD FEMENINA DE COALE Y DEMENY (SERIE OESTE): ESPERANZA DE VIDA AL NACER = 50 AÑOS

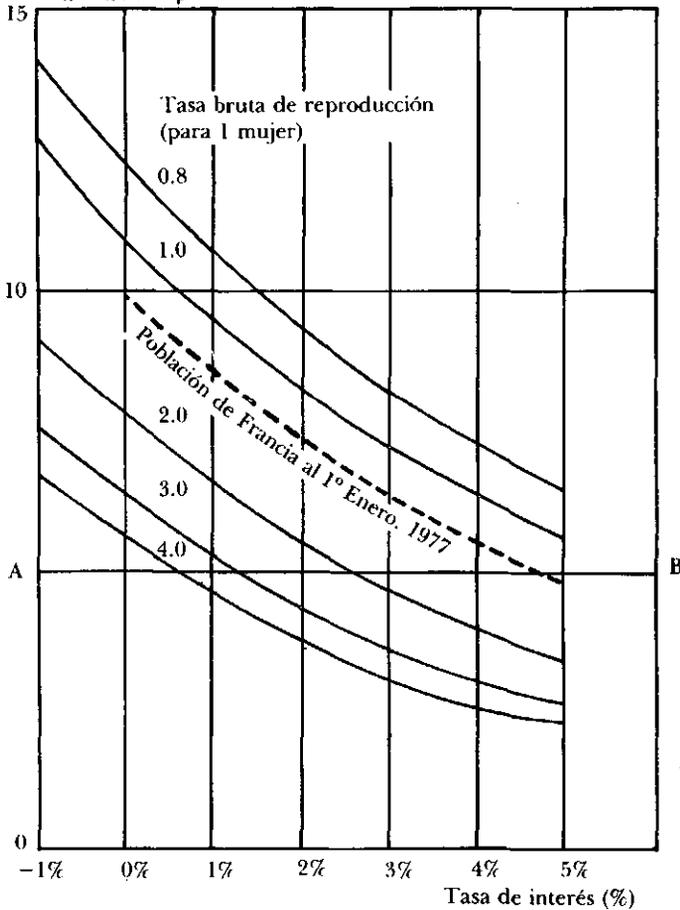
Tasa bruta de reproducción para una mujer	Esperanza de vida al nacer = 77,5 años							Esperanza de vida al nacer 50 años (c) $\frac{h-k}{r-\rho}$
	Tasa de interés %	(a) $\rho$ %	$r-\rho$ %	(a) h %	(b) k %	h-k %	$\frac{h-k}{r-\rho}$	
4,00	5	4,919	0,081	5,72	5,53	0,19	2,35	1,41
	4	4,919	-0,919	5,72	8,08	-2,36	2,57	1,59
	3	4,919	-1,919	5,72	11,68	-5,96	3,11	2,01
	2	4,919	-2,919	5,72	16,73	-11,01	3,77	3,28
	1	4,919	-3,919	5,72	23,67	-17,96	4,58	2,85
	0	4,919	-4,919	5,72	33,11	-27,39	5,57	3,41
	-1	4,919	-5,919	5,72	45,74	-40,02	6,76	4,07
3,00	5	3,854	1,146	8,54	5,53	3,01	2,63	1,73
	4	3,854	0,146	8,54	8,08	0,46	3,15	2,02
	3	3,854	-0,854	8,54	11,68	-3,14	3,68	2,30
	2	3,854	-1,854	8,54	16,73	-8,19	4,42	2,80
	1	3,854	-2,854	8,54	23,67	-15,13	5,30	3,31
	0	3,854	-3,854	8,54	33,11	-24,17	6,38	3,91
	-1	3,854	-4,854	8,54	45,74	-37,20	7,66	4,63
2,00	5	2,384	2,616	14,58	5,53	9,05	3,46	2,24
	4	2,384	1,616	14,58	8,08	6,50	4,02	2,57
	3	2,384	0,616	14,58	11,68	2,90	4,71	2,94
	2	2,384	-0,384	14,58	16,73	-2,15	5,60	3,29
	1	2,384	-1,384	14,58	23,67	-9,09	6,57	4,01
	0	2,384	-2,384	14,58	33,11	-18,53	7,97	4,89
	-1	2,384	-3,384	14,58	45,74	-31,16	9,21	5,64
1,00	5	-0,053	5,053	33,67	5,53	28,14	5,57	3,63
	4	-0,053	4,053	33,67	8,08	25,59	6,31	4,07
	3	-0,053	3,053	33,67	11,68	21,99	7,20	4,59
	2	-0,053	2,053	33,67	16,73	16,94	8,25	5,20
	1	-0,053	1,053	33,67	23,67	10,00	9,50	5,99
	0	-0,053	0,053	33,67	33,11	0,56	10,57	6,73
	-1	-0,053	-0,947	33,67	45,74	-12,07	12,75	7,87
0,80	5	-0,818	5,818	43,17	5,53	37,64	6,47	4,18
	4	-0,818	4,818	43,17	8,08	35,09	7,28	4,66
	3	-0,818	3,818	43,17	11,68	31,49	8,25	5,21
	2	-0,818	2,818	43,17	16,73	26,44	9,38	5,86
	1	-0,818	1,818	43,17	23,67	19,50	10,73	6,68
	0	-0,818	0,818	43,17	33,11	10,06	12,30	7,48
	-1	-0,818	-0,182	43,17	45,74	-2,57	14,12	8,47

(Coale y Demeny (a) pág. 120; (b) pág. 72; (c) págs. 98 y 50.

Gráfico 3

**SUMA EN PODER DE LA CAJA DE JUBILACIONES  
EN UN SISTEMA POR CAPITALIZACION A SUMA  
NULA PARA SIETE TASAS DE INTERES EN LA  
SERIE OESTE DE POBLACIONES ESTABLES FEMENINAS  
DE COALE-DEMENY**  
(Esperanza de vida al nacer = 77,5 años)

Suma en poder de la Caja,  
expresada en masa salarial anual  
 $h - k / r - \rho$



6. *Capitalización versus distribución*

Para ilustrar preparé el cuadro 2. Ya he dicho que hay dos clases de participación en el sistema: directa (proporción de salario) e indirecta<sup>3</sup>. Esta última está incorporada en el precio

<sup>3</sup> El Cuadro 2 es un cuadro nuevo; no aparece en el artículo antes mencionado.

Cuadro 2

**COMPARACION DE LAS FORMAS DE PARTICIPACION EN EL SISTEMA  
DE JUBILACIONES, USANDO LA TABLA MODELO DE COALE Y DEMENY,  
SERIE OESTE, SEXO FEMENINO,  
ESPERANZA DE VIDA AL NACER = 77,5 AÑOS**

Tasa bruta de reproducción (por mujer)	Años de salarios en poder del sistema	Tasa de interés (en %)	Retribución al capital (% de salario)	Cotización directa al sistema (% del salario)	Participación total en el sistema de capitalización	Participación en el sistema de distribución ("pay as you go")
	$\frac{h-k}{r-\rho}$	r	Cr	k	Cr · k	h
	(1)	(2)	(1) · (2) (3)	(4)	(3) + (4) (5)	(6)
4,00	2,35	5	11,75	5,53	17,28	
	2,57	4	10,28	8,08	18,36	
	3,11	3	5,33	11,68	21,01	
	3,77	2	7,54	16,73	24,27	5,27
	4,58	1	4,58	23,67	28,25	
	5,57	0	0,00	33,11	33,11	
	6,76	-1	-6,76	45,74	38,98	
3,00	2,63	5	13,15	5,53	18,68	
	3,15	4	12,60	8,08	20,68	
	3,68	3	11,04	11,68	22,72	
	4,42	2	8,84	16,73	25,57	8,54
	5,30	1	5,30	23,67	28,97	
	6,38	0	0,00	33,11	33,11	
	7,66	-1	-7,66	45,74	38,08	
2,00	3,46	5	17,30	5,53	22,83	
	4,02	4	16,08	8,08	24,16	
	4,71	3	14,13	11,68	25,81	
	5,60	2	11,20	16,73	27,93	14,58
	6,57	1	6,57	23,67	30,24	
	7,97	0	0,00	33,11	33,11	
	9,21	-1	-9,21	45,74	36,53	
1,00	5,57	5	27,85	5,53	33,38	
	6,31	4	25,24	8,08	33,32	
	7,20	3	21,60	11,68	33,28	
	8,25	2	16,50	16,73	33,23	33,67
	9,50	1	9,50	23,67	33,17	
	10,57	0	0,00	33,11	33,11	
	12,75	-1	-12,75	45,74	32,99	
0,8	6,47	5	32,35	5,53	37,88	
	7,28	4	29,12	8,08	37,20	
	8,25	3	24,75	11,68	36,43	
	9,38	2	18,76	16,73	35,49	43,17
	10,73	1	10,73	23,67	34,40	
	12,30	0	0,00	33,11	33,11	
	14,12	-1	-14,12	45,74	31,62	

del mercado. Cuando uno compra jabón, azúcar o un auto, la retribución al capital está incluida y se paga sin saber que se está contribuyendo al sistema. El cuadro 2 compara la participación en los dos tipos de sistemas. La columna (3) contiene la participación indirecta y la (4), la participación directa en un sistema de capitalización, siendo la columna (5) la suma de las dos. La columna (6) contiene la participación en el sistema de distribución ("pay as you go"). Vemos que con el sistema de capitalización en la mayoría de los casos se demanda una mayor participación de la nación que con el sistema de distribución. Sólo cuando se llega a la población estacionaria (tasa bruta de reproducción igual a 1) los dos sistemas se igualan en sus demandas. Esto no significa que el sistema por capitalización sea peor, pues puede que se haga un buen uso del capital que recibe. El sistema se convierte en un banco de inversiones. La dificultad reside en hacer buenas inversiones. Si esto sucede, el sistema es muy atractivo para el país, pues se trata de un banco que no tiene que buscar clientes, incluso a veces la ley obliga a los ciudadanos a dar dinero a ese "banco". Disponer de todo ese dinero para invertir en el desarrollo del país hace que el sistema sea muy atractivo.

## 7. Regreso a la hipótesis básica

Recapitemos los supuestos que habíamos adoptado:

- 1) Todo el mundo comienza a trabajar a la edad de 20 y se jubila a los 65;
- 2) Todos reciben el mismo salario, que es uniforme a lo largo de la vida.

Estos supuestos simplifican el cálculo, pero no son irrealistas. Se pueden tomar otros límites de edad, pero ello no cambiará el cálculo. Se puede tomar el salario promedio de todos los trabajadores y ello tampoco alterará el cálculo. Pero hay un supuesto que sí es irrealista: que el salario no variará con la edad. Esto no es así, puesto que hay un proceso de desarrollo económico. Si uno comienza a trabajar digamos en 1900, se jubilará en 1965. En ese período habrá habido un enorme desarrollo del país. Si el salario promedio era igual a  $S$  en 1900, en 1965 será  $S$  multiplicado por  $e^{65(0,02)}$  (suponiendo una tasa de crecimiento de la economía del 2%). Hay que tomar en cuenta el efecto del desarrollo económico sobre los salarios. Se puede aplicar la fórmula propuesta, pero en lugar de usar la tasa de interés ( $r$ ), usando  $r-g$  (siendo  $g$  la tasa de crecimiento de la economía). Si por ejemplo, la tasa de interés es 5% y la economía crece al 2%, los cálculos deben hacerse usando  $5-2=3\%$ .

En estas condiciones, un sistema que era viable al nivel de 5% de tasa de interés, al crecer la economía al 2%, no es más viable (referirse al gráfico 3). El número total de combinaciones bajo las cuales el sistema no puede funcionar aumenta.

Todos los cálculos están mostrando que es difícil, si no imposible, que un sistema por capitalización sea viable cuando se lo extiende a toda la población. Por supuesto, puede funcionar para un sector de la población.

En el sistema por capitalización, éste se vuelve rápidamente en el banco más poderoso del país. Si originalmente hubiera estado en manos privadas, pronto el gobierno deberá nacionalizarlo, ya que ningún gobierno dejaría la mayor parte del capital del país en manos de una compañía privada.

## 8. Un sistema mixto: capitalización y distribución ("pay as you go")

Se me ocurrió imaginar si no podría aplicarse un sistema mixto, por capitalización y de distribución al mismo tiempo, que permitiera obviar algunas de las dificultades reteniendo las

ventajas. Para hacer el cálculo más simple, volví al modelo usado al comienzo de esta conferencia, es decir, a una población estacionaria basada en la tabla femenina modelo número 24 de Coale y Demeny modificada en las edades por encima de 80. Imaginé una nación que no tiene ningún sistema de jubilaciones y decide comenzar uno basado en la capitalización. El sistema comienza con las personas que cumplen 20 años en 1984, que pagan una fracción  $k$  de su salario. En 1985 una generación más entra al sistema, y así sucesivamente. Pasaría así mucho tiempo para que la población entera estuviera dentro del sistema: si suponemos que se sobrevive hasta los 100 años, tomaría 80 años, hasta el 2064. Imaginé entonces que en cierto punto, digamos 20 años después de su iniciación (en el año 2004), se para el sistema de capitalización y se decide pasar al de distribución. En ese momento se anuncia el cambio y también se anuncia que se cubrirá a todo el mundo, no sólo a las 20 generaciones que hasta ese momento han podido incorporarse. Así que en el año 2004 el sistema posee un cierto capital ( $C$ ) y recibe interés por ese capital ( $Cr$ ). Usando estas fuentes de ingreso, el sistema puede pasar al sistema de distribución demandando una participación menor que la que correspondería si se hubiera comenzado desde el principio con dicho sistema. Podemos agregar una condición adicional: la participación inicial había sido igual a  $k$ ; después de 20 años la participación será  $k-Cr$ ; para tener una transición suave entre los dos sistemas sería bueno hacer  $k=h-Cr$ .

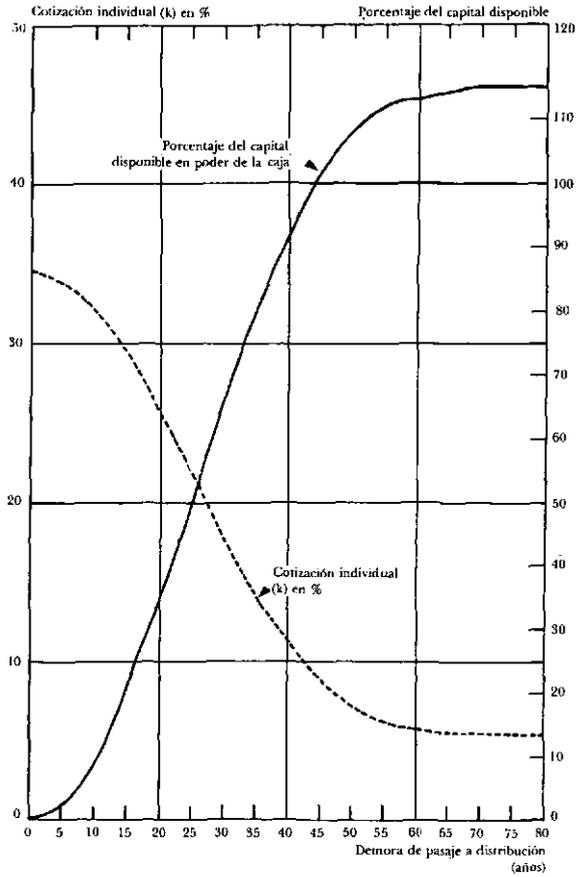
### 9. *El sistema mixto: un ejemplo concreto*

Los resultados están en el gráfico 4. En la abscisa inferior está indicado el tiempo que ha pasado cuando se cambia de capitalización a distribución. Por ejemplo, donde dice 20 años, se trata de una demora de 20 años en pasar de un sistema al otro. En la ordenada del lado izquierdo se señala la participación demandada al trabajador antes o después del cambio de sistema, pero tenemos la condición adicional que la participación  $k$  sea la misma en ambos si en el momento 0 se comienza directamente con un sistema de distribución,  $h$  es aproximadamente igual a 33,4 (en una población estacionaria, siendo resultado de dividir el número de personas de 65 y más años por el número de personas de 20 a 65,  $h=\frac{V}{W}$ ). En el sistema de distribución puro deberá pedírsele al trabajador 33,4% de su salario para pagar las jubilaciones (como lo indica la línea cortada en el momento 0). Pero si se decide por un sistema por capitalización y se lo continúa por, digamos, 20 años, para pasar recién al sistema de distribución, al tener un capital acumulado que rinde un interés, no hay necesidad de pedirle al trabajador una contribución tan alta. En el gráfico podemos leer que la contribución sería de alrededor de 25%. En resumen, si 20 años después de comenzado el sistema se pasa de capitalización a distribución, se puede obtener el mismo resultado que si se hubiera comenzado directamente con un sistema de distribución pidiendo sólo una participación de 25% del salario en lugar de 33,4%. Esta es una gran ventaja y, repitámoslo, se debe a la existencia de ingresos indirectos provenientes del interés sobre el capital acumulado. Si en lugar de 20 años se esperara 40 para hacer el cambio, por supuesto que la cotización sería aún menor, algo así como 12%. Si se esperara 80 años, sin embargo, todo el mundo estaría cubierto por el sistema de capitalización y ya no habría ventajas en cambiar el sistema. En capitalización pura (como puede calcularse del cuadro 1) la participación demandada al trabajador sería 5,5%.

Vayamos ahora a la línea entera. En el momento 0 el sistema no posee ningún capital; con el tiempo la proporción del capital de la nación poseída por el sistema aumenta y, en un sistema de capitalización pura, llega a tener 11% más que el capital total de la nación. (En mi artículo hay dos ejemplos).

Gráfico 4

**COTIZACION INDIVIDUAL Y PORCENTAJE DEL CAPITAL DISPONIBLE EN PODER DEL SISTEMA, EN FUNCION DEL TIEMPO DE PASAJE A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION**



Se ha presentado, entonces, un sistema mixto que puede ser usado por un país que no tiene ningún sistema. Parece conveniente comenzar con capitalización y, cuando el capital acumulado se vuelve demasiado grande como para permanecer en una sola mano, se pasa al otro sistema. Esta forma mixta conserva las ventajas de ambos sistemas.

## 10. *Influencia de la tasa de interés*

El gráfico 4 fue construido usando una tasa de interés del 5%. Sería útil conocer las variaciones usando diferentes tasas de interés. La manera correcta de hacerlo sería recalculando todo, pero podemos tener una idea aproximada a través de un gráfico (gráfico 5), ya que conocemos el principio y el final de las curvas. El final es capitalización pura y el principio es distribución pura.

Para la cotización individual, las ordenadas del final de las curvas (puntos negros gruesos en el gráfico 5), aparecen en el cuadro 1 en la columna titulada k. Esta información no depende de la fecundidad; depende solamente de la tasa de interés y del nivel de mortalidad. Por lo tanto, es válida para la población estacionaria que no aparece en el cuadro 1. Conociendo su comienzo y su fin, las curvas han sido trazadas a mano.

Para el porcentaje de todo el capital poseído por el sistema, las ordenadas del final de las curvas han sido obtenidas usando la fórmula  $\Sigma = \frac{h-k}{r-\rho}$ . Para la población estacionaria,  $\rho = 0$  y la fórmula se convierte en  $\Sigma_0 = \frac{h-k}{r}$ . Dividiendo  $\Sigma_0$  por cinco, se obtiene la proporción del capital total poseído por el sistema. Las ordenadas de los puntos en círculo del gráfico 5 han sido obtenidas de esa forma. Para  $r=0$ , la fórmula se convierte en  $\frac{0}{0}$  y no puede ser utilizada.

Pero es fácil hacer el cálculo directo, conociendo las curvas completas para  $r=0,05$  y  $r=0$  y los puntos en círculo; el gráfico 5 ha sido completado dibujando a mano las curvas para  $r=0,04$ ,  $r=0,03$ ,  $r=0,02$  y  $r=0,01$ . Lo mismo se ha hecho para la cotización individual.

El gráfico 5 indica que cuando las tasas de interés son menores hay que cambiarse de sistema más temprano que cuando las tasas son más altas, porque de lo contrario, el sistema poseería una masa de capital demasiado grande.

## 11. *Influencia del nivel de fecundidad*

Sería interesante ver también qué sucedería si en lugar de tener una población estacionaria tuviéramos una población estable que está creciendo a una cierta tasa. Usando el mismo método que para el gráfico 5, preparé el gráfico 6 que muestra qué pasaría si se tratara de una población estable con una tasa bruta de reproducción (R) igual a 2. Las curvas son similares, pero la situación es mejor, se puede esperar más para pasar del sistema por capitalización al sistema de distribución. Cuando se tiene una población creciente, como la del gráfico 6, y se decide cambiar de sistema, no se puede parar la capitalización. Como la población está creciendo, para mantener el mismo nivel de cotizaciones por parte del trabajador el capital debe seguir creciendo por lo menos a la misma tasa que la población. Así que hay que continuar la capitalización usando una fracción de las cotizaciones. Se tiene entonces una verdadera mezcla, una coexistencia de los dos sistemas, que deberá continuar indefinidamente.

Es verdad que detrás de estas propuestas está el supuesto de que el capital no pierde su valor y esto no siempre es verdad. Quizás habría que incluir en los cálculos un término que tomara en cuenta la reconstitución del capital destruido, en cuyo caso no podría pararse la capitalización en el tiempo establecido.

Esto es sólo un ejemplo; se pueden imaginar otros, y espero que así suceda.

Gráfico 5

**COTIZACION INDIVIDUAL Y PORCENTAJE DEL CAPITAL DISPONIBLE EN PODER DEL SISTEMA, EN FUNCION DEL TIEMPO DE PASAJE A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION Y DE LA TASA DE INTERES (r)**

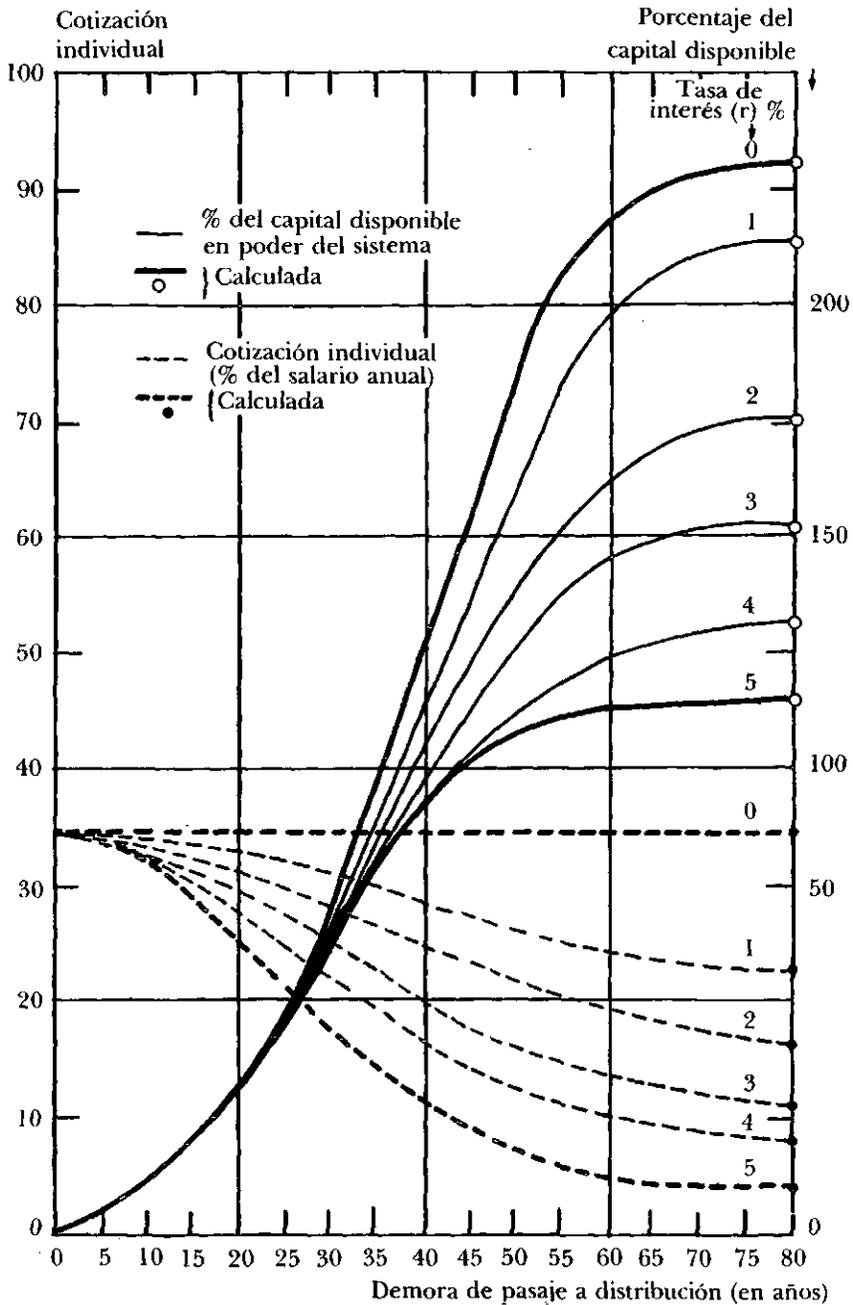
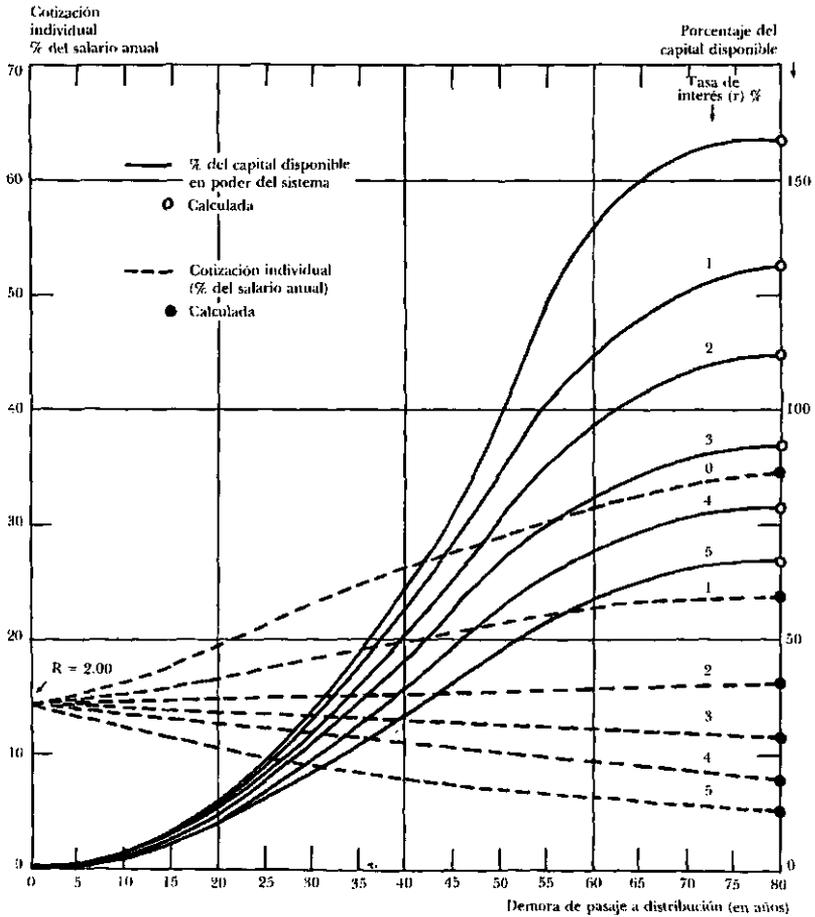


Gráfico 6

**COTIZACION INDIVIDUAL Y PORCENTAJE DEL CAPITAL DISPONIBLE EN PODER DEL SISTEMA, EN FUNCION DEL TIEMPO DE PASAJE A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION Y DE TASA DE INTERES (r), PERO CON UNA TASA DE REPRODUCCION IGUAL A .2**



## *Comentarios:*

**Pregunta.** Un régimen de capitalización aparentemente es superior, salvo por el hecho de que significa una acumulación de capital excesiva que podría hacer imposible el funcionamiento de la economía. Naturalmente que el monto acumulado sea mayor que el capital total del país depende absolutamente de los supuestos. Conociendo un artículo anterior suyo y aplicando una metodología muy similar para Chile, llegamos a una relación de aproximadamente 2,3 la masa salarial, lo que nos daría entre 30 y 40% del capital total del país. Si son correctas nuestras predicciones, que fueron hechas con datos reales de Chile, con sus posibles deficiencias, estarían indicando que este problema no existiría y que el régimen de capitalización sería estable a largo plazo. ¿Es realmente válida la conclusión de que la única desventaja es el capital acumulado en relación al capital total del país o cree que de todas maneras sería necesario hacer un cambio posterior de la forma que dijo?

**Aclaración:** El 2,3 se alcanza después de 80 años.

**Respuesta.** En efecto, la acumulación de capital es el principal obstáculo que veo. Debo decir que uno de los supuestos que hice al principio fue que las jubilaciones eran iguales a los salarios y ello probablemente no es así en el caso de Chile. Si fueran sólo la mitad de los salarios todas las curvas descienden y ya no se tiene ese obstáculo. Consideré la jubilación igual al salario porque no veo por qué la mayoría de los sistemas están reduciendo tan drásticamente las jubilaciones. Cuando se tiene un salario de S y luego una jubilación del 50% de S, es una reducción injusta del nivel de vida.

**Aclaración:** Se tomó 70% del salario.

**Sigue la respuesta.** Otra cosa que no mencioné es la inflación. Supongo que el sistema es lo suficientemente juicioso como para hacer las inversiones adecuadas de manera de eliminar el efecto de la inflación, lo cual es dudoso. Por ejemplo, leí en los diarios chilenos de esta semana que la reciente devaluación no tendrá efecto sobre el sistema de jubilaciones (la devaluación es un efecto de la inflación). Esta devaluación no es muy grande, pero si fuera mayor presentaría un peligro para el sistema. Y generalmente los administradores de los fondos no son libres de elegir las inversiones, se vuelven demasiado ricos como para permanecer libres. El gobierno suele imponer condiciones. Puedo darles un ejemplo: el sistema de jubilaciones de Naciones Unidas funciona por el sistema de capitalización y la Asamblea General resolvió que las inversiones se hicieran en países en desarrollo en lugar de países desarrollados. Invirtieron en México y algún país asiático y todas las inversiones se perdieron. Esto les da un ejemplo concreto del peligro de este sistema.

**Intervención:** Me parece oportuno referirme ahora a un cálculo que hice para la población masculina de Chile, en el que la relación sobre la masa salarial dio también 2,33 (aunque creo que es sólo una coincidencia). Quiero mencionar que no toda la población entre 20 y 65 años está trabajando, y el cálculo lo hice tomando la población que efectivamente trabaja de la edad 20 en adelante, suponiendo que los de 65 y más años estaban jubilados. Al usar la población económicamente activa, se trata de una población que no es cerrada, aunque el error es pequeño, ya que a partir de los 25 años cada generación de trabajadores está expuesta al riesgo de salir solamente por muerte. Usé una tasa de 4%, que lleva a que la suma en poder de la caja es 2,33 de la masa salarial. Si el salario medio anual fuera de 200.000 pesos, la suma en poder de la caja sería de unos 2.800 millones de dólares, aunque tengo dudas sobre la exactitud de este cálculo, porque desconozco la magnitud real de la masa salarial. Haciendo el mismo cálculo con una tasa de interés del 2%, la relación 2,33 subiría un 30%. O sea, que con

menor interés la caja requiere una mayor acumulación. Si a 2,33 le sumamos un 30%, tendremos alrededor de 3,50 la masa salarial. Esto considerando que las jubilaciones son un 100%. Si fuera 75% desde luego esto se reduciría. Respecto a en qué momento se llega al 2,33, lo que se interpreta de las fórmulas usadas para calcular la suma en poder de la caja es que uno puede considerarla en el momento actual. Podemos calcular los aportes que han hecho desde los que entraron hace 45 años y tienen hoy 65 hasta los que entraron el año pasado y ahora tienen 21 años. Estas son las imposiciones de todas las personas entre 20 y 65 años que están actualmente en la caja. Además se calcula el valor en este momento de las jubilaciones que se tienen que pagar a los que actualmente están jubilados. Se trata de calcular lo que tiene hoy la caja en el supuesto de que por lo menos hace 45 años que está funcionando.

**Pregunta.** Se trata de una pregunta sobre la metodología. Además del factor ya señalado, que no todo el mundo está en la fuerza de trabajo en las edades activas, está el problema que la fuerza de trabajo tampoco es estable en el tiempo, sino que varía con los ciclos. Gente entra y sale de la fuerza de trabajo como también se señaló. Me interesa saber cómo cambiaría sus supuestos si no hubiera reparto intrageneracional, en el sentido de que los fondos acumulados por la gente que fallece son heredados por el régimen. ¿Qué pasa con los beneficiarios de esas personas, de qué viven? Porque esas personas tienen familias, que viven de ese ingreso. Y aquí caemos en algo que el profesor Bourgeois-Pichat mismo prometió en un artículo de 1978, respecto de que él iba a averiguar qué pasaba con las variables macroeconómicas, para justificar sus conclusiones. Quiero agregar que creo que debiera pronunciarse bien respecto de qué es lo que pasa con la inversión, porque a mi juicio tanto la tasa de inversión del capital inicial del país como la tasa de interés, que él supone constante a lo largo de todo el período, van a ser función del  $k$  que encuentre. Tal como él tiene que  $k$  es función de  $r$  en la integral,  $r$  también es función de  $k$ , porque también va a disminuir el ingreso disponible de las personas y va a afectar a todas las variables macroeconómicas. Me gustaría saber si realizó el segundo estudio que prometía en su artículo de 1978 y cuáles fueron las conclusiones, además de estas consultas metodológicas.

**Respuesta.** Sí, publiqué un segundo artículo, que no he mencionado hoy. Es verdad que no conocemos el valor del capital, es una convención que adoptamos. Lo que conocemos es la diferencial del capital, el ingreso. Como toda función que sólo es conocida por la diferencial, cuando se integra se tiene siempre una constante, así que el capital puede ser lo que uno quiera. Por ejemplo, si tratamos de evaluar el capital representado por todos los almacenes de Santiago, hay un supuesto implícito de que no todos los almaceneros de Santiago querrán vender su almacén al mismo tiempo, porque si ello sucediera el capital se tornaría 0, ya que nadie querría comprar. El capital es un concepto difícil de aprehender, aunque más manejable en economías "regulares".

**Pregunta.** Quisiera que se extendiera un poco más acerca del siguiente problema conceptual. Los sistemas de capitalización afectan fundamentalmente la tasa de inversión de la economía; me parece entonces extraño que rechace el modelo manteniendo el capital inicial fijo, o sea, la relación capital-trabajo fija, cuando precisamente el hecho de que se esté invirtiendo a una tasa de cotización  $k$  afecta ese stock de capital. O sea, la relación no es estable en el tiempo, entonces no puede rechazar el modelo, diciendo que necesitaría más del 100% del capital, sin cerrar el ciclo por el lado de las variables macroeconómicas. Y esa era la pregunta que le hacía inicialmente.

**Respuesta.** El supuesto básico es que el capital es 5 veces la masa salarial anual. Entiendo la objeción perfectamente; si se comienza un sistema, puede tenerse mucho más capital que 5 veces la masa salarial. Puede ser, no tenemos un ejemplo completo de ese tipo. Lo que me preocupa es que si se mira a todos los países del mundo, con diferentes grados de capitalización, siempre se encuentra esta relación de 5. Si se usa el Anuario de Cuentas Nacionales de Naciones Unidas y se hacen los cálculos, se encuentra que esta relación es igual a 5 para todos los países. No sé cómo los estadísticos calculan el capital, puede que multipliquen por 5. Pero me sorprendió encontrar el mismo cociente en diferentes regiones y a través del tiempo. No puedo entender cómo un solo país puede apartarse de esta regla y tener 20 veces la masa salarial estando rodeado por el resto del mundo donde el cociente es 5.

**Intervención:** Tengo a mano un dato sobre el producto bruto nacional, que representa en estos últimos años la suma de 7.800 millones de dólares. No sé cómo ha sido calculado, pero supongo que la mayor parte corresponde a salarios, y también incluye a las mujeres activas. La relación de 2,33 que encontré, si incluye a las mujeres, podría ser un poco mayor (no estoy seguro, porque aumenta tanto el capital acumulado como el número de habitantes). Pero supongamos que tuviéramos 2,33 de la masa salarial, eso nos llevaría a unos 18.000 millones de dólares como fondo acumulado por la caja.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bichot, Jacques, "Le rôle du capital humain en matière de retraites et de prestations familiales". *Population*, 1980, N° 1-5: 837-846.
- Bourgeois-Pichat, Jean, "Le financement des retraites par capitalisation". *Population*, 1978, N° 6: 1115-1136. La versión en español ha sido publicada en *Notas de Población*, agosto 1982, año X (29): 43-68.
- Bourgeois-Pichat, Jean y J.E. Chapron, "Répartition du revenu national entre capital et travail. Application au financement des systèmes de retraite". *Population*, 1979, N° 1: 43-64.
- Keyfitz, Nathan, "The demographics of unfunded pensions". *European Population Journal*, 1984/1985, 1 (1).
- Keyfitz, Nathan y J. Gómez de León, "Considerations démographiques sur les systèmes de retraite". *Population*, 1980, N° 1-5: 815-836.



**IV**  
**EL LIMITE BIOLOGICO DE LA VIDA HUMANA**



El tema de hoy, el límite biológico de la mortalidad, no es un tema nuevo. En un artículo que publiqué en el *Boletín de Población* de Naciones Unidas (número 11, 1978) hice un resumen de un libro escrito por Condorcet en el tiempo de la Revolución Francesa, *Esquisse d'un tableau historique du progrès de l'esprit humaine*. En dicho libro hay un capítulo sobre mortalidad que está muy actualizado, tanto que si lo leyeran podrían creer que el Dr. Walford<sup>1</sup> lo podría haber escrito. Por supuesto Condorcet hablaba en forma general, estaba comentando sobre la vida en general. Pocos días después fue sentenciado a muerte y ejecutado por considerársele un hombre peligroso.

Algo más tarde, pero no mucho más tarde, en 1806, mientras los demógrafos (que no eran llamados así, pero hacían demografía) ya estaban trabajando, había en Francia un demógrafo llamado François Duvillard que hizo exactamente lo que yo hice en 1952. El método es el mismo, sólo las circunstancias eran diferentes. En ese entonces (principios del siglo XIX) el peor asesino en Europa era la viruela. Una epidemia de viruela mataba del 10 al 20% de la población, era un terrible flagelo. Las vacunas no existían, pero respecto de la viruela algo se había descubierto: que era posible prevenir la enfermedad. Era tentador para un demógrafo tratar de ver qué pasaría si la viruela desapareciera por completo. Y eso es exactamente lo que Duvillard hizo. No tenía a su disposición todos los métodos de análisis demográfico, así que hizo cálculos muy complicados y escribió un libro. Trató de ver qué pasaría a la población de Francia si la viruela fuera erradicada. Para ello hizo una proyección de largo término (134 años) suponiendo la desaparición de la viruela, y predijo que Francia tendría en 1940 unos 40 millones de habitantes. Y acertó, aunque por supuesto sólo fue por casualidad.

### 1. *Mortalidad biológica según los datos de Noruega en 1949*

Cuando traté de trabajar en este campo en 1952, seguí exactamente el mismo método. La viruela ya no era peligrosa, pero la situación era algo similar a la de 1806. En 1952 las enfermedades infecciosas y parasitarias estaban a punto de ser eliminadas (o eso era lo que esperábamos), teníamos nuevas drogas poderosas y podíamos suponer que al menos las enfermedades infecciosas desaparecerían. Respecto de las parasitarias había más dudas. Pero había nuevas drogas muy eficientes; por ejemplo, se suponía que la malaria sería eliminada muy pronto, porque se disponía del DDT y las muertes por malaria casi habían desaparecido en Sri Lanka. Así es que no era para nada ilusorio creer que las enfermedades parasitarias también desaparecerían. Respecto de las enfermedades infecciosas a virus, era un momento (1952) en que se acababa de tener un gran éxito, la invención de la vacuna antipoliomielítica, y se sabía que nuevas vacunas serían inventadas.

Frente a esta situación, similar a la que se enfrentaba Duvillard en 1806, tomé las enfermedades infecciosas y parasitarias, les sumé las muertes violentas (que tampoco son biológicas) y a lo que quedaba le di el nombre de "enfermedades biológicas". Veán que yo no hablaba de límite de la vida. El título de mi artículo era "Essai sur la mortalité "biologique" de l'homme" y se refería a mortalidad biológica. Es sólo más tarde que la idea de límite fue usada, sobre todo por los lectores del artículo.

Las enfermedades biológicas incluían tres categorías, cardiovasculares, neoplasmas (cáncer) y otras ("otras" incluía enfermedades difíciles de clasificar que afectan la vejiga, el hígado, el sistema inmunológico, etc.). A la mortalidad por enfermedades biológicas la llamé mortalidad endógena.

<sup>1</sup> Walford, L. Roy, *Maximum Life Span*, New York, W.W. Norton and Company.

Para hacer los cálculos, como estaba analizando causas de muerte, precisaba un país con buenas estadísticas de mortalidad por causa. En 1952 muy pocos países llenaban ese requisito. También precisaba un país con el más bajo nivel de mortalidad. Noruega llenaba estas dos condiciones.

No entraré en detalles de cálculo, pero quiero señalar que hubo que dar un tratamiento especial a la mortalidad infantil, en la cual las causas biológicas incluyen las malformaciones congénitas y los accidentes del parto. Por lo demás, los cálculos son sencillos. Los resultados fueron los siguientes: para los hombres encontré una esperanza de vida al nacer de 76,3 años y para las mujeres de 78,2.

Estos resultados tuvieron mucho éxito. Fueron adoptados por las Naciones Unidas como un límite en las proyecciones de mortalidad. La tabla de mortalidad correspondiente fue usada por casi 20 años para hacer las proyecciones de población de las Naciones Unidas.

## 2. *Mortalidad biológica según los datos de Noruega en 1973*

En 1978 la División de Población de las Naciones Unidas me pidió que revisara el asunto para aplicar el mismo método a los nuevos datos disponibles. El propósito era poner al día el cálculo y obtener un nuevo límite, ya que se suponía que después de 20 años el límite habría cambiado. La expectativa era que el límite se habría elevado. Tuvimos una sorpresa. Como quería tener resultados comparables seguí usando Noruega, aunque ya había muchos países con buenas estadísticas de causas de muerte. Descubrí así que el límite para hombres había disminuido. Con datos de 1973, el resultado era de una esperanza de vida biológica al nacimiento de 73,8. Para las mujeres, en cambio, subía a 80,3.

El resultado fue una sorpresa. Así que pensé que quizás se tratara de que Noruega era un caso especial. Entonces miré lo que sucedía en otros países de Europa, en Japón, Australia y Nueva Zelandia, todos países desarrollados, y descubrí que Noruega no era un caso excepcional, sino que muchos otros países mostraban la misma tendencia. Había algunas excepciones, las más notables de las cuales eran Estados Unidos y Japón, donde la mortalidad biológica había decrecido entre 1952 y 1973. Estados Unidos tenía una mortalidad biológica inicial (en 1952) muy alta, igual que Australia y Nueva Zelandia, por lo cual no era sorprendente observar un descenso en estos tres países y llegué a la conclusión de que el descenso se debía justamente a que partían de un nivel muy alto y tenían mucho "espacio" para descender hasta el nivel de los demás países. La verdadera excepción era Japón. En ese momento podría haber sospechado que algo estaba por pasar, porque Japón tenía realmente una tendencia diferente.

## 3. *Aumento de la mortalidad endógena en países desarrollados (1952-1976)*

He preparado algunos cuadros que creo mostrarán claramente lo que pasó en este período. Estos cuadros (números 1 a 4) presentan, para mujeres y hombres, la tendencia de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares (cuadros 1 y 3) y neoplasmas (cuadros 2 y 4), desde 1952 a 1981. Por el momento miraremos sólo los cuatro primeros períodos, que muestran aproximadamente lo que estaba disponible cuando hice los cálculos en 1978. Las tablas están hechas para un solo grupo de edad, 65 a 74. Creo que si miraran otros grupos de edad verían que éste es representativo de la mortalidad adulta. Puede que ustedes consideren que un solo grupo no es suficiente, que hubiera sido mejor tener otros. Pero cuando se entra

Cuadro 1

MUJERES DE 65 A 74 AÑOS. MORTALIDAD POR ENFERMEDADES  
DEL APARATO CIRCULATORIO 1952-1981 (TASAS POR CIEN MIL)

Países	1952- 1953	1960- 1961	1970- 1971	1975- 1976	1981	Perfil 1952- 1971	Perfil 1971- 1981
Austria	1 648	1 581	1 577	1 404	1 282	—	—
Bélgica	nd	1 499	1 399	1 259	1 051 (1978)	—	—
Dinamarca	1 760	1 498	1 176	1 061	950	—	—
España	nd	1 151	1 254	1 230	970 (1979)	—	—
Francia	1 212	1 036	903	849	647 (1980)	—	—
Grecia	nd	801	1 008	1 010	983	—	—
Irlanda	2 100	2 081	1 638	1 698	1 456	—	—
Islandia	1 228	873	866	808	957	—	—
Italia	1 912	1 653	1 355	1 269	1 090 (1978)	—	—
Luxemburgo	nd	nd	1 741	1 449	1 282 (1980)	nd	—
Malta	2 653	2 570	1 929	2 427	nd	—	nd
Noruega	1 359	1 388	1 245	1 038	920	—	—
Holanda	1 432	1 305	1 153	1 005	857	—	—
Portugal	1 575	1 633	1 575	1 577	1 488 (1979)	—	—
Rep. Fed. de Alemania	1 696	1 606	1 418	1 290	1 157	—	—
Inglaterra y Gales	1 778	1 729	1 454	1 359	1 205	—	—
Escocia	2 268	2 251	1 811	1 679	1 606 (1982)	—	—
Irlanda del Norte	2 328	2 187	1 868	1 700	1 509	—	—
Suecia	1 692	1 555	1 160	1 039	949 (1980)	—	—
Suiza	1 779	1 472	1 101	930	765	—	—
Bulgaria	nd	nd	2 026	2 032	2 128	nd	—
Checoslovaquia <sup>a</sup>	nd	1 748	1 830	1 742 (1975)	nd	—	nd
Rep. Dem. Alemana <sup>a</sup>	nd	nd	nd	1 775 (1975)	nd	—	nd
Hungría	nd	2 107	2 056	1 833	1 918	—	—
Polonia	nd	nd	1 476	1 428	1 570 (1980)	nd	—
Rumania	nd	nd	2 196	2 005	2 098	nd	—
Yugoslavia	nd	1 857 (1962)	1 484	1 696	1 799 (1980)	—	—
Japón	1 784	1 805	1 443	993	815	—	—
Estados Unidos	2 034	1 821	1 605	1 268	1 055 (1979)	—	—

nd = no disponible.

<sup>a</sup> No se han publicado datos desde 1975.

Fuentes: Council of Europe, Population Studies N° 5. Estrasburgo, 1981. *New Trends in European Mortality*. OMS, *Anuarios Demográficos*.

en este tema de las causas de muerte se tienen demasiados datos. El Anuario de la OMS publica los datos para los siguientes grupos de edad adulta: 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74, 75 y más. Son seis grupos para cada sexo, es decir, 12 grupos cada año. Si se multiplica esto por 33 países desarrollados tenemos 396 tasas para cada año. Para 29 años (de 1952 a 1981) serían 11 484 tasas, lo cual, multiplicado por unas 200 categorías de causas de muerte... ustedes ven que se obtiene tal enorme cantidad de datos que son inmanejables. Todo el que trabaja en este tema tiene que encontrar una manera de reagrupar la información. La mayoría

Cuadro 2

MUJERES DE 65 A 74 AÑOS. MORTALIDAD POR NEOPLASMAS,  
1952-1981. (TASAS POR CIEN MIL)

Países	1952- 1953	1960- 1961	1970- 1971	1975- 1976	1981	Perfil 1952- 1971	Perfil 1971- 1981
Austria	789	741	749	697	687	/	/
Bélgica	nd	697	705	623	656	/	/
Dinamarca	804	787	729	724	761	/	/
España	nd	495	477	498	452	/	/
Francia	629	588	551	559	514	/	/
Grecia	nd	403	413	434	433	/	/
Irlanda	582	626	698	756	674	/	/
Islandia	601	792	722	759	609	/	/
Italia	562	571	582	573	554	/	/
Luxemburgo	nd	nd	663	628	685	nd	/
Malta	369	484	531	583	nd	/	nd
Noruega	629	568	557	547	569	/	/
Holanda	738	663	649	628	600	/	/
Portugal	373	437	486	445	463	/	/
Rep. Fed. de Alemania	813	754	736	710	665	/	/
Inglaterra y Gales	643	625	646	671	680	/	/
Escocia	728	944	695	694	759	/	/
Irlanda del Norte	707	568	643	641	630	/	/
Suecia	683	635	599	620	617	/	/
Suiza	759	662	615	607	593	/	/
Bulgaria	nd	nd	483	440	461	nd	/
Checoslovaquia <sup>a</sup>	728	727	689	nd	nd	/	nd
Rep. Dem. Alemana <sup>a</sup>	nd	nd	609	607	nd	nd	nd
Hungría	724	712	727	733	746	/	/
Polonia	nd	nd	594	585	nd	nd	nd
Rumania	nd	nd	470	462	431	nd	/
Yugoslavia	nd	415	405	446	464	/	/
Japón	516	566	541	524	492	/	/
Estados Unidos	601	570	572	577	586	/	/

nd = no disponible.

<sup>a</sup> No se han publicado datos desde 1975.

Fuentes: Idem Cuadro 1.

de los investigadores usan tasas estandarizadas de mortalidad, pero el problema es que nunca dan las indicaciones precisas sobre cuál es la población estándar. Dan algunas indicaciones, pero no las suficientes para que otra persona pueda repetir el cálculo. Esto significa que cuando se tienen nuevos datos no se puede poner al día los cálculos hechos por otros. Por ejemplo, el Consejo de Europa, constituido por los 22 países de Europa Occidental y con sede en Estrasburgo, ha formado un comité de asuntos demográficos que publicó hace poco un fascículo sobre las tendencias de la mortalidad en Europa. Dos demógrafas italianas que

trabajan en el Instituto que dirige Golini en Roma, se tomaron el trabajo de estudiar ese cúmulo grandioso de información utilizando una población estándar. Estas demógrafas explican que usan un promedio de poblaciones europeas para estandarizar, pero no especifican cuáles son estas poblaciones. Su trabajo termina en 1976, pero ahora tenemos datos de 5 años más y se nos hace imposible actualizar los cálculos. Quizás las autoras podrían hacerlo, pero sus intereses son ahora otros, y su trabajo nunca será actualizado.

**Cuadro 3**  
**HOMBRES DE 65 A 74 AÑOS. MORTALIDAD POR ENFERMEDADES**  
**DEL APARATO CIRCULATORIO, 1952-1981.**  
**(TASAS POR CIEN MIL)**

Países	1952-	1960-	1970-	1975	1981	Perfil	Perfil
	1953	1961	1971	1976		1952-	1971-
						1971	1981
Austria	2 118	2 396	2 584	2 519	2 408	///	///
Bélgica	nd	2 224	2 443	2 265	2 059 (1978)	///	///
Dinamarca	1 974	2 119	2 175	2 173	2 082	///	///
España	nd	1 457	1 891	1 883	1 643 (1979)	///	///
Francia	1 754	1 700	1 666	1 633	1 362 (1980)	///	///
Grecia	nd	1 028	1 222	1 287	1 377	///	/// *
Irlanda	2 327	2 681	2 658	2 703	2 599 (1978)	///	///
Islandia	1 306	1 440	2 046	1 691	2 197	///	/// *
Italia	2 095	2 172	2 068	1 996	1 860 (1978)	///	/// *
Luxemburgo	nd	nd	2 687	2 580	2 244 (1980)	nd	/// *
Malta	3 233	2 645	2 548	3 148	nd	///	///
Noruega	1 559	1 950	2 265	2 106	1 999	///	///
Holanda	1 588	1 722	2 001	1 980	1 820	///	///
Portugal	2 049	2 192	2 324	2 414	2 366 (1979)	///	///
Rep. Fed. de Alemania	1 923	2 257	2 424	2 379	2 315	///	///
Inglaterra y Gales	2 631	2 733	2 647	2 585	2 355	///	///
Escocia	3 005	3 246	3 095	3 063	2 761 (1982)	///	///
Irlanda del Norte	2 820	2 949	3 115	3 129	2 929	///	///
Suecia	1 932	2 127	2 146	2 137	2 155 (1980)	///	/// *
Suiza	2 146	2 065	1 842	1 786	1 686	///	///
Bulgaria	nd	nd	2 269	2 512	2 779	nd	///
Checoslovaquia <sup>a</sup>	nd	2 352	2 750	2 735	nd	///	nd
Rep. Dem. Alemana <sup>a</sup>	nd	nd	nd	2 729	nd	nd	nd
Hungría	nd	2 432	2 847	2 728	3 036	///	///
Polonia	nd	nd	2 307	2 390	2 754 (1980)	nd	///
Rumania	nd	nd	2 563	2 470	2 717	nd	///
Yugoslavia	nd	nd	1 832	2 139	2 399 (1980)	nd	///
Japón	2.360	2.591	2 268	1 576	1 308	///	///
Estados Unidos	3.058	3.055	2 942	2 330	2 104 (1979)	///	///

nd = no disponible

<sup>a</sup> No se han publicado datos desde 1975.

\* Ver texto.

Fuentes: Idem Cuadro 1.

Cuadro 4

HOMBRES DE 65 A 74 AÑOS. MORTALIDAD POR NEOPLASMAS,  
1952-1981. (TASAS POR CIEN MIL)

Países	1952- 1953	1960- 1961	1970- 1971	1975- 1976	1981	Perfil 1952- 1971	Perfil 1971- 1981
Austria	1 256	1 371	1 442	1 335	1 212	/	/
Bélgica	nd	1 087	1 333	1 443	1 542 (1978)	/	/
Dinamarca	959	1 045	1 156	1 149	1 253	/	/
España	nd	825	882	973	992	/	/
Francia	958	1 087	1 227	1 270	1 261	/	/
Grecia	nd	806	893	941	983	/	/
Irlanda	822	858	1 005	1 161	1 087 (1978)	/	/
Islandia	813	914	731	745	853	/	/
Italia	759	906	1 180	1 180	1 163 (1978)	/	/
Luxemburgo	nd	nd	1 605	1 492	1 311 (1980)	nd	/
Malta	701	618	854	1 111	nd	/	n.d
Noruega	835	819	899	941	1 000	/	/
Holanda	937	1 041	1 296	1 434	1 452	/	/
Portugal	507	684	802	788	870 (1979)	/	/
Rep. Fed. de Alemania	1 048	1 168	1 323	1 338	1 243	/	/
Inglaterra y Gales	1 070	1 177	1 320	1 336	1 285	/	/
Escocia	1 096	1 226	1 439	1 475	1 453	/	/
Irlanda del Norte	855	951	1 108	1 121	1 069	/	/
Suecia	796	912	913	980	926 (1980)	/	/
Suiza	1 164	1 123	1 168	1 215	1 214	/	/
Bulgaria	nd	nd	888	822	809	nd	/
Checoslovaquia <sup>a</sup>	nd	1 316	1 468	nd	nd	/	nd
Rep. Dem. Alemana <sup>a</sup>	nd	nd	1 144	1 167	nd	nd	nd
Hungría	nd	1 089	1 289	1 338	1 406	/	/
Polonia	nd	nd	1 067	1 131	nd	nd	nd
Rumania	nd	nd	854	816	759	nd	/
Yugoslavia	nd	669	748	854	912	/	/
Japón	803	970	1 010	1 034	1 021	/	/
Estados Unidos	843	916	1 018	1 066	1 080 (1979)	/	/

nd = no disponible

<sup>a</sup> No se han publicado datos desde 1975.

Fuentes: Idem Cuadro 1.

Otro ejemplo es lo hecho por la OMS para estudiar las enfermedades cardiovasculares. Calcularon una tasa estandarizada de mortalidad para la población de 45 a 74, si recuerdo correctamente. Pero tampoco en este caso se aclara cuál es la población estándar, y sus resultados, que van hasta 1976, no pueden ser actualizados.

Por supuesto podría haber rehecho todos los cálculos de 1951 a 1981 usando mi propia población estándar, pero hubiera sido un trabajo enorme (admiro a las demógrafas italianas que lo hicieron y lamento que no hayan dado suficiente información como para extender su trabajo hasta el presente). Elegí un camino más sencillo, que fue limitarme a un ejemplo: las tasas del grupo 65 a 74.

#### 4. *Inversión de la tendencia de la mortalidad masculina debida a enfermedades cardiovasculares después de 1976*

Déjenme comentar un poco los cuadros 1 a 4. Debo decir que si me sorprendió el aumento de la mortalidad biológica en 1978, cuando actualicé los resultados usando los datos más recientes (1981) tuve otra sorpresa: ver que la tendencia ascendente que había encontrado entre 1952 y 1978 había cambiado de dirección y se había vuelto descendente. Miremos el cuadro sobre mortalidad masculina por enfermedades del aparato circulatorio (cuadro 3). En la parte derecha de la tabla se encuentran dos columnas que muestran el perfil de la tendencia de 1952 a 1971 y de 1971 a 1981. Veán ustedes que de 1952 a 1971 la tendencia es ascendente en casi todos los casos, con pocas excepciones. Esto confirma lo que dije anteriormente, que la tendencia ascendente no estaba limitada al caso noruego. Si observan el perfil de 1971 a 1981 verán que la tendencia es ahora decreciente, excepto en los países socialistas (que aparecen en forma separada) en los que la tendencia ascendente continúa sin cambio. He puesto cuatro asteriscos en la columna del perfil 1971-1981, indicando las excepciones: Grecia, Islandia, Malta y Suecia. Debemos señalar que Grecia tiene las tasas más bajas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio, no sabemos por qué. Puede entonces que no sea una excepción, sino que Grecia está reuniéndose con el resto de las naciones, adhiriéndose a la regla general. Islandia y Malta son islas pequeñas y las tendencias de su mortalidad son erráticas. En Suecia casi no hay cambio en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

#### 5. *La excepción de Europa Oriental*

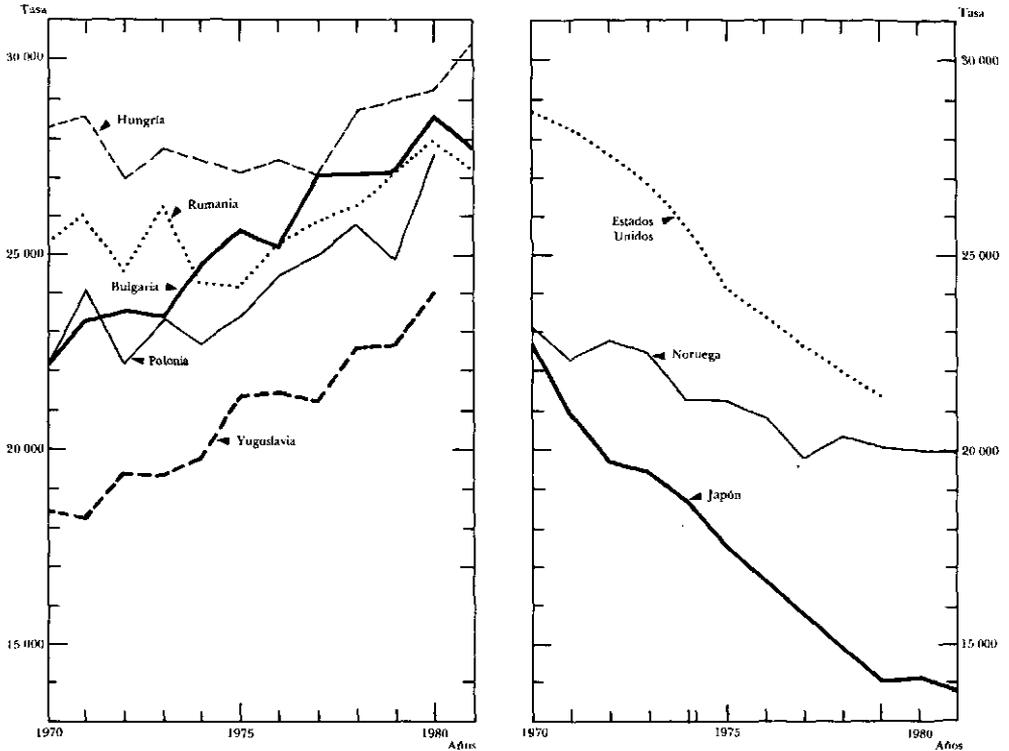
La otra excepción, por supuesto, son los países socialistas. Preparé un gráfico (gráfico 1) que ofrece mayor detalle, pues da la información año por año. En el panel izquierdo están los países socialistas para los cuales disponemos de datos (no disponemos de datos para Checoslovaquia y la República Democrática Alemana) y observen que la tendencia ascendente es bien notable. En el panel derecho, para contrastar, puse a Japón, los Estados Unidos y Noruega, donde la tendencia descendente es bien clara. Como ya les dije, el caso de Estados Unidos es diferente, pues el punto de partida era muy alto. En Noruega el descenso es modesto, pero vean lo que pasa en Japón, donde la tendencia decreciente es casi tan rápida como la de Estados Unidos, pero partiendo de un nivel más bajo.

#### 6. *Mortalidad masculina debida a neoplasmas en países desarrollados: un posible viraje hacia el descenso*

Veamos ahora el cuadro 4, que se refiere a la mortalidad masculina por neoplasmas. Observen que para el período 1952-1971 la tendencia es ascendente en casi todos los países; si se

Gráfico 1

HOMBRES DE 65 A 74 AÑOS (1970-1980). MORTALIDAD POR ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO (TASAS POR MILLON)



considera el período 1971-1981 en muchos países el ascenso continúa, pero se ven varias excepciones. Parecería que algo está por suceder respecto de esta mortalidad que en los últimos 30 años había estado aumentando continuamente entre los hombres. Cuando la curva está "indecisa" sobre si ascender o descender, nos encontramos en un máximo, y eso es lo que parece estar sucediendo. Los perfiles para 1971-1981 (cuadro 4) son muy alentadores; parecería que finalmente estuviéramos obteniendo algún resultado en la mortalidad por cáncer. En este respecto no se ven diferencias entre países capitalistas y socialistas.

7. La mortalidad endógena femenina

Entre las mujeres la situación es más sencilla, porque la tendencia descendente se da en ambos períodos y en la mayoría de los países. En el cuadro 1 (enfermedades del sistema circulatorio) se observa un descenso general en ambos períodos (1952-1971 y 1971-1981). Nuevamente los países socialistas aparecen fuera del tipo general, ya que en el segundo período se observan aumentos en la mortalidad femenina por enfermedades cardiovasculares. Esto confirma que

existe un problema en estos países respecto de este tipo de enfermedad, ya que se llega a observar incluso entre las mujeres. Respecto de las enfermedades por cáncer (cuadro 2), tanto en el primer como en el segundo período hay casos de ascenso y de descenso, pero el número de países en que se da un descenso está aumentando, lo que confirma lo observado respecto de los hombres.

### 8. Mortalidad biológica de acuerdo con los datos de 1981

¿Cuál es el resultado respecto de la mortalidad endógena? Para aclararlo preparé el cuadro 5, donde repetí los cálculos que había hecho en 1978 para Noruega y los extendí a los cinco países que actualmente tienen la tasa de mortalidad más baja —Holanda, Noruega, Suecia, Suiza y Japón— usando ahora datos de 1981. Agregué además alguna información con propósitos comparativos: indiqué las tasas de Noruega de 1951 (sobre las que había basado mis cálculos de 1952) y de 1973 (sobre las que basé mis cálculos de 1978) y repetí los de 1981. Miremos primero a los hombres. En Noruega entre 1973 y 1981 ha habido un descenso de mortalidad endógena, pero no muy grande. Si calculara la esperanza de vida al nacer de Noruega en 1981 todavía obtendría una esperanza de vida masculina que sería más baja que la obtenida en 1952, ya que en 1981 todas las tasas (excepto las dos primeras) son más altas que en 1951. Pero si miran el caso de Japón verán que en prácticamente todos los grupos las tasas

Cuadro 5

**MORTALIDAD ENDOGENA EN 1981 PARA LOS CINCO PAISES CON  
LA MORTALIDAD MAS BAJA. (TASAS POR MILLON).  
COMPARACION CON NORUEGA EN 1973 Y 1951**

Países	HOMBRES					
	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75 y más
Holanda	434	1 198	4 599	13 728	36 667	98 645
Noruega	371	1 153	4 545	13 459	34 253	93 901
Suecia (1980)	415	1 212	4 337	12 443	33 586	100 537
Suiza	394	1 111	4 147	12 394	32 688	94 984
Japón	408	1 275	4 091	9 586	27 097	85 058
Noruega 1981	371	1 153	4 545	13 459	34 253	93 901
Noruega 1973	430	1 407	5 054	13 840	35 983	97 916
Noruega 1951	631	1 266	4 189	10 390	27 995	95 920

Países	MUJERES					
	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75 y más
Holanda	324	880	2 661	5 155	17 180	68 779
Noruega	230	794	2 336	5 970	16 822	68 443
Suecia (1980)	309	862	2 462	6 199	17 611	75 176
Suiza	292	741	2 179	5 931	16 210	73 065
Japón	345	838	2 177	5 234	15 620	68 830
Noruega 1981	230	794	2 336	5 970	16 822	68 443
Noruega 1973	324	1 032	2 678	6 410	19 027	76 658
Noruega 1951	577	1 356	3 262	8 313	23 571	90 125

son menores que las de Noruega en 1951. En otras palabras, si calculara la esperanza de vida de Japón, ésta sería más alta que los 76,3 años que encontré para Noruega en 1952.

Para las mujeres el descenso ha sido muy importante. En Noruega ha habido una baja importante entre 1973 y 1981 y, si repitiera los cálculos, encontraría una esperanza de vida mayor que los 80,3 años que resultaron en 1973. Si usara Japón, la esperanza de vida sería aún mayor que la de Noruega.

## 9. *Proyecciones a corto y a largo plazo*

¿Podemos usar esta información para hacer proyecciones? ¿Podemos considerar que la mortalidad endógena es un límite —aunque provisional— que se puede usar para proyectar? Estos resultados muestran que esto es dudoso. Las Naciones Unidas hacen uso de estos límites no para proyecciones de corto sino de largo plazo. En proyecciones de corto plazo quizás podrían ser usadas: no es muy problemático hacer un supuesto sobre la tendencia de la mortalidad en los próximos 5 ó 10 años. ¡Pero, cuándo se está proyectando hasta el año 2050, o inclusive hasta el 2000...! Creo que tenemos que repensar la distinción entre proyecciones de corto y largo plazo, y quisiera que lo hiciéramos juntos.

Lo que propongo es que pensemos un poco sobre la filosofía que está detrás de las proyecciones de población. En la jerga de Naciones Unidas se hace una distinción entre proyecciones de corto plazo y proyecciones de largo plazo. Una proyección de corto plazo llega hasta diez años; más allá son proyecciones de largo plazo. Hay alguna justificación en la elección del límite de 10 años. Hacer los dos tipos de proyecciones requiere diferentes estados mentales, más que diferentes métodos. Se visualiza el futuro en forma distinta. Para las proyecciones a corto plazo se suele considerar que los fenómenos demográficos se mueven muy lentamente, así que se pueden extrapolar —generalmente en forma lineal— las tendencias pasadas, sin incurrir en demasiado error. Para las proyecciones a largo plazo hay que aceptar la posibilidad de un cambio en la conducta de la gente. No se puede suponer que las tendencias seguirán el mismo rumbo que en el pasado. La razón para esperar cambios es que se sabe de nuevos descubrimientos, que aún no han sido aplicados, pero que sabemos que existen, que deben tomarse en cuenta. Cuando se hace una proyección de corto plazo simplemente se extrapola una curva por métodos más o menos sofisticados de análisis demográfico. Cuando se trata de una proyección de largo plazo, primero hay que proyectar los descubrimientos que pudieran influir en la conducta humana. Sucede que hay una demora entre el momento en que se hace un descubrimiento y el momento en que dicho descubrimiento tiene un efecto en la población. Esa demora tiende a disminuir con el tiempo. Por ejemplo, entre el momento en que se diseñó la máquina a vapor y el momento de su aplicación real pasaron 200 años. Desde el momento en que se descubrió el principio de la transmisión radioeléctrica de señales al momento de su uso concreto pasaron 50 años. Tomemos el aeroplano; el primer cruce del Canal de la Mancha fue en 1912 y la aviación comercial comenzó justo antes de la Segunda Guerra Mundial, con una demora de 35 años. La primera transmisión televisiva fue hecha en 1930, pero antes que la televisión estuviera en cada casa pasaron unos 25 años. Hubo una demora de 15 años entre el momento en que Pincus efectuó el primer descubrimiento y el momento en que la píldora anticonceptiva llegó a las farmacias. La Revolución Verde tomó 10 años. Y llegamos a los 10 años usados por las Naciones Unidas para definir el límite de las proyecciones de corto y largo plazo. Diez años es hoy día el paradigma, el tiempo que se considera necesario para que un descubrimiento se vuelva operativo. El último ejemplo en la lista podría ser la ingeniería genética, cuyos descubrimientos probablemente también demorarán 10 años en ser aplicados.

## 10. *La transición demográfica: el paradigma de las proyecciones de población de las Naciones Unidas*

Para hacer sus proyecciones la División de Población de Naciones Unidas parece haber adoptado el paradigma de que todos los países seguirán el modelo de la transición demográfica; una vez completada la transición se supone que los países se estabilizarán y no se moverán más de ese estado. En este modelo es necesario adoptar un límite para la mortalidad (y han adoptado hasta ahora los cálculos que hice hace más de 30 años) y un límite para la fecundidad que, puesto que se postula una población estable, depende del límite de la mortalidad. Al leer las publicaciones de Naciones Unidas se tiene la sensación de que la actual es la última transición demográfica que puede sucederle a la humanidad. Esta forma de pensar no es realista. No podemos imaginar que el mundo se estabilizará para siempre. De hecho ya ha habido otras transiciones demográficas en el pasado. La primera probablemente sucedió cuando el hombre descubrió el fuego, lo que debe haber tenido un enorme impacto en las tendencias de la población. Antes de conocer el fuego, el hombre sólo podía comer alimentos crudos, y no hay tanta variedad de productos que puedan comerse sin cocinar. El fuego permitió aumentar la cantidad de productos comestibles y así mejorar la nutrición y probablemente la mortalidad disminuyó.

La segunda transición demográfica se produjo con la invención de la agricultura, que también hizo accesibles una mayor cantidad de alimentos y mejoró la nutrición con el consiguiente efecto sobre la mortalidad. Pronto, sin embargo, la situación cambió. Una sociedad de recolectores y cazadores tiene un estilo de vida que conduce a baja mortalidad y baja fecundidad. Un gran número de hijos no es una necesidad o una ayuda, la vida nómada no es fácil para mujeres embarazadas, etc. Por otro lado, la mortalidad debía ser baja porque no tenían los problemas que provienen de la vida en asentamientos; la comida está siempre en buen estado y no existen los problemas de contaminación e infección derivados del almacenamiento de alimentos, incluidos los roedores y las epidemias por ellos transmitidas. Con la agricultura vienen los asentamientos, con las desventajas que se mencionan. Además, el agricultor descubre que necesita de la mano de obra que significan los hijos. Así que es probable que tanto la mortalidad como la fecundidad hayan aumentado. Esta fue la segunda transición demográfica y el estado en que vivía la humanidad hasta hace 200 años, cuando la transición actual comenzó.

Ya conocen la transición demográfica de nuestros días: mortalidad y fecundidad decrecientes y estabilización. Pero debemos considerar que posiblemente habrá otra transición, que quizás ya haya comenzado. La transición no comienza al mismo tiempo en todas partes. Tenemos todavía sociedades que viven como en el Paleolítico, y que no han pasado ni por la segunda transición. Las distintas transiciones se superponen y probablemente existen ya hoy algunos signos de cambio que están anunciando la próxima transición.

## 11. *La próxima transición demográfica*

Tengo la sensación —y ustedes pueden estar en desacuerdo conmigo— de que la próxima transición demográfica tendrá cuatro características. *Primero*, habrá un fuerte descenso de la mortalidad. Como explica el Dr. Walford<sup>2</sup>, esto ya está en camino; también lo anuncian las tendencias de la mortalidad que comentábamos antes, que muestran que la mortalidad de las edades avanzadas está descendiendo. En resumen, habrá un descenso muy notable de la

<sup>2</sup> Walford, L. Roy, op cit. (Véase Nota 1).

mortalidad, especialmente a edades avanzadas, y quizás también un aumento del límite máximo de la vida. La *segunda* característica será un control muy severo de la fecundidad. En el último número de la revista del UNFPA, *Populi*, el profesor Segal, biólogo estadounidense que trabaja en la Fundación Rockefeller, escribe un artículo sobre anticoncepción, donde describe cuáles serán los próximos pasos en ese campo. Dice Segal que ya se han hecho descubrimientos, que sólo precisan ser desarrollados, pero que podrán ser aplicados en algunos años, que constituirán un primer conjunto de nuevos métodos anticonceptivos. Además, se están haciendo experimentos cuyos resultados serán aplicables en el siglo XXI. O sea, hay un claro progreso en cuanto a contracepción.

La declinación de la mortalidad de las edades avanzadas producirá un gran aumento de población. En la situación estable, el crecimiento de la población es aproximadamente proporcional a la esperanza de vida al nacer. Si ésta cambia de 75 años a 100, la población del nivel estable aumentará en un 33%. ¿Cómo podrá alimentarse a esta gente? Si es ya difícil, como dice la FAO, alimentar a una población estabilizada en los 10 000 millones, ¿cómo se podrá alimentar a 20 000 ó 25 000 millones? La respuesta suele ser que es imposible hacerlo. Pero yo digo que ésta ha sido siempre la respuesta ante cada nueva transición. Si se le hubiera dicho a una persona del Paleolítico que habría 4 000 millones de personas sobre la Tierra, respondería que eso es imposible, no hay bastante fruta, peces, semillas, para alimentarlos. Si se le hubiera dicho a alguien de hace 200 años que casi todo el mundo podría vivir hasta los 75 años, también lo consideraría imposible. Sucede que cuando se adopta un determinado paradigma siempre se considera que lo que podría ser el próximo paradigma es imposible. Por eso nos parece que es imposible alimentar a 20 000 millones de personas. Es imposible dada nuestra forma de vida actual, pero ya hay signos de que quizás no sea algo tan imposible. Desde el punto de vista de la energía ya hoy es menos caro hacer que microorganismos (bacterias u otros) trabajen para producir alimentos, que pedirle al chacarero que lo haga. En el futuro será más barato decirle al chacarero "deje su chacra, haga cualquier otra cosa", y construir una planta en la que microorganismos trabajen para nosotros produciendo comida. Estoy seguro de que una planta construida en el campo que se ve más allá de estas ventanas sería suficiente para alimentar a toda América Latina. Quiere decir que la *tercera* característica de la próxima transición demográfica será agricultura sin tierra. La *cuarta* característica, necesaria para que se dé la anterior, es que se producirá mucha energía. Ya hay signos de que existen posibilidades de producir energía en grandes cantidades. Los Verdes<sup>3</sup> consideran que la energía solar es la más adecuada, pero hay otras, como la energía termonuclear, la fusión del hidrógeno, cuyo principio ya es conocido, que será posible utilizar tarde o temprano y que producen energía limpia, sin contaminación. Con estas cuatro características tenemos una nueva transición demográfica y deberemos adoptar un nuevo paradigma. Si deseamos hacer proyecciones a largo plazo, no podemos quedarnos en el paradigma actual; debemos tener en cuenta todas estas posibilidades, algunas de las cuales ya están entre nosotros y otras están por concretarse muy pronto.

## 12. Opiniones de la profesión médica

Tratemos ahora de aplicar estas ideas muy generales en forma práctica a la predicción del futuro de la mortalidad. Para ello lo mejor es preguntar a los médicos qué opinan sobre el futuro de su profesión. Esto ha sido hecho. En 1976 se hizo una encuesta entre médicos del Reino Unido y los Estados Unidos aplicando el método Delphi. Se mandó un cuestionario a

<sup>3</sup> Miembros de los "partidos verdes" o ecológicos de algunos países de Europa (Nota del Editor).

un grupo de médicos, las respuestas fueron analizadas y enviadas nuevamente a los médicos preguntándoles si aún coincidían con sus opiniones previas en vista de la opinión de sus colegas. Los resultados aparecen en el cuadro 6, que da las enfermedades que podrían ser vencidas por la medicina entre 1976 y el año 2000, y en qué momento lo serían. Las enfermedades están clasificadas en 8 grupos. Esta tabla fue publicada en un artículo muy corto en la revista *Prospective et Santé* y no se dan mayores detalles sobre la tabla y los datos que le dieron origen. En el primer grupo hay enfermedades que no son comúnmente causas de

**Cuadro 6**  
**ENFERMEDADES QUE PODRIAN SER VENCIDAS POR LA MEDICINA**  
**ENTRE EL PRESENTE Y EL AÑO 2000 \***

Enfermedades	1980-85	1985-90	1990-95	1995-2000
(I)				
Control de la mayoría de las condiciones alérgicas	xx			
Asma				
Ansiedad y estrés		xx		
Mejoramiento de la capacidad analítica		xx		
Droga para mejorar la capacidad de aprendizaje	xx			
Estimulante permanente de la inteligencia				xx
Enfermedades mentales	xx			
Relajación y sueño controlado				
Control de estados psicobiológicos				
Depresión		xx		
Adicción a las drogas		xx		
(II)				
Nuevas generaciones de antibióticos	xx			
Enfermedades bacterianas y virales	xx			
(III)				
Cáncer			xx	
(IV)				
Control del envejecimiento			xx	
Control de la senilidad				
Caries dentales			xx	
(V)				
Hipertensión	xx			
Trombosis	xx			
Espasmos de los músculos estriados		xx		
(VI)				
Control de las perturbaciones neurológicas				xx
Enfermedades inmunológicas		xx		
(VII)				
Anticoncepción masculina efectiva	xx			
(VIII)				
Micosis persistente		xx		
Inmunización contra la radiación		xx		

\*Adaptado de "An 2000: toutes les maladies vaincues toutes les pulsions contrôlées". *Prospective et Santé*, primavera 1977, artículo sin firma.

xx Períodos en que se espera estén disponibles técnicas eficaces.

□ Períodos en que habrá progresos ostensibles.

muerte. En los demás grupos sí hay incluidas causas de muerte. Respecto de las enfermedades bacterianas y virales, los médicos predijeron que serán vencidas en el quinquenio en que vivimos, mientras que no prevén que el cáncer vaya a ser vencido antes de 1990-1995. En el grupo V están las enfermedades cardiovasculares, que serían vencidas entre 1980-1985 y 1985-1990. Las enfermedades del grupo VI están relacionadas, según algunas teorías, con el proceso de envejecimiento. Tenemos en general un marco de referencia que muestra cómo ve la profesión médica el futuro de la mortalidad.

### *13. Un posible panorama del descenso de la mortalidad endógena hasta el año 2000*

Para traducirlo en algo más concreto, construí el cuadro 7, haciendo una aplicación para Suecia. Lo que hice fue considerar que, de acuerdo con el cuadro 6, (a) las enfermedades virales, microbianas y parasitarias serían controladas entre 1980 y 1985; (b) el cáncer sería controlado entre 1990 y 1995 y (c) el envejecimiento sería controlado entre 1985 y el año 2000. Las enfermedades de (a) están en el cuadro 7 como ítems 2 a 5 (enfermedades infecciosas y parasitarias, influenza, neumonía e infecciones renales). Entre paréntesis aparecen allí las categorías de clasificación de la OMS. Cáncer es el ítem 10. Al resto de las causas de muerte —excepto violencia— las consideré como “envejecimiento”.

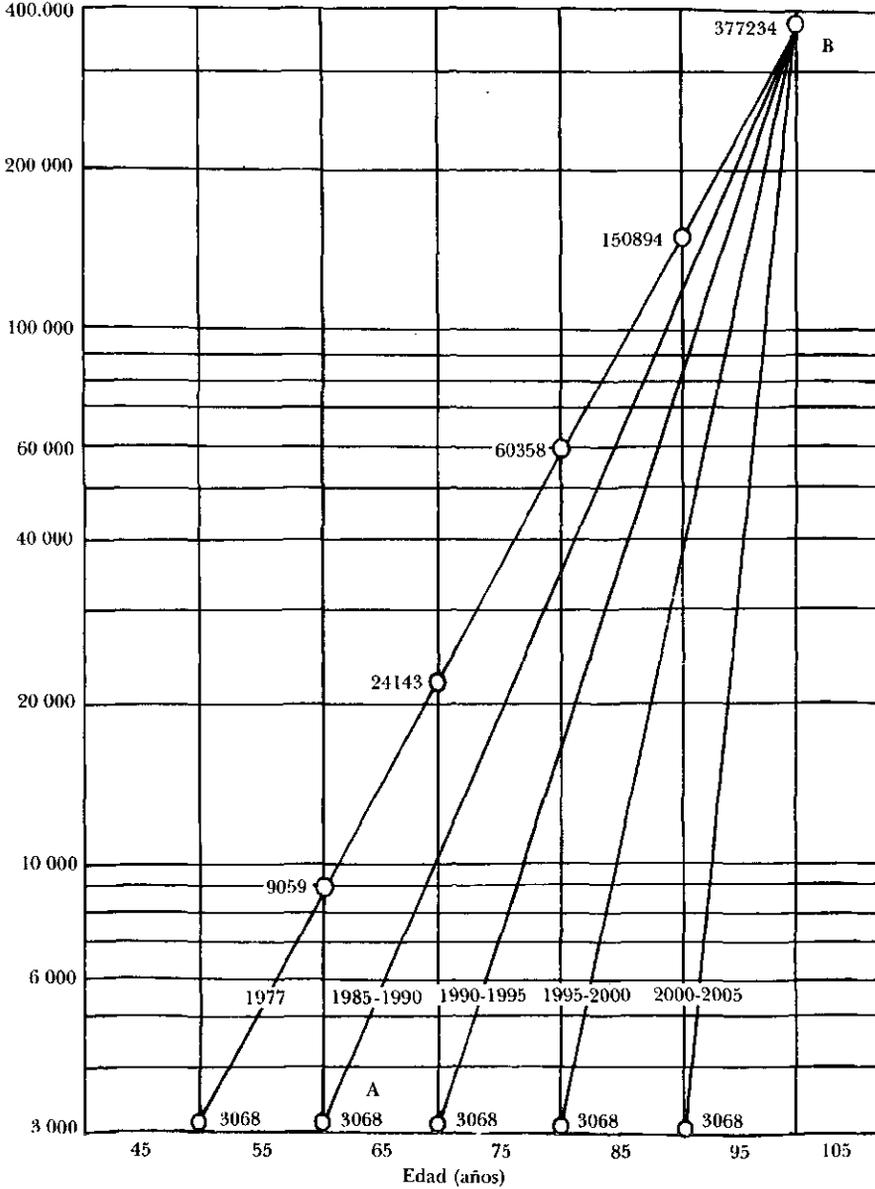
Partí de las tasas de 1977. Suponiendo que todas las enfermedades del grupo (a) habrán desaparecido para 1985, resté la tasa debida a esas causas de muerte de la tasa total de cada grupo de edad en 1977, y obtuve la tasa que se observaría si dichas enfermedades fueran en efecto erradicadas. Si con respecto a las enfermedades infecciosas y parasitarias podía suponerse que su desaparición no afectaría al resto de la mortalidad, no puede hacerse lo mismo con el envejecimiento. No podemos considerar que cuando se controle totalmente el envejecimiento el hombre se volverá inmortal. Adopté entonces la hipótesis del Dr. Walford, que hasta el año 2000 no se aumentará el límite máximo de vida, pero que se dará un acercamiento a ese límite, de 110 años, en forma progresiva. Lo que hice, entonces, fue suponer que la incidencia de las muertes por envejecimiento conduciría en el año final de la proyección a una tasa como la observada para la edad 95-104. Esto lo reflejé en el gráfico 2. Empiezo con la edad 45 y llego a 105. Grafiqué el logaritmo de la tasa debida a envejecimiento. Ustedes saben que cuando se usa el logaritmo se obtiene más o menos una línea recta. Supuse que la tasa final (95-104) no cambiará, es decir, que no podremos ir más allá, moriremos inevitablemente a esa edad. Hice entonces que la línea recta que representa las tasas a diferentes edades rotara usando la tasa de la edad 95-104 (punto B, gráfico 2) como pivote. Así pude obtener la tasa de mortalidad debida al envejecimiento para los diferentes períodos quinquenales de 1985-1990 a 2000-2005. Si miran ahora el gráfico 3, verán lo que resulta de los supuestos, para 3 grupos de edad: 45-54, 55-64 y 65-74. Con propósitos comparativos también incluí las tasas observadas de mortalidad por envejecimiento en Japón. Vean que Japón ya está siguiendo una tendencia que no se contradice con los supuestos. Para el grupo de edad 65-74 es muy posible que Japón alcance el nivel que se supuso para 1985-1990. Lo mismo sucede con los otros dos grupos de edad. Parece que los supuestos no son irrealistas y que los datos observados muestran el comienzo del proceso.

Volviendo al cuadro 7, una vez erradicado el cáncer sólo resta el envejecimiento, el que se va eliminando gradualmente. Los resultados aparecen en el gráfico 4, que presenta datos sobre Suecia y Chile, observados, proyectados según el paradigma actual por Naciones Unidas y proyectados según el nuevo paradigma, que supone un incremento de la esperanza de vida por el

Gráfico 2

**GRAFICO DE INTERPOLACION PARA CALCULAR LOS EFECTOS DEL CONTROL DEL ENVEJECIMIENTO SOBRE LAS TASAS DE MORTALIDAD MASCULINA DE LOS GRUPOS DE EDAD DE 65 Y MAS EN SUECIA**

Tasas de mortalidad (por millón de habitantes). Escala logarítmica.



Cuadro 7

**EFFECTOS ESTIMADOS DE LOS AVANCES MEDICOS MOSTRADOS EN EL CUADRO 6 SOBRE LAS TASAS DE MORTALIDAD MASCULINA EN SUECIA. (TASAS POR MILLON DE HABITANTES)**

	Grupos de edad (años)												
	0	1-4	5-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75 y más	75-84	85-94	95-104
1. Tasas registradas en 1977	8944	505	260	924	1284	2423	5797	14118	36099	106527	86638	207930	499032
2. Enfermedades infecciosas y parasitarias (A1-A44)	283	46	2	13	23	10	43	76	255	667			
3. Influenza (A90)	—	—	—	—	—	—	—	—	37	203			
4. Neumonía (A91, A92)	343	14	2	7	18	47	68	147	500	4130			
5. Infecciones renales (A107)	—	—	—	—	2	2	17	12	137	1135			
6. Total A (Líneas 2-5)	626	60	4	20	43	59	128	235	929	6135			
7. Tasas 1980-85 (línea 1 menos 6)	8318	445	256	904	1241	2364	5669	13883	35170	100392	82650 <sup>a</sup>	194226 <sup>a</sup>	456432
8. Envejecimiento (1)	—	—	72	48	173	685	2090	5991	13625		25968	37852	—
9. Tasas 1985-90 (línea 7 menos 6)	8318	445	184	856	1068	1679	3579	7892	21545		56682	156374	456432
10. Neoplasmas (A45-A61)	101	83	62	61	137	369	1369	3619	9516	21744	18556	36184	70560
11. Envejecimiento (2)	—	—	—	72	48	173	685	2090	7450		19101	34960	—
12. Total B (líneas 10-11)	101	83	62	133	185	542	2047	5709	16966		37647	71144	70560
13. Tasas 1990-95 (línea 9 menos 12)	8217	362	122	723	883	1137	1532	2183	4579		19035	85230	385870
14. Envejecimiento (3)	—	—	—	—	72	48	173	685	2090		12231	46336	—
15. Tasas 1995-2000 (13 menos 14)	8217	362	122	723	811	1089	1359	1498	2489		6804	38894	385870

EFFECTOS ESTIMADOS DE LOS AVANCES MEDICOS MOSTRADOS EN EL CUADRO 6 SOBRE LAS TASAS DE MORTALIDAD MASCULINA EN SUECIA. (TASAS POR MILLON DE HABITANTES)

16. Envejecimiento (4)	-	-	-	-	-	72	48	173	685	2090	28778	-
17. Tasas 2000-05 (línea 15 menos 16)	8217	362	122	723	811	1017	1311	1325	1804	4714	10116	385870
18. Envejecimiento (5)	-	-	-	-	-	-	72	48	173	685	2090	-
19. Tasas 2005-10 (línea 17 menos 18)	8217	362	122	723	811	1017	1239	1277	1631	4029	3026	385870
20. Envejecimiento (6)	-	-	-	-	-	-	-	72	48	173	685	-
21. Tasas 2010-15 (línea 19 menos 20)	8217	362	122	723	811	1017	1239	1205	1583	3856	7341	385870
22. Envejecimiento (7)	-	-	-	-	-	-	-	-	72	48	173	-
23. Tasas 2015-20 (línea 21 menos 22)	8217	362	122	723	811	1017	1239	1205	1511	3808	7168	385870
24. Envejecimiento (8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	48	-
25. Tasas 2020-25 (línea 23 menos 24)	8217	362	122	723	811	1017	1239	1205	1511	3736	7120	385870
26. Envejecimiento (9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	-
27. Tasas 2025-30 (línea 25 menos 26)	8217	362	122	723	811	1017	1239	1205	1511	3736	7048	385870
28. Tasas de mortalidad por violencia, 1977	141	152	122	723	811	1017	1239	1205	1511	3377		

<sup>a</sup> La tasa para las edades 75 y más fue separada en tasas para 75-84, 85-94 y 95-104 suponiendo que estas últimas tasas crecerían exponencialmente de manera tal, que su suma ponderada sería igual a la tasa total para 75 y más. Esto es lo mismo que multiplicar las tasas para los grupos de 65-74 en adelante por un multiplicador constante. Para 1980-85 el multiplicador usado es 2,35; para neoplasmas es 1,95.

Gráfico 3

COMPARACION ENTRE LAS HIPOTESIS RESPECTO AL CONTROL DEL ENVEJECIMIENTO Y LA MORTALIDAD POR ENVEJECIMIENTO OBSERVADA EN JAPON

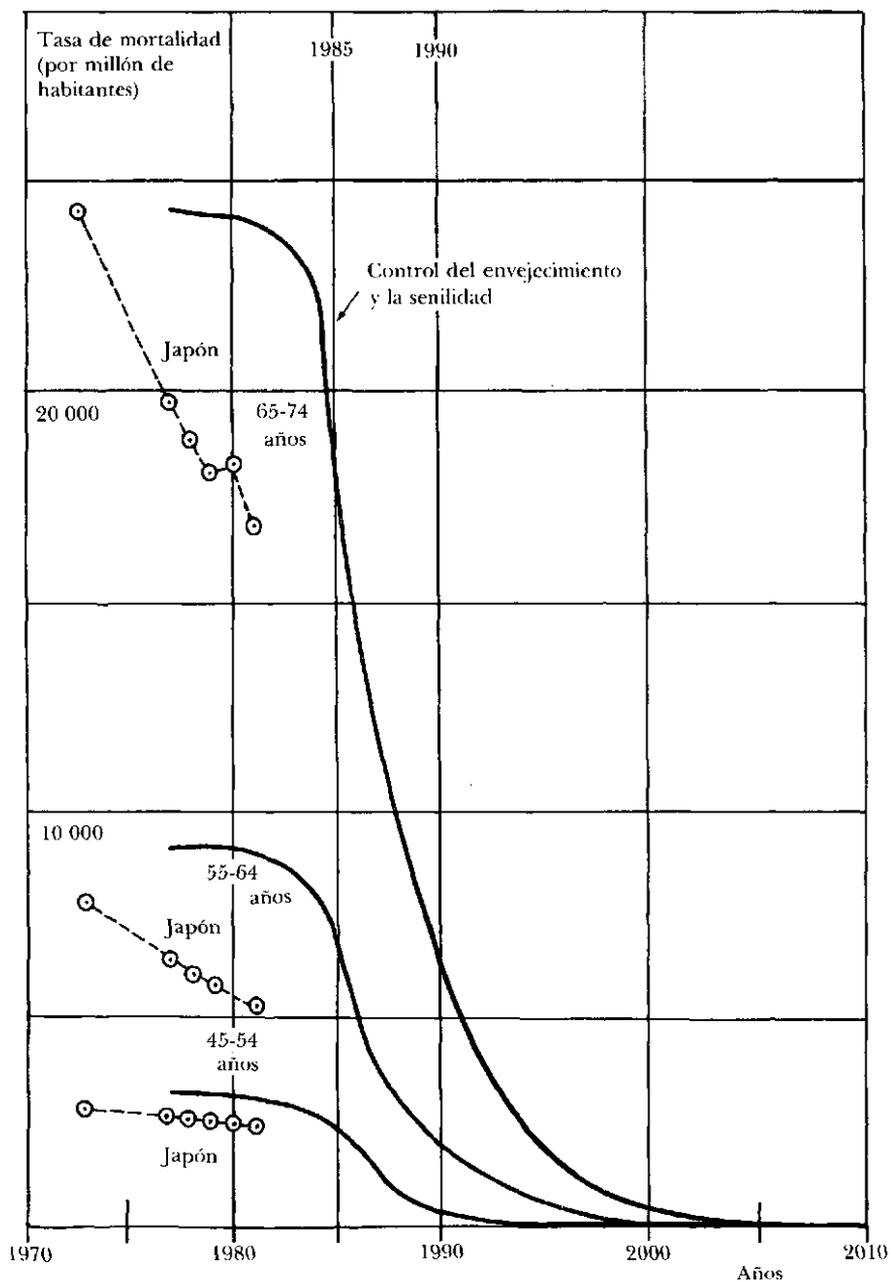
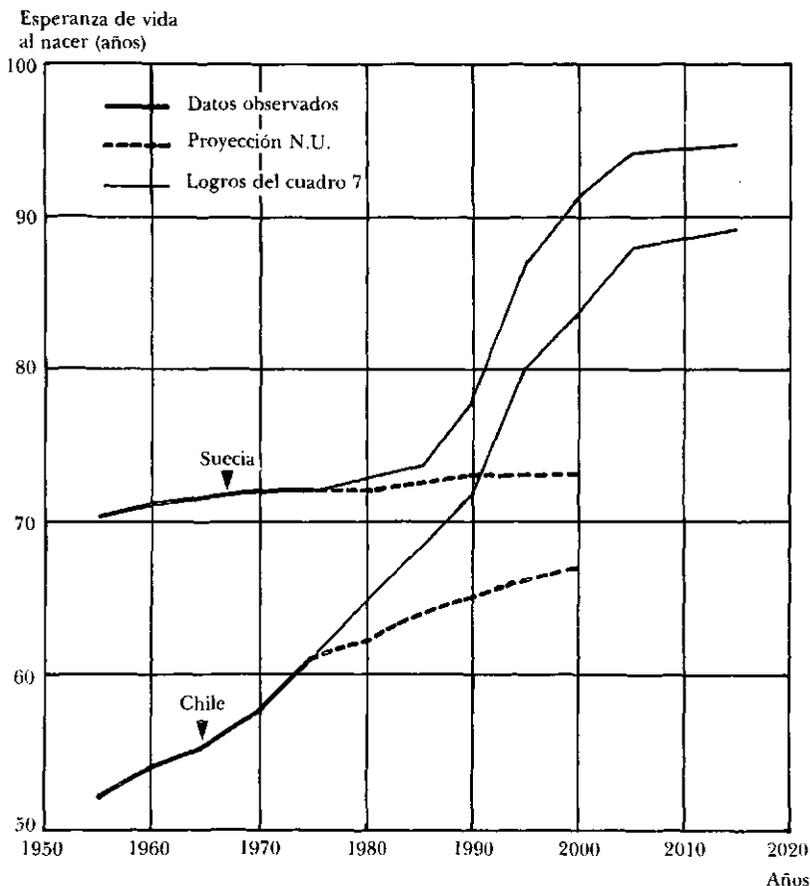


Gráfico 4

**ESPERANZA DE VIDA AL NACER EN SUECIA Y CHILE,  
HOMBRES: DATOS OBSERVADOS (1950-1975), PROYECCIONES  
DE NACIONES UNIDAS Y LOGROS DEL CUADRO 7**



control de la mortalidad de las edades avanzadas. El mismo cálculo fue hecho para mujeres y les daré ahora los resultados finales, en términos de la esperanza de vida al nacer:

N.U. = 100

	Suecia	Chile	N.U.	Suecia	Chile
Hombres	94,6	88,8	72,5	130	123
Mujeres	97,2	95,4	77,5	125	123

Ustedes observan las diferencias entre Suecia y Chile. Estas provienen de los supuestos adoptados. Si vuelven al cuadro 6, verán que no hay preguntas relativas a la mortalidad infantil. Para la mortalidad infantil todavía se tienen las tres grandes categorías de enfermedades, pero hay que agregar las malformaciones congénitas y enfermedades de la

primera infancia. Lo que hice fue mantener constante la tasa de mortalidad infantil de ambos países en sus valores de 1977, y la tasa de Chile es más alta que la de Suecia. No es un supuesto realista el mantener estas tasas constantes, así que la diferencia entre los países es en gran parte un artificio.

En el gráfico 4 se ve también que la diferencia entre Chile y Suecia no es sólo de nivel sino de "tiempo", ya que el aumento en Chile es más rápido que en Suecia. Ello se debe a que Chile comienza con una mortalidad más alta por una mayor incidencia del grupo de enfermedades que llamé (a). Cuando éstas desaparecen, la mortalidad desciende rápidamente. La tercera diferencia entre estos dos países es que cuando se llega al final del proceso, lo que queda de la mortalidad de 5 y más años son muertes por violencia. Y sucede que este tipo de muerte es más frecuente en Chile que en Suecia.

Si se considera que habrá progreso en combatir las muertes por malformaciones congénitas y enfermedades de la primera infancia, probablemente habrá que aumentar algo los resultados finales y, en comparación con los cálculos de Naciones Unidas, se dará un 30% de diferencia en la esperanza de vida al nacer. Bajo los supuestos de Naciones Unidas la población mundial se estabilizará en unos 10 000 millones. Si se aumenta la esperanza de vida al nacer en un 30%, se aumenta en la misma proporción la población resultante, llegando a 13 000 millones.

#### 14. *Un nuevo paradigma para las proyecciones de población de las Naciones Unidas*

Creo que la División de Población de Naciones Unidas no debería abandonar el paradigma actual y debería continuar haciendo sus proyecciones bajo esos supuestos, quizás ajustando algo por el hecho de que ya hay varios países que están más allá de los niveles que la División usa. Pero, además, debería hacer otras proyecciones que tuvieran en cuenta esperanzas de vida que podrían llegar a los 100 años para las mujeres y 95 para los hombres al final de este siglo. Al menos para mostrar qué podría pasar en el mundo, de manera que los que dirigen países en desarrollo se den cuenta de que hay algo que está sucediendo y que podría tener gran impacto en el tamaño de la población y en su composición por edad (ya que el progreso se dará en la mortalidad de las edades avanzadas, lo que dará lugar a un gran aumento en la proporción de ancianos). Creo que ya es tiempo que un cuerpo como la División de Población informe al mundo lo que podría suceder y qué características tendría, para que el mundo esté enterado. Esta sería mi conclusión.

## BIBLIOGRAFIA

Bourgeois-Pichat, Jean, "Le dilemme de la révolution démographique: croître ou vieillir". Institut de la Vie, *Proceedings of the Meeting on Aging*, Volume on Future age projections and society: 260-278. Vichy, Francia, 1977.

\_\_\_\_\_ "Long-term population projections: Prospects for Mortality and Fertility". Naciones Unidas, *Population projections: Problems and solutions*. Report of the Workshop on Population Projections: 115-165. Budapest, Hungría, 1980.

\_\_\_\_\_ "Perspectives d'avenir de la baisse de la mortalité dans le monde". Naciones Unidas, *Bulletin Démographique 1978*, N° 11: 14-44.

\_\_\_\_\_ "La próxima transición demográfica mundial". *Demografía y Economía*, octubre-diciembre 1982, vol. XVI, N° 4 (52): 483-527.



V  
ENERGIA Y POBLACION



Al leer el programa de estas conferencias probablemente se hayan ustedes sorprendido de ver el tema de energía incluido junto con asuntos demográficos. Yo creo que no podemos entender qué sucedió en el pasado con las tendencias demográficas, qué está pasando ahora y qué sucederá en el futuro, si no tomamos en cuenta este asunto del consumo de energía. Es este un factor que ha sido siempre descuidado, que está en el trasfondo, y que es necesario traer al frente, pues es crucial.

### 1. *Industrialización*

He preparado algunos cuadros, que quiero comentar. En su mayoría contienen datos de Francia, pues me era más fácil recopilarlos, pero considero que constituyen ejemplos representativos. El cuadro 1 muestra la evolución de la producción de un trabajador agrícola en Francia desde 1750 a 1980. La productividad de ese trabajador ha sido multiplicada por 10. El cuadro 2 muestra el consumo de energía en Francia desde principios del siglo XIX al presente. La columna más importante es la última a la derecha que da el consumo per cápita expresado en carbón equivalente. Usando un cierto coeficiente es posible convertir y sumar los diferentes tipos de energía, expresando el resultado en kilogramos de carbón equivalente, como en dicha columna. Pueden ver que en poco más de 150 años el consumo de energía ha aumentado tremendamente, pasando de 73 kgs. al comienzo del siglo pasado a más de 5 000 kgs. en el presente. Los 5 000 kgs. son más o menos el promedio en los países desarrollados, aunque algunos consumen mucho más, por ejemplo los Estados Unidos, donde se consume más del doble, cerca de 12 000 kgs. por persona.

Cuadro 1

PRODUCCION DE UN TRABAJADOR  
AGRICOLA FRANCES ENTRE  
1750 Y 1980

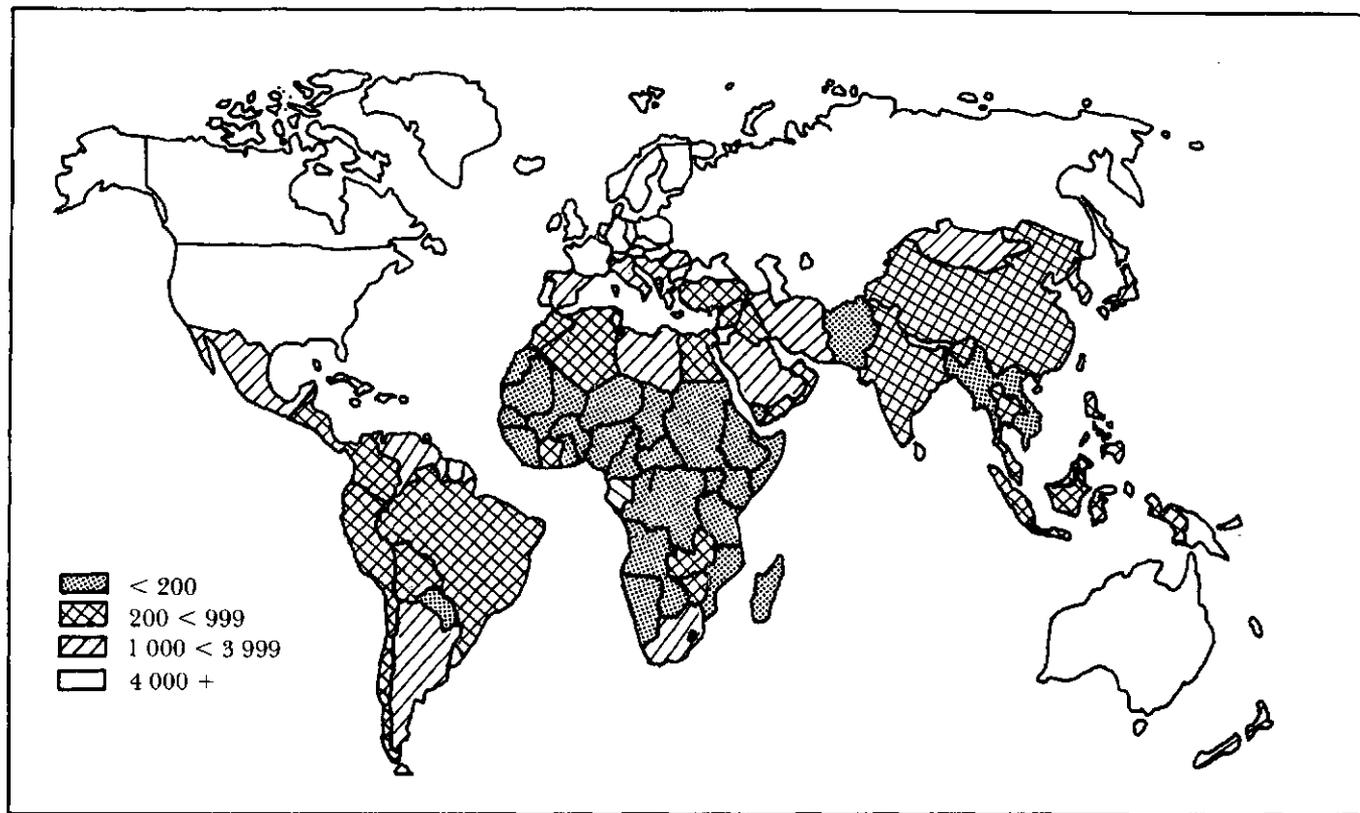
Períodos	Unidades
1750-1800	100
1894-1898	340
1900-1913	375
1934-1938	500
1980	1 000

*Fuentes:* Adaptado de Jean Fourastié, *Le grand espoir du XX<sup>eme</sup> siècle*. Presse Universitaire de France, 1969, página 15. Para 1980, estimación comunicada por el Sr. Alfred Sauvy.

También preparé un mapa (mapa 1) que muestra la situación en el mundo. Las situaciones son muy variadas. Hay países que consumen menos de 200 kgs., como Francia a mediados del siglo XIX, y otros que consumen 12 000 kgs. Chile está en la categoría de 200 a 999 kgs., probablemente cercano al límite superior, cinco veces menos que Francia.

Mapa 1

CONSUMO FINAL DE ENERGIA EN EL MUNDO EN 1976  
(KGS. PER CAPITA DE CARBON EQUIVALENTE)



Fuente: Naciones Unidas, *Anuario Estadístico*, 1978, pp. 389-392. (Países con 500 000 habitantes o más).

El gráfico 1 muestra la industrialización de un país, a través de la evolución de la población económicamente activa. Francia comienza a mediados del siglo pasado como un país predominantemente agrícola, con más del 50% de los trabajadores ocupados en la agricultura, pero gradualmente el sector agrícola disminuye, hasta casi desaparecer hacia fines de este siglo. Para el año 2000 señalo en el gráfico la situación en Estados Unidos para mostrar que nos estamos dirigiendo hacia ese punto. La industria no se modificó mucho en el período, y el cambio más importante fue un gran crecimiento de los servicios.

Cuadro 2

CONSUMO DE ENERGIA EN FRANCIA DE 1827 A 1981

Años	Consumo aparente de energía					Produc- ción	Tasa de cobertura nacional (en %)	Consumo aparente por habitante (en kgs.)
	en millones de toneladas métricas de carbón equivalente							
	Carbón	Petróleo	Gas natural	Electricidad hidráulica y nuclear	Total			
1827-1829	2,3				3,3	1,7	75,4	73
1830-1839	3,7				3,7	2,5	66,9	111
1840-1849	5,8				5,8	3,9	67,6	165
1850-1859	10,8				19,8	6,5	60,1	298
1860-1869	18,1				18,1	11,4	62,7	476
1870-1879	23,2				23,2	16,2	69,8	630
1880-1889	31,0				31,0	20,9	67,4	814
1890-1899	39,3				39,3	28,5	72,4	1018
1900-1909	50,2	1,0*			51,2	34,7	69,1	1306
1910-1919	49,9	2,0*		1,0*	62,9	30,5	57,7	1313
1920-1929	61,8	5,0*	0,1*	2,0	68,1	43,1	63,3	1677
1930-1939	73,0	8,0*	0,2*	3,5	84,7	52,2	61,6	2021
1940-1949	52,3	nd	nd	4,6	nd	42,8	nd	nd
1950-1959	69,2	25,8	0,8	9,9	105,7	68,7	64,0	2413
1960-1969	68,6	71,5	8,4	17,0	165,5	80,1	48,4	3427
1970	57,9	132,5	14,0	20,4	224,8	74,3	33,1	4451
1971	52,6	143,7	16,5	18,6	231,4	68,8	29,7	4537
1972	46,5	160,4	19,4	18,8	245,1	67,0	27,3	4759
1973	46,3	177,3	22,7	19,5	265,8	61,9	23,3	5121
1974	46,7	164,9	23,6	23,3	258,5	62,2	24,4	4943
1975	41,3	152,5	26,2	26,5	246,5	64,4	26,1	4686
1976	48,5	163,3	28,2	21,7	261,7	58,9	22,6	4956
1977	47,1	157,6	30,2	32,4	267,3	69,1	25,8	5049
1978	48,6	163,2	31,3	33,7	276,8	68,9	24,8	5170
1979	52,5	163,4	35,1	36,5	287,5	70,3	24,4	5360
1980	51,5	152,5	35,5	43,3	282,8	77,7	27,5	5250
1981	47,3	136,9	36,8	55,4	276,4	92,7	33,5	5110

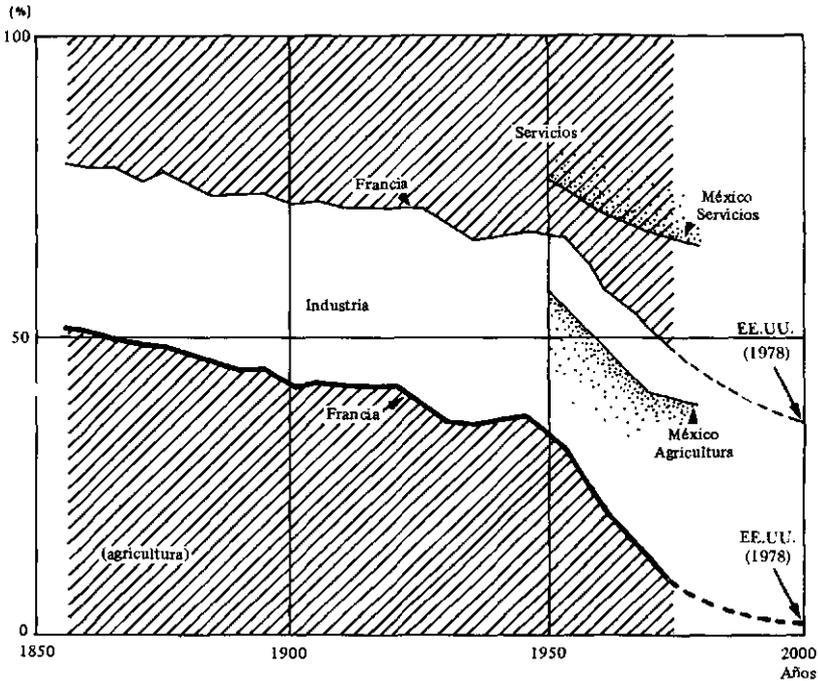
nd = datos no disponibles.

\* estimación

Fuente: Anuario Estadístico de Francia, 1951 (p. 257); 1966 (pp. 232, 229, 225, 210); 1979 (p. 241); 1980 (p. 249); 1981 (p. 257).

Gráfico 1

Población Económicamente Activa en Francia y México: Comparación con Estados Unidos en 1978



Finalmente quiero llamar la atención sobre el gráfico 2 que ejemplifica el proceso de urbanización en Europa y México, un proceso que todo demógrafo conoce bien.

Todo esto es para ilustrar un proceso que requirió, para poder darse, la presencia absolutamente necesaria de dos condiciones: primero, el progreso en la productividad del trabajador agrícola (tal como lo muestra el cuadro 1), y segundo, más y más energía (cuadro 2). Estas condiciones son esenciales para la industrialización y están mutuamente relacionadas. El desarrollo industrial produjo un descenso de la mortalidad que aumentó el excedente de personas en la agricultura, las que pudieron entonces trasladarse a la industria y el proceso se tornó autosostenido. Pero no podemos entender este proceso si no tomamos en cuenta tanto el progreso en la productividad agrícola como en la disponibilidad de energía.

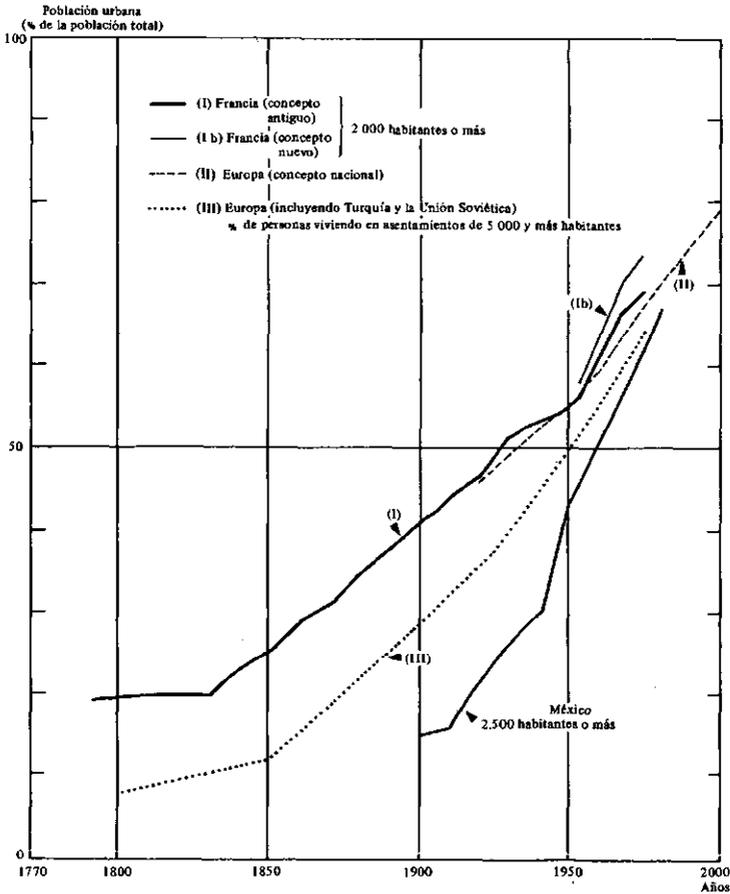
## 2. Urbanización

El otro componente, urbanización, es más complicado. Para que se produzca urbanización es esencial, primero, un excedente de productos agrícolas. Es necesario que el agricultor no consuma todo lo que produce para que existan productos que puedan intercambiarse en el mercado por los servicios ofrecidos por los habitantes urbanos. Los expertos, los agrónomos, dicen que siempre ha habido un excedente de productos agrícolas; aun en el período Neolítico cuando la agricultura recién comenzaba, había alrededor de un 20% de excedente agrícola. Esto quiere decir que ya desde el Neolítico era posible que el 20% de la población viviera

desconectada de la agricultura. En otras palabras, hace unos 200 000 años ya era potencialmente viable la existencia de una población urbana del orden de 20% de la población total. Puede que ésta sea la razón por la cual Grecia, el Imperio Romano, los Persas, etc., ya tenían grandes ciudades. Esta condición —sin embargo— es necesaria, pero no suficiente. Tomó mucho tiempo para que en los hechos se alcanzara una población urbana del 20%; en Europa se llegó a este porcentaje sólo a principios del siglo XIX. ¿Por qué? Porque la existencia de un excedente agrícola no basta para dar lugar a la formación de ciudades, hace falta también que el trabajador agrícola no esté muy disperso. Para ello es necesario que se produzca un progreso —que incluso fue anterior al progreso en la productividad del trabajador— en la productividad de la tierra. Este progreso en la productividad de la tierra

Gráfico 2

URBANIZACION EN EUROPA Y MEXICO



tomó largo tiempo. Si se considera a los pueblos cazadores o a los pescadores del Paleolítico, cada persona necesitaba, para vivir, una gran superficie. Como se muestra en el cuadro 3, la superficie requerida por consumidor era entonces de 2 000 000 m<sup>2</sup>. Si tomamos la superficie de Francia, que es alrededor de 500 000 km<sup>2</sup>, a razón de 2 000 000 m<sup>2</sup> por persona, sólo sustentaría a una población de 250 000 habitantes. Y 250 000 habitantes dispersos en el territorio francés, aun habiendo excedente de alimentos, no darían lugar a asentamientos urbanos, pues estarían viviendo muy alejados unos de otros.

En el Neolítico, con la invención de la agricultura, ya no se precisaban 2 000 000 m<sup>2</sup>, sino sólo 1 700 m<sup>2</sup> por consumidor. Así, en el mismo territorio se podía sustentar a mucha más gente, la que vivía más y más cercana una de la otra. El proceso continúa y llega a su culminación hacia 1900, cuando se obtienen los mejores resultados conocidos hasta el presente: el campesino chino produce de tal manera que se precisan solamente 100 m<sup>2</sup> de tierra por consumidor. Esto ha sido el resultado de la presión poblacional, cuando la población aumenta es preciso cambiar las técnicas de cultivo para producir, en la misma cantidad de tierra, más y más alimentos. Es este aumento de la productividad de la tierra el que ha dado lugar al proceso de urbanización.

Para ir más allá del 20% de excedente agrícola que habíamos mencionado es necesario que se produzca un aumento en la productividad del trabajador agrícola.

### 3. *La razón producto/insumo en la agricultura*

¿Qué pasó en términos de energía a lo largo de estos procesos? Si se aceptan las 3 000 calorías diarias que la FAO considera el consumo apropiado por persona, en un año el consumo por persona llegaría a algo más de 1 millón de calorías ( $3\,000 \times 365 = 1\,095\,000$ ). Podemos redondear a 1 100 000, que es igual a 1.100 Megacalorías (Mcal). Si transformamos estas necesidades alimentarias a kg. de carbón equivalente, da 156 kgs., que podemos redondear a 150 kgs. Este es el consumo. Miremos ahora del lado del trabajo. Si se trabaja sin maquinaria, una hora de trabajo representa 100 calorías; suponiendo que se trabaja 10 horas diarias, se insume por día 1 000 calorías, lo que es igual a 143 gramos de carbón equivalente. Vayamos ahora al modo de vida paleolítico. Hay todavía pueblos que viven de esta manera en Australia y Africa, quizás también en América Latina. Cuando los antropólogos estudiaron estas tribus descubrieron que para un hogar de cuatro personas (jefe, esposa y dos hijos) es suficiente que el jefe de familia trabaje dos días por semana. Quedan cinco días para el ocio, las visitas a los vecinos, etc., es una buena manera de vivir. ¿Cuál es el insumo de energía? Si en un día —como habíamos dicho—, el insumo de trabajo requerido es igual a 143 gramos de carbón equivalente, en un año ( $52$  semanas trabajando dos días por semana) dicho insumo será igual a 14 872 gramos ( $143 \times 2 \times 52 = 14\,872$ ), o sea, redondeando, 15 kgs. de carbón equivalente. Esto quiere decir que con un insumo de 15 kgs. de carbón equivalente se obtiene suficiente energía como para cuatro personas (recordemos que cada persona requiere 150 kgs. anuales, o sea, que cuatro personas requieren  $150 \times 4 = 600$  kgs. anualmente). Ven, entonces, que en el modo de vida paleolítico la agricultura es una operación fantástica: uno pone en el sistema 15 kgs. y recibe 600 kgs., que es 40 veces el insumo. En otras palabras, el índice que vamos a usar —producto dividido insumo— es igual a 40. Es difícil encontrar otra actividad que tenga una producción tan alta.

Sorprendentemente, esta razón producto-insumo se mantuvo más o menos igual hasta principios de este siglo (cuadro 3). Si miran ahora el cuadro 4, verán que también era ese el índice para los agricultores mexicanos del Neolítico. Algo ha cambiado desde el Paleolítico, se ha inventado la agricultura. El trabajo necesario ya no es dos días, sino toda la semana, no sólo

Cuadro 3

## COMPARACION ENTRE DIVERSAS FORMAS DE CULTIVO

Características del cultivo	Agricultura paleolítica	Agricultura Neolítica (producción de maíz)	Campeño chino alrededor de 1900 (producción de arroz)	Agricultor estadounidense en 1980 (producción de maíz)	Agricultor estadounidense en 1980 (producción de carne vacuna)	Microorganismos
Tiempo trabajado (c)	2 días por semana	toda la semana	toda la semana	5 días o menos por semana	5 días o menos por semana	insignificante
Razón producto/insumo (en la granja)	40	40	40	2,2	0,1	0,5
Tierra por consumidor (en m <sup>2</sup> )	2 000 000	1 700(a)	100	600(b)	13 000	ninguna
Razón insumo/producto al consumo	40	40	40	0,65	0,097	(d)

- (a) En 10 000 m<sup>2</sup> el agricultor neolítico produce 6 700 Mcal por año, es decir, el consumo de 6 personas. La cantidad de tierra por consumidor es  $10\ 000/6 = 1\ 666$ , redondeado a 1 700.
- (b) En 10 000 m<sup>2</sup> el agricultor estadounidense está produciendo 18 700 Mcal por año, es decir, el consumo de 17 personas. La cantidad de tierra por consumidor es  $10\ 000/17 = 588$ , redondeado a 600.
- (c) El tiempo trabajado incluye no sólo el tiempo dedicado a la producción de alimentos, sino también a la creación de capital y su conservación en buen estado.
- (d) Actualmente, los alimentos producidos por microorganismos son consumidos por animales. El consumo humano requeriría modificaciones drásticas en nuestros hábitos y un consumo adicional de energía.

para producir los alimentos, sino porque existe algo nuevo, que es la granja. La granja es un capital consistente en una casa, edificios, irrigación, caminos. Este capital se deteriora y es necesario repararlo continuamente. Así que todavía se trabaja dos días por semana en la producción directa de alimentos y cinco días en mantener el capital en buen estado, de manera de poder seguir produciendo. Este cambio en el tiempo de trabajo de dos a siete días puede que sea el origen de la creencia en que la vida era mejor en el pasado; quizás ese sea el paraíso perdido, el jardín del Edén en el cual se podía caminar y coger la fruta, los peces y los animales. Ese jardín del Edén se perdió, porque inventamos la agricultura, fue el precio que hubo que pagar.

Volviendo al cuadro 4, verán que la razón producto-insumo para el agricultor neolítico (40,4) es prácticamente igual a la del cazador y recolector del Paleolítico, pese que aquél trabaja mucho más que éste. Con todo, el éxito sigue siendo rotundo, pues el proceso sigue produciendo 40 veces lo que insume.

Cuadro 4

INSUMO Y PRODUCTO, EN TERMINOS DE ENERGIA,  
POR HECTAREA DE CULTIVO DE MAIZ

	Agricultura Neolítica (México)	Agricultura moderna (1975) (Estados Unidos)
Tiempo	1 150 horas	17 horas
<i>Energía (en Mcal):</i>		
Trabajo	115	Insignificante
Maquinaria	15 (machete y azada)	1 500
Semillas	36 (10 kgs.)	140
Combustible		2 100
Nitrógeno		2 500
Fósforo, potasio, pesticidas.		500
Irrigación		780
Electricidad y secado		700
Transporte		180
Varios		200
Total de energía (insumo)	166	8 600
Cosecha de maíz (producto)	6 700 (2 000 kgs.)	18 700 (5 400 kgs.)
<u>Producto</u>	$\frac{6\,700}{166} = 40,4$	$\frac{18\,700}{8\,600} = 2,2$
<u>Insumo</u>		

Fuente: C. Marchetti, *On Energy and Agriculture: From Hunting-Gathering to Landless Farming* (p. 4), publicación de IIASA, RR- 79-10, diciembre 1979.

Nota: 1 Mcal = 1 000 calorías.

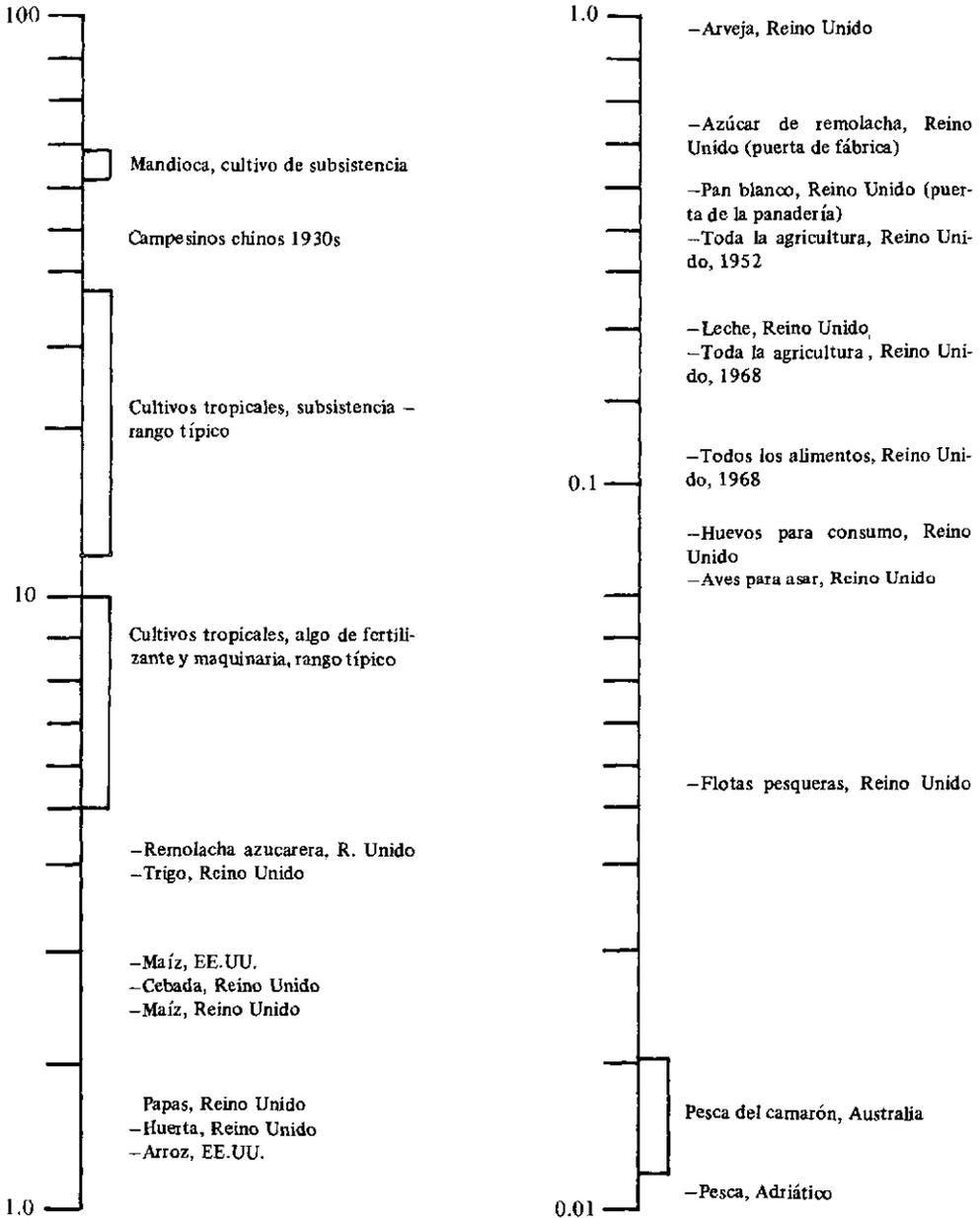
#### 4. La declinación de la razón producto/insumo en la agricultura

Todo cambió cuando comenzó a invertirse más energía en la agricultura. La columna derecha del cuadro 4 les muestra cómo el agricultor estadounidense actual —también dedicado al cultivo de maíz— se compara con el del Neolítico. El trabajo que pone es insignificante; el trabajo individual que se está considerando aquí casi ha desaparecido. Pero, al usar energía, reemplaza su trabajo por maquinaria, combustibles, fertilizantes, irrigación, transporte, etc. El insumo de energía es mucho más alto, hay un enorme aumento en la energía usada en comparación al Neolítico. Los resultados también son mejores. En una hectárea, el agricultor neolítico sólo producía 6 700 Mcal (2 000 kgs. de maíz) y el estadounidense produce 18 700 (5 400 kgs. de maíz). Pero si se calcula la razón producto-insumo en el caso del agricultor estadounidense, ésta es sólo 2,7. Hay una gran inversión de energía, pero todavía se recupera más energía que la que se invirtió. Aun hoy el cultivo de maíz no es un consumidor neto de energía: el producto es más alto que el insumo en términos de energía. Si en lugar de maíz consideramos la producción de carne vacuna, la razón producto-insumo baja a 0,1 (cuadro 3), lo que quiere decir que se recupera sólo 1/10 de lo insumido. Esta producción es consumidora neta de energía.

En el gráfico 3, vemos representada la razón producto-insumo para diversas actividades. Un índice de algo más de 30 es atribuido al campesino chino, por ejemplo. Si

Gráfico 3

INDICES DE ENERGIA PARA VARIAS FUENTES DE ALIMENTOS PUESTOS EN LA PUERTA DE LA GRANJA O EN EL PUERTO



Fuente: C. Marchetti, *On Energy and Agriculture: From Hunting-Gathering to Landless Farming*, publicación IIASA, RR- 79-10, (p. 5), diciembre 1979.

miran la parte inferior de la escala del lado derecho, encontrarán actividades tales como la pesca en el mar Adriático que para un insumo de 100 recupera solamente un producto de 1. Es una forma desastrosa de pescar. Nadie en el pasado, en el Paleolítico o Neolítico, hubiera pescado de esta manera, pues hubiera muerto de hambre. Es como querer comer lechuga en invierno, cuando la lechuga ha sido cultivada en invernadero, la razón producto-insumo es también en ese caso desastrosa.

Vean ahora, volviendo al cuadro 3, que al cambiar de la forma de cultivo del Neolítico a la del agricultor estadounidense de hoy, la cantidad de tierra por consumidor aumenta. El largo proceso de descenso que tuvo lugar desde el Paleolítico hasta el campesino chino se revierte al poner mayor cantidad de energía y aumentar la productividad del trabajador, pero no la productividad de la tierra.

### 5. *La razón producto/insumo en una agricultura desarrollada*

Quizás podemos resumir de la siguiente manera, usando como unidad el kg. de carbón equivalente. Lo que necesitamos por año para vivir es 150 kgs. de carbón equivalente. En el Paleolítico, con una razón producto/insumo igual a 40, para obtener 150 kgs. por persona se necesita tener un insumo de 3,75 kgs. ( $150/40 = 3,75$ ). En el caso del cultivo de maíz por el agricultor estadounidense, con una razón de 2,17, el insumo necesario es de 69 kgs. ( $150/2,17 = 69$ ). Si se trata de producción de carne vacuna, con una razón de 0,1 se necesitará un insumo de 1 500 kgs. de carbón equivalente. Todo país produce una mezcla de alimentos "tipo maíz" y alimentos "tipo carne vacuna". En Europa (vean algunos ejemplos del Reino Unido en el gráfico 3) la combinación de los dos tipos de producción resulta en un índice producto/insumo igual a 0,3. Esto quiere decir que para obtener 150 kgs. es preciso tener un insumo de 500 kgs. ( $150/0,3 = 500$ ) por habitante. Este es el consumo actual de los países europeos; hay un insumo por consumidor de 500 kgs. y se produce 150 kgs. Estos son datos observados. Se obtiene el mismo resultado (datos calculados) suponiendo que la producción es 70% "tipo maíz" y 30% "tipo carne vacuna". Si se hace el promedio.

$$\begin{array}{r}
 69 \text{ kgs.} \times 0,7 = 48 \text{ kgs.} \\
 + \\
 1\ 500 \text{ kgs.} \times 0,3 = \underline{450 \text{ kgs.}} \\
 \hline
 1,0 \quad 498 \text{ kgs., aproximadamente } 500 \text{ kgs.}
 \end{array}$$

Esto significa que en la agricultura europea de hoy hay un 70% de productos "tipo maíz" y 30% "tipo carne vacuna".

Todos estos cálculos se detienen en el portón de la granja. Cuando se tiene una economía de subsistencia, esto se puede hacer, ya que el agricultor consume sus propios productos. Pero actualmente la mayoría de lo que el agricultor produce no lo consume él mismo, sino que lo lleva al mercado. Llevar los alimentos al mercado también cuesta energía, y cuesta mucha. Después que el maíz ha sido producido por el agricultor, mucho debe hacerse antes que se lo pueda comer. El cuadro 5 muestra estimaciones al respecto. Para el maíz en particular, la energía adicional usada para llevarlo del portón de la granja a la mesa significa multiplicar por 6 la energía usada hasta el momento de ponerlo en el portón de la granja (que era 69 kgs.). O sea, que la energía usada de la granja a la mesa es mucho mayor que la usada en la producción misma. Esto reduce considerablemente la razón producto/insumo, de 2,17 a 0,36 (cuadro 5). Para la carne vacuna, por otro lado, no se requiere mucha energía adicional, pues al ser producida en la granja, está casi lista para ser consumida. En este caso la razón producto/insumo sólo cambia de 0,1 a 0,097 (cuadro 5), casi no hay cambio. A menudo se dice que al comer carne vacuna estamos consumiendo mucha más energía que si comiéramos,

Cuadro 5

**AGRICULTURA MODERNA, DEL PORTON DE LA GRANJA  
A LA MESA (MAÍZ Y CARNE VACUNA)**

Insumos	Maíz	Carne vacuna
Energía al portón de la granja	100	100
Transformación	240	1,4
Transporte	34	0,3
Distribución	46	0,4
Compra y transporte al hogar	109	0,9
Preparación en el hogar	68	0,5
	597	103,5
Producto/insumo	$\frac{2,17}{5,97} = 0,36$	$\frac{0,100}{1,035} = 0,097$

*Fuente:* Adaptado de David y Macia Pimentel, "Compter les kilocalories", *Revue CERES*, octubre 1977.

por ejemplo, maíz. Hay quienes sostienen que, desde el punto de vista energético, sería mejor no comer carne vacuna y comer maíz, trigo u otros productos. Esto es verdad, pero la diferencia es mucho menos notable cuando se toman en cuenta los insumos de energía posteriores a la producción misma en la granja.

Vimos que 500 kgs. son el insumo necesario, por consumidor, en el modo de explotación agrícola europea de hoy. Pero si se suma a este consumo de energía, la energía necesaria para poner los productos sobre la mesa, usando aquellas proporciones de 0,7 para los productos "tipo maíz" y 0,3 para los "tipo carne vacuna", los 500 kgs. se vuelven 786 kgs. (redondeando, 800 kgs.). Si recuerdan que en un país como Francia el consumo de energía por año por persona es 5.000 kgs., y de ellos 800 kgs. son usados para alimentos y un 40% (2 000 kgs.) para consumo doméstico (calefacción, aire acondicionado, etc.), tenemos:

*Francia:*

consumo total anual per cápita	5.000 kgs.	}	de carbón equi- valente
consumo doméstico anual per cápita	— 2.000 kgs.		
insumo en producción de alimentos anual per cápita	— 800 kgs.		
resta para insumo en producción industrial anual per cápita	2 200 kgs.		

## 6. Agricultura sin tierra

Llegamos ahora al fin de esta larga expedición. Hasta ahora hemos considerado la forma habitual de producción agrícola: con un agricultor y con tierra. Pero hemos sabido por largo tiempo que hay otras maneras de producir alimentos: con microorganismos. Así fabricamos el queso, la cerveza. En los últimos 20 años ha habido mucho progreso en esta materia de

producción de alimentos usando microorganismos. Se puede calcular la misma razón producto/insumo para esta forma de producción; con los métodos hoy disponibles se alcanza un índice de 0,5 (cuadro 3), que es más alto que el índice correspondiente a la producción europea de alimentos. Desde el punto de vista puramente energético, ya hoy sería más barato hacer que los microorganismos produzcan los alimentos en lugar del agricultor. Es verdad que hasta ahora los alimentos producidos por microorganismos sólo son consumidos por animales. Si quisiéramos producir nuestros propios alimentos de esta manera, se necesitaría energía adicional para transformar el producto en algo adecuado a nuestros hábitos. Por otro lado, el índice de 0,5 puede probablemente ser mejorado modificando la forma de producción, así que es posible que, aun tomando en cuenta la necesidad de transformar el producto en algo comestible, el índice final no sea peor que el que se obtiene actualmente en la agricultura europea. Así que no es irrealista pensar que en el futuro cercano se producirán alimentos, no con tierra y agricultor, sino con microorganismos que “trabajan” sin tierra. Es una agricultura sin tierra.

Una ventaja de los microorganismos es que trabajan mucho más rápido que el agricultor. La agricultura es una forma muy lenta de producir alimentos. Un fermentador de  $10 \text{ m}^3$  (digamos, un cubo de  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ ) produce en un día la misma cantidad de proteína que se obtiene de una hectárea en un año, cultivada en la forma habitual. Es decir, que se introduce una aceleración de la producción de proteínas cuando se usan microorganismos.

Voy a hacer un cálculo, que no es realista, pero que les va a mostrar cuál podría ser el poder de los microorganismos. En la tierra hay actualmente, según los censos agrícolas, 3 200 millones de hectáreas que pueden producir alimentos. Un fermentador del tamaño que indiqué produce en un día el equivalente de una hectárea en un año. Esto quiere decir que un fermentador de este tipo es equivalente a 365 hectáreas en un año (en un día = 1 há; en 365 días = 365 há). Si se divide el número de hectáreas explotables por 365, se obtiene el número de fermentadores que serían necesarios para producir el alimento mundial anual.

$$\frac{3\ 200\ 000\ 000}{365} = 8,76 \text{ millones de fermentadores de } 10 \text{ m}^3 \text{ c/unos}$$

¿Cuál sería el espacio ocupado por este tipo de producción? Si el fermentador de  $10 \text{ m}^3$  tiene una base de  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ , cada uno ocupará  $4 \text{ m}^2$ . Dupliquemos esto para tener más espacio, digamos  $8 \text{ m}^2$ . Para poner 8,76 millones de fermentadores de  $8 \text{ m}^2$  de base cada uno debemos multiplicar:

$$8,76 \times 8 \text{ m}^2 = 70,08 \text{ millones m}^2$$

Como  $1 \text{ km}^2 = 1\ 000\ 000 \text{ m}^2$ , entonces, para acomodar todos estos fermentadores se precisarían solamente  $70 \text{ km}^2$ . Podemos de nuevo aumentar este espacio y decir  $100 \text{ km}^2$ ; o sea, un cuadrado de  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$  será suficiente para poner todos los fermentadores y así producir todo el alimento para el mundo de hoy. Por supuesto éste es un cálculo que no tiene sentido, nunca haremos algo semejante, pero les muestra qué clase de poder está detrás de estas nuevas posibilidades. Un arreglo como éste no insumiría más energía que la que usamos hoy, con el sistema de dispersar la producción de alimentos por toda la superficie terrestre y usar fotosíntesis (energía solar). Se usaría otro tipo de energía y en alta concentración, pero no insumiría más. Insisto que este cálculo es artificial, sólo para llegar a los límites de nuestra imaginación, abandonando la realidad y entrando al terreno de la ciencia-ficción. A veces es útil dar una mirada en el dominio de la ciencia-ficción. Sólo deseaba mostrarles que la

agricultura sin tierra podría ser una solución a nuestras dificultades futuras, siempre que pudiéramos producir suficiente energía para ello.

### *Comentarios sobre las conferencias IV y V:*

**Pregunta.** Nos ha presentado ayer un nuevo paradigma y hoy este cuadro de población y energía. ¿No considera que falta un elemento en su descripción de la futura transición demográfica? Esta es una pregunta cargada de intención. Creo que falta un elemento que tiene que ver con la transformación del hombre y su relación con la naturaleza. El hombre actúa como si nada fuera a cambiar en el proceso económico o en el proceso político. El hombre que hoy subsiste, el hombre del desarrollo, es el hombre que nació en la Reforma, que creó la mentalidad del empresario, sin límites de apropiación de la naturaleza, y cuyo propio beneficio —y por extensión el beneficio de la sociedad— era el motor. Me parece que ese modelo de hombre está liquidado, tiene que desaparecer. Tendrá que engendrarse un nuevo hombre que sea un hombre con conciencia ecológica, que revise su relación con la naturaleza. Este sería el quinto elemento de su paradigma y estaría en perfecta armonía con el uso de la energía. Yo quisiera conocer su reacción sobre esto.

**Respuesta.** Debo decir que estoy completamente de acuerdo con lo dicho por el Sr. Macció. El está totalmente en lo cierto en que necesitamos un nuevo tipo de hombre. Necesitamos otro tipo de Homo que quizás, como sugiere Macció, será un Homo Ecologicus. No se trata de un cambio pequeño, sino de una verdadera mutación la que es necesaria, y éste sería el quinto elemento que definiría la próxima transición. Imaginemos que abandonáramos por completo la agricultura y produjéramos alimentos por microorganismos. Esto no quiere decir que dejaríamos la tierra sin ninguna vigilancia o cuidado, pues la jungla volvería en pocos años. Debemos inventar un nuevo tipo, no ya de agricultura, sino de cuidado del ecosistema. Algo como una jardinería en gran escala.

Quiero agregar que, sin saberlo, ya están ustedes comiendo el tipo de alimento que describí, por ejemplo en la mayoría de las hamburguesas que se venden en los restaurantes de comida rápida hay un 30% ó 40% de proteína producida por microorganismos.

**Pregunta.** El sistema que describe parece muy vulnerable, porque toda la alimentación de la humanidad está concentrada en pequeñísimos espacios. ¿Qué pasa si éstos son destruidos, accidentalmente o de otra manera? También se trata de una concentración de poder muy grande para quien controla esta producción. Cuando el hombre se alimentaba por sí mismo, como en el Paleolítico, difícilmente le controlaban la alimentación, pero esta otra modalidad produce una concentración de poder terrible.

**Respuesta.** Ya les dije que la concentración en una sola área de todos los fermentadores es nada más que una ficción. Sería más ventajoso si cada localidad tuviera su propio fermentador. Esto incluso evitaría el transporte del lugar de producción al de consumo. El propósito de la concentración era para mostrarles el tamaño de la cosa. De otro modo, usted tiene razón, el poder sería tremendo y el peligro muy grande.

**Pregunta.** ¿De dónde proviene el 30% de producción de carne y 70% de producción de maíz que usted usó?

**Respuesta.** Lo que dije fue que en la explotación agrícola europea actual existe una razón producto/insumo de 0,3. Lo que hay que producir, por consumidor, con este índice de

producto/insumo, es 150 kgs. de carbón equivalente. Para ello es necesario 500 kgs. de insumo, ya que  $500 \times 0,3 = 150$ . Si toda la producción fuera “tipo maíz”, donde el índice es de 2,17, para obtener 150 kgs. habría que usar un insumo de 69 kgs. ( $69 \times 2,17 = 150$ ). Si toda la producción fuera de “tipo carne vacuna”, con un índice de 0,1, se precisaría un insumo de 1.500 kgs. ( $1.500 \times 0,1 = 150$ ). Para lograr el insumo total de 500 kgs. de carbón equivalente se podría combinar un 70% de producción “tipo maíz” más 30% de producción “tipo carne vacuna”. Así,

$$\begin{array}{r} 69 \text{ kgs.} \times 0,7 = 49 \text{ kgs.} \\ 1\,500 \text{ kgs.} \times 0,3 = 450 \text{ kgs.} \\ \hline 1,0 \quad 499 \text{ kgs., aproximadamente } 500 \text{ kgs.} \end{array}$$

La combinación de estas proporciones (0,7 de “tipo maíz” y 0,3 de “tipo carne vacuna”) da el mismo resultado que la producción agrícola actual de Europa. Verifiquémoslo:

$$(49 \text{ kgs. de insumo "tipo maíz"} \times 2,17) + (450 \text{ kgs. de insumo "tipo carne vacuna"} \times 0,1) = 106 + 45 = 151 \text{ kgs. (aproximadamente } 150) \text{ de producto.}$$

**Pregunta.** ¿Qué significaría, en hábitos de consumo para el hombre, la transformación a una alimentación producida en un 100% por microorganismos? A mí me interesa, porque ya con el 30% la hamburguesa no me gusta. ¿Cómo sería con 100%, en términos de variedad de alimentos?

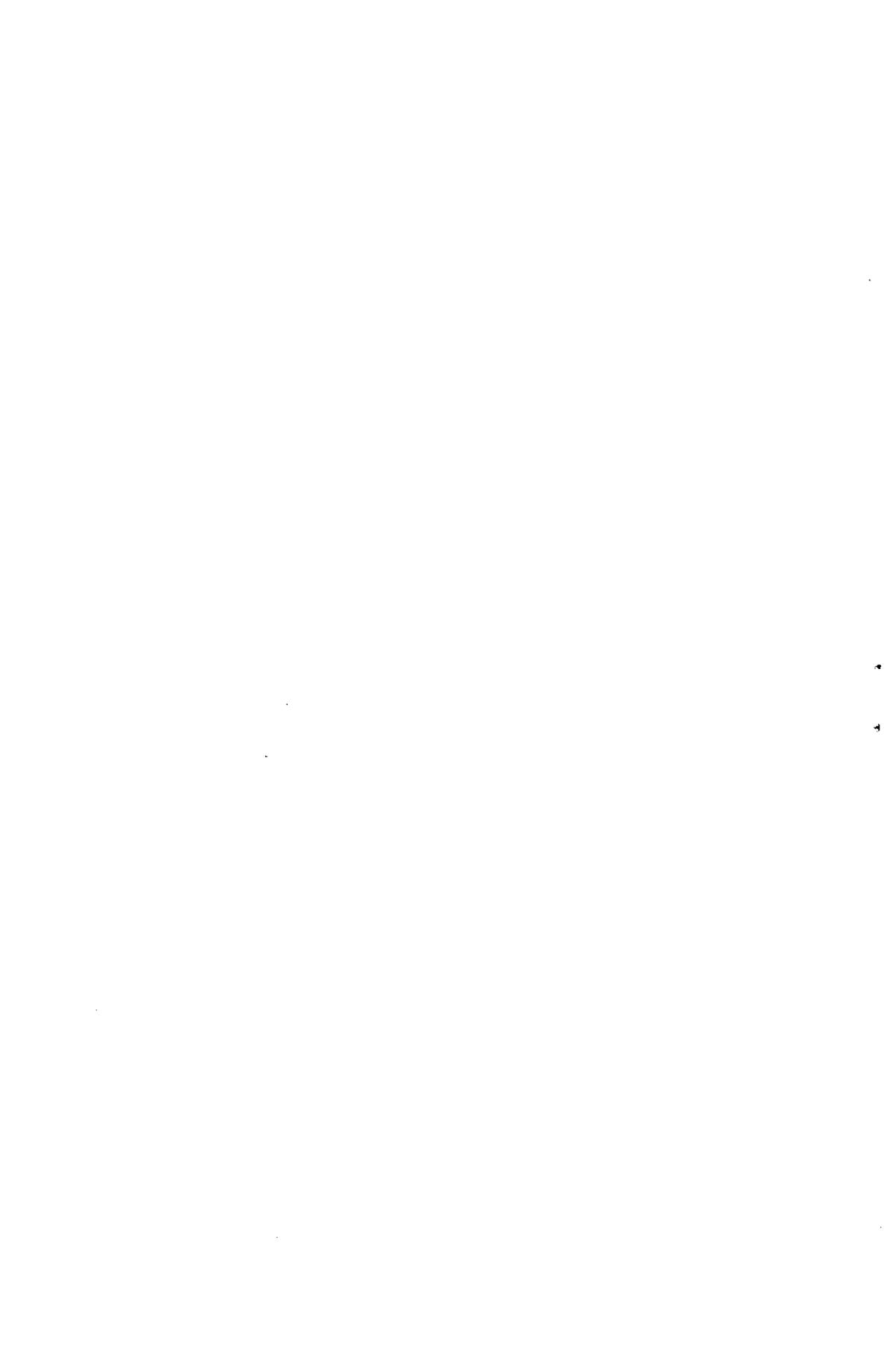
**Respuesta.** Estoy completamente de acuerdo con el Sr. Bardeci en que nosotros somos demasiado viejos como para aceptarlo. Pero probablemente sus hijos, y con certeza sus nietos, estarán acostumbrados y encontrarán buena la hamburguesa. Ya hemos vivido una situación similar en el pasado, aunque en otros campos. Los progresos técnicos han sido también de difícil “digestión” para la gente de más edad. Yo experimenté este tipo de cosas en el fin de semana en que fui a Punta Arenas. El vuelo fue de cuatro horas, y pensé en Darwin que hizo el mismo viaje en barco y le llevó varios meses. En esos meses Darwin tuvo tiempo de elaborar el gran paradigma de la evolución; en cuatro horas de vuelo no tuve tiempo de inventar nada.

## BIBLIOGRAFIA

- Bourgeois-Pichat, Jean, *Energie et population*. Université de Tunis, Cahier du CERES (Centre d'études et de recherches économique et sociales). Série démographique N° 5.
- IIASA, *Energy in a finite world*. Volumen 1: *Paths to a sustainable future*. Volumen 2: *A global system analysis*. Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass. Estos dos volúmenes constituyen el informe del Energy Systems Program del International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Luxemburgo, Austria. IIASA también ha publicado un resumen de aproximadamente 60 páginas que está disponible, en forma gratuita, en el Instituto.
- Lengelle, Maurice, "La politique agricole et les problèmes de nutrition. Réflexion sur la signification économique et politique des productions de substitution". *Reflets et Perspectives de la Vie Economique*, tomo XIV - 1975-5: 425-436.
- Marchetti, C., *On energy and agriculture: From hunting-gathering to landless farming*. International Institute for Applied Systems Analysis, Luxemburgo, Austria. Publicación RR- 79-10, diciembre 1979.
- Moles, Abraham, "Vers une axiomatique du futur". *Prospective et Santé*, N° 1, Printemps 1977.
- Pimentel, David y M. Pimentel, "Compter les kilocalories". *Revue CERES*, septiemb-roctubre 1977: 17-21.
- Revue 2000*, N° 40, La documentation française, París, 1977. El tema de este volumen es "Au menu en 1990".
- Sassin, W., "Urbanization and the energy problem", *Options*, 1980, 3.
- Thomas, Daniel, "Biotechnologies: un enjeu pour l'Europe". *Prospective et Santé*, N° 20, Hiver 1981: 83-89.



VI  
LA ECUACION FUNDAMENTAL  
DE LA DINAMICA DE LA POBLACION



La mayoría de ustedes habrán visto, aunque quizás no leído, el artículo de Samuel Preston y Ansley Coale publicado en *Population Index* del verano de 1982, titulado "Age structure, growth, attrition and accession: a new synthesis" (Estructura por edad, crecimiento, salidas y entradas: una nueva síntesis)<sup>1</sup>. Cuando recibí esta publicación tuve que leerla, pues estaba enseñando más o menos el mismo tema y debía estar actualizado. Como es un artículo lleno de fórmulas, y como algunos estudiantes son alérgicos a este tipo de discusión, pensé que tenía que tratar de explicarlo a mis estudiantes en una forma más simple.

Elegí primero una población cerrada, sin migración, en la cual se tiene sólo dos fuerzas, mortalidad y fecundidad, que dan forma a la población. La evolución produce una sucesión de personas de diferentes edades. Denotaré  $K(a,t)$ , edad  $a$  en el tiempo  $t$ , al número de personas de edad  $a$  en  $a + da$  (una diferencial) en el momento  $t$ . Para simplificar, hablaré sólo de personas de edad  $a$ . El problema fundamental de la dinámica poblacional es cómo estos diferentes grupos de edad se relacionan con la mortalidad y la fecundidad. Comenzaré con un ejemplo concreto de las estadísticas francesas, que están más a mi alcance. Cada año la Oficina de Estadísticas de Francia publica la población francesa al 1º de enero. Tomo como ejemplo el año 1978. La Oficina de Estadística francesa considera que en 1978 no hubo migración, así que tenemos una población cerrada. Voy a tomar una porción de la tabla publicada, las cohortes de edad 26 y 27 de la población femenina.

Edad al 1-1-1978	Año de nacimiento	Población	Edad al 1-1-1979	Año de nacimiento	Población
26	1951	415 080	26	1952	
27	1950	431 253	27	1951	414 838

Como se trata de una población cerrada, la diferencia entre las mujeres de 26 años en 1978 y las de 27 años en 1979 es el número de muertes ocurridas en la cohorte durante el año 1978.

$$415\ 080 - 414\ 838 = 242 \text{ muertes}$$

La diferencia entre las mujeres de 27 años en 1978 y las de la misma edad en 1979 representa la variación de la población a una edad constante (27) durante el año.

$$414\ 838 - 431\ 253 = -16\ 415$$

La diferencia entre las mujeres de edad 27 y las de edad 26 en 1978 representa la diferencia de tamaño de dos cohortes sucesivas.

$$431\ 253 - 415\ 080 = 16\ 173$$

Es obvio que tenemos aquí una relación aritmética

$$-(-16\ 415) - 242 = 16\ 173$$

que puede ser escrita para cada edad.

Pasemos a la variación relativa, en la que dividimos por las respectivas poblaciones medias.

$$\frac{\text{muertes}}{(415\ 080 + 414\ 838/2)} = \frac{242}{414\ 959}$$

<sup>1</sup> Preston, Samuel H. y Ansley, J. Coale, "Age structure, growth, attrition and accession: A new synthesis". *Population Index*, Summer 1982. 48 (2): 217-259.

$$\frac{-16\ 415}{(431\ 253 + 414\ 838/2)} = \frac{-16\ 415}{423\ 046}$$

$$\frac{16.173}{(431\ 253 + 415\ 080/2)} = \frac{16\ 173}{423\ 166}$$

Entonces

$$- \left( -\frac{16\ 415}{423\ 046} \right) - \left( \frac{242}{414\ 959} \right) = \frac{16\ 173}{423\ 166}$$

Lo que es exacto es la relación aritmética, pero como no se divide por la misma población, cuando se pasa a la relación relativa la igualdad no se mantiene. Sin embargo, la relación es casi exacta, porque las poblaciones son tan próximas entre sí que la relación relativa casi se verifica. ¿Ven ustedes por qué la relación relativa no se verifica? Es porque hemos hecho los cálculos usando un año. Si hubiéramos usado medio año, las tres poblaciones por las cuales dividimos serían más cercanas entre sí; y más aún, si hubiéramos tomado sólo un cuarto de año, etc. En el instante, llegamos a una relación relativa que se verifica. Y esta relación es la que llamo "relación fundamental de la dinámica de la población".

En el instante, entonces:

$$\frac{16\ 145}{415\ 080} \text{ se vuelve } r(a, t) = \text{tasa de crecimiento de la población de edad } a \text{ en el momento } t$$

$$\frac{242}{415\ 080} \text{ se vuelve } \mu(a, t) = \text{tasa instantánea de mortalidad de la población de edad } a \text{ en el momento } t$$

$$\frac{16\ 173}{415\ 080} \text{ se vuelve } \frac{K'_a(a, t)}{K(a, t)} = \text{variación relativa en el momento } t \text{ de la población de edad } a, \text{ cuando la edad aumenta por un margen pequeño } da.$$

Finalmente tenemos la relación

$$-r(a, t) - \mu(a, t) = \frac{K'_a(a, t)}{K(a, t)}$$

Si en lugar del número de personas tomamos la composición por edad, ya que estamos en la variación relativa, y si denotamos la composición por edad como  $C(a, t)$ , tenemos:

$$\frac{K'_a(a, t)}{K(a, t)} = \frac{C'_a(a, t)}{C(a, t)}$$

Entonces la relación fundamental de la dinámica de la población puede ser escrita como

$$-r(a, t) - \mu(a, t) = \frac{C'_a(a, t)}{C(a, t)}$$

Esta es la ecuación fundamental que relaciona mortalidad, composición por edad y tasa de crecimiento a diferentes edades. Puede también escribirse de otra manera. No mostraré

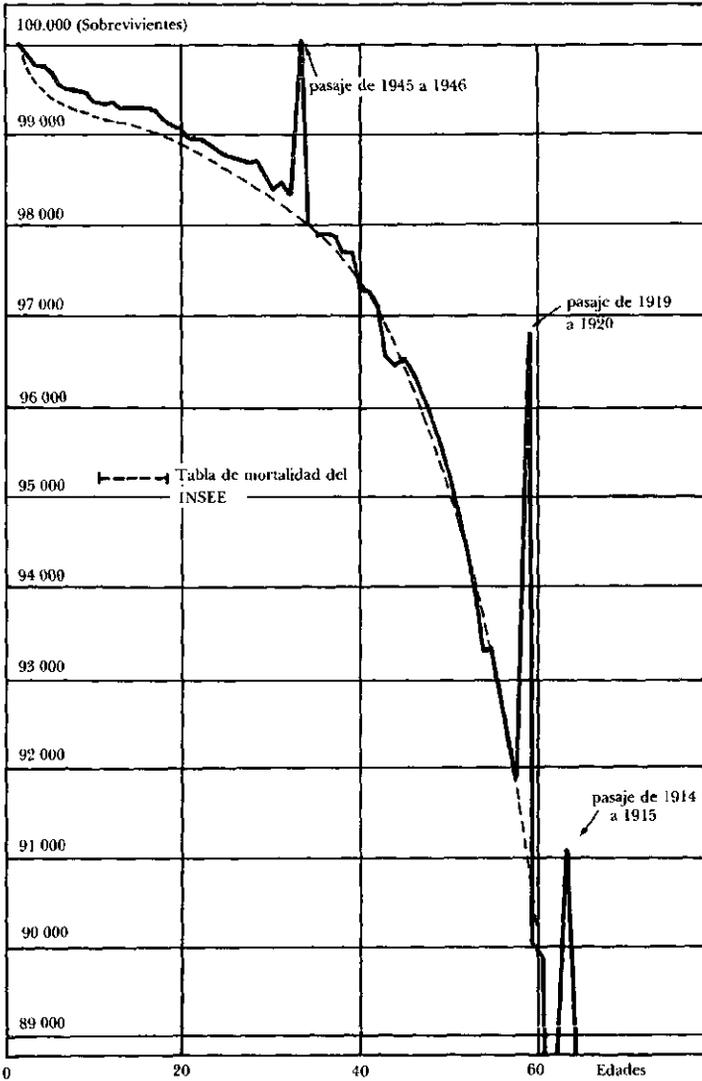
los cálculos sino sólo el resultado. Si tenemos la función de supervivencia  $p(a,t)$  y la tasa bruta de natalidad  $b(t)$

$$p(a,t) = \frac{c(a,t)}{b(t)} e^{\int_0^a r(a,t) da}$$

Gráfico 1

FRANCIA, POBLACION FEMENINA. FUNCION DE SUPERVIVENCIA DEL AÑO 1978 CALCULADA POR LA FORMULA

$$p(a,t) = \frac{N(a,t)}{B(t)} e^{-\int_0^a i(x,t) dx}$$



Fuente: Cuadro 1 (versión completa).

Cuadro 1

FUNCION DE SUPERVIVENCIA DE LA POBLACION FEMENINA DE FRANCIA  
PARA EL AÑO 1978, CALCULADA SEGUN LA FORMULA

$$e \int_0^a r(x,t) dx = e^A$$

(SE MUESTRA SOLO EL CALCULO HASTA LA EDAD 9)

Año de nacimiento	Edad al 1-1-1978 (año)	Población al 1-1-1978	Año de nacimiento	Edad al 1-1-1979 (año)	Población al 1-1-1979	Población media	Variación		A = variación relativa acumulada por (10 000)	e <sup>A</sup>	Edad para la cual e <sup>A</sup> es conocido (año)
							absoluta	relativa (por 10.000)			
1977	0	359 391	1978	0	355 970	357 681	-3 421	-95	-95	0,9905	1
1976	1	347 077	1977	1	358 718	352 898	11 641	330	235	1,0238	2
1975	2	358 708	1976	2	346 880	352 794	-11 828	-335	-100	0,9900	3
1974	3	379 942	1975	3	358 548	369 245	-21 394	-594	-694	0,9330	4
1973	4	406 161	1974	4	379 791	392 976	-26 370	-671	-1 365	0,8724	5
1972	5	416 870	1973	5	406 025	411 448	-10 845	-264	-1 629	0,8497	6
1971	6	421 831	1972	6	416 741	419 286	-5 090	-121	-1 750	0,8395	7
1970	7	407 979	1971	7	421 706	414 843	13 727	331	-1 419	0,8677	8
1969	8	406 522	1970	8	407 878	407 200	1 356	33	-1 386	0,8706	9
1968	9	406 995	1969	9	406 411	406 703	-584	-14	-1 400	0,8694	10

Fuente: Nicole Guignon, *La situation démographique en 1977 et 1978*. Les Collections de l'INSEE, Démographie et Emploi, Série D, N° 77.

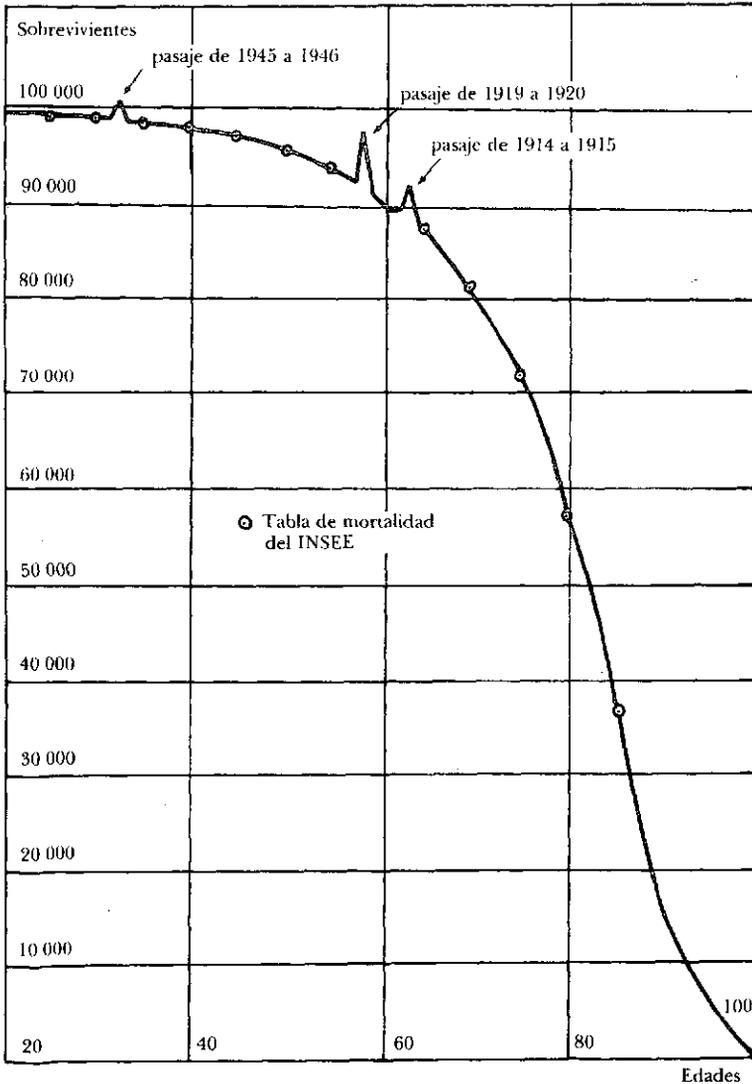
Esto es lo mismo, matemáticamente, que la fórmula anterior. Es una ecuación que relaciona la curva de supervivencia en el momento  $t$  con la composición por edad, la tasa de natalidad y la tasa de crecimiento a cada edad. Todo esto resulta familiar a los que conocen algo de poblaciones estables. En la población estable, dado que la mortalidad es constante y  $t$  desaparece, y dado que la estructura por edad también es constante, resulta

Gráfico 2

FRANCIA, POBLACION FEMENINA. FUNCION DE SUPERVIVENCIA DEL AÑO 1978 CALCULADA POR LA FORMULA

$$p(a,t) = \frac{N(a,t)}{B(t)} e^{-\int_0^a r(x,t) dx}$$

(escala reducida)



Fuente: Cuadro 1 (versión completa).

Cuadro 2

CALCULO DE LA FUNCION DE SUPERVIVENCIA Y COMPARACION CON LA  
TABLA DE MORTALIDAD CALCULADA DIRECTAMENTE POR EL INSEE.

(Se muestra sólo el cálculo hasta la edad 9)

Edad exacta de la población media (1)	Población media (2)	$e^A$ interpolado a la edad exacta de la población media (3)	(2) x (3) (4)	Sobre- vivientes con 100.000 a la edad 0,5 (5)	Sobre- vivientes según la tabla de mortalidad del INSEE (6)
0,0					
0,5	357 681	0,9953	355 986	100 000	100 000
1,5	352 898	1,0072	355 421	99 841	
2,5	352 794	1,0069	355 228	99 787	
3,5	369 245	0,9615	355 029	99 731	
4,5	392 976	0,9027	354 739	99 650	
5,0					99 326
5,5	411 448	0,8611	354 277	99 520	
6,5	419 286	0,8446	354 129	99 478	
7,5	414 843	0,8536	354 110	99 474	
8,5	407 200	0,8692	353 938	99 425	
9,5	406 703	0,8700	353 831	99 395	
10,0					99 196

Fuente: La curva de supervivencia ha sido tomada de la fuente citada en el cuadro 1.

Esto es todo lo que quería decir. Pensé que ésta era una forma fácil de explicarle a un estudiante demasiado alérgico para leer a Preston y Coale, pero no completamente alérgico a las fórmulas. A partir de aquí se pueden hacer muchas aplicaciones, algunas de las cuales las muestro en los gráficos 1 y 2 en que se representa la curva de supervivencia  $p(a, 1978)$  y se la compara con el resultado obtenido directamente por la Oficina de Estadística sobre la base del cálculo de las tasas de mortalidad y la tabla de mortalidad. En el gráfico 1 usé una escala muy grande y las variaciones se ven aumentadas; pero si observan el gráfico 2, donde usé una escala más convencional, verán que el resultado no es malo, excepto para eventos excepcionales dentro de la historia demográfica de Francia. En particular, se observa un gran aumento en la curva debido al pasaje del año 1945 al 1946, cuando hubo un considerable aumento de los nacimientos. Esto se debe a que estamos aplicando la fórmula en intervalos de un año y, como ya les dije, en esas condiciones la fórmula no se verifica. Lo mismo pasa en el pasaje de 1919 a 1920, justo después de la Primera Guerra Mundial, cuando también se produjo un aumento de los nacimientos, y de 1914 a 1915. En el gráfico 2 esto se ve, pero en forma atenuada, por ser la escala más chica.

Ven que aun en un país con buenas estadísticas, el resultado es relativamente bueno, pero no libre de variaciones. Traté de hacer el mismo cálculo usando grupos quinquenales de edad, pero los resultados son aún peores (gráfico 3). Hice también los cálculos para México, los que están representados en el gráfico 4. Allí se ven los resultados de dos cálculos; uno suponiendo que  $r$  no varía con la edad y otro que sí varía. Otra vez encuentran allí las variaciones accidentales.

Gráfico 3  
 FRANCIA, POBLACION FEMENINA. FUNCION DE SUPERVIVENCIA  
 DEL AÑO 1978 CALCULADA POR LA FORMULA

$$p(a,t) = \frac{N(a,t)}{B(t)} e^{-\int_0^a r(x,t) dx}$$

(cálculos con grupos quinquenales de edad)

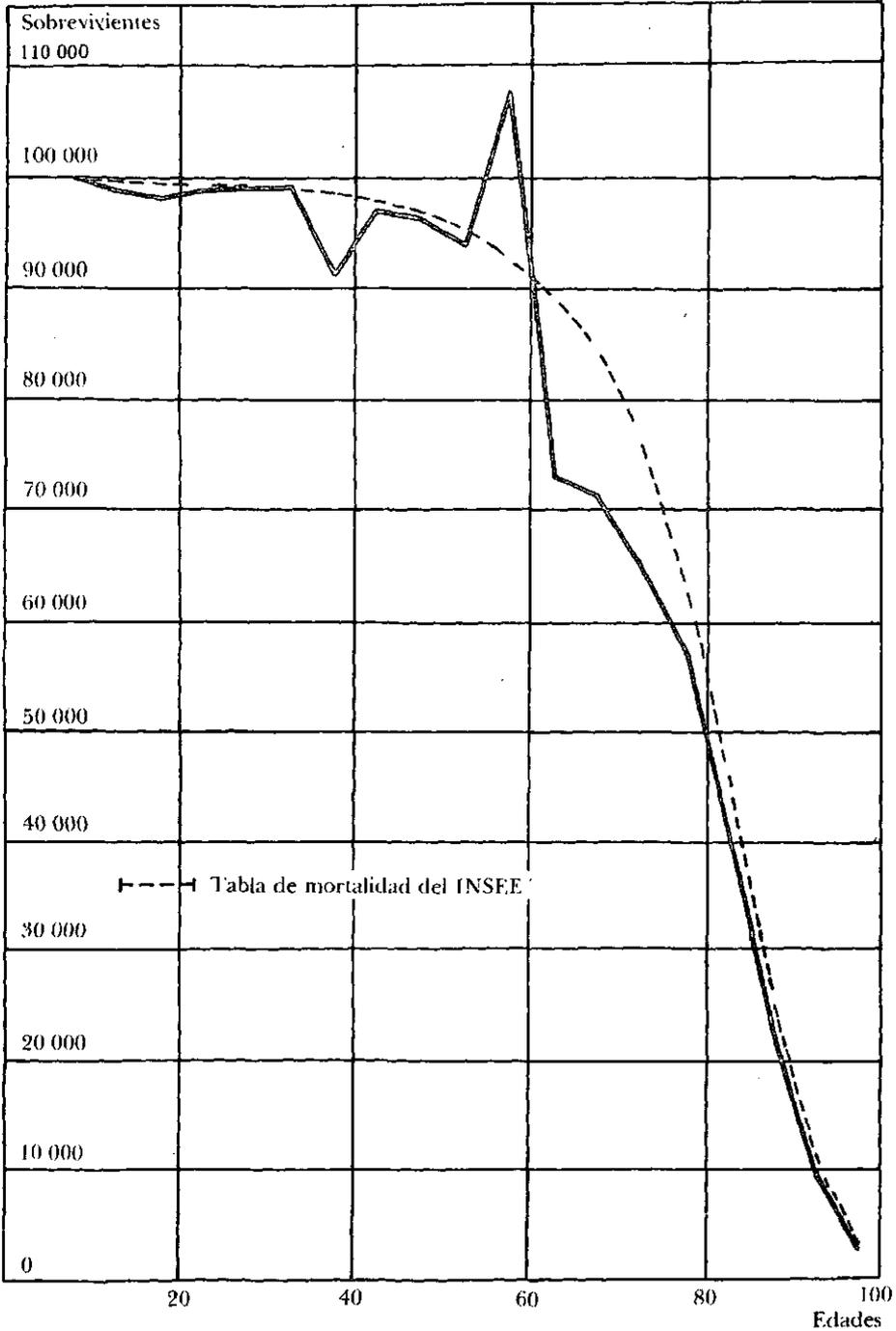
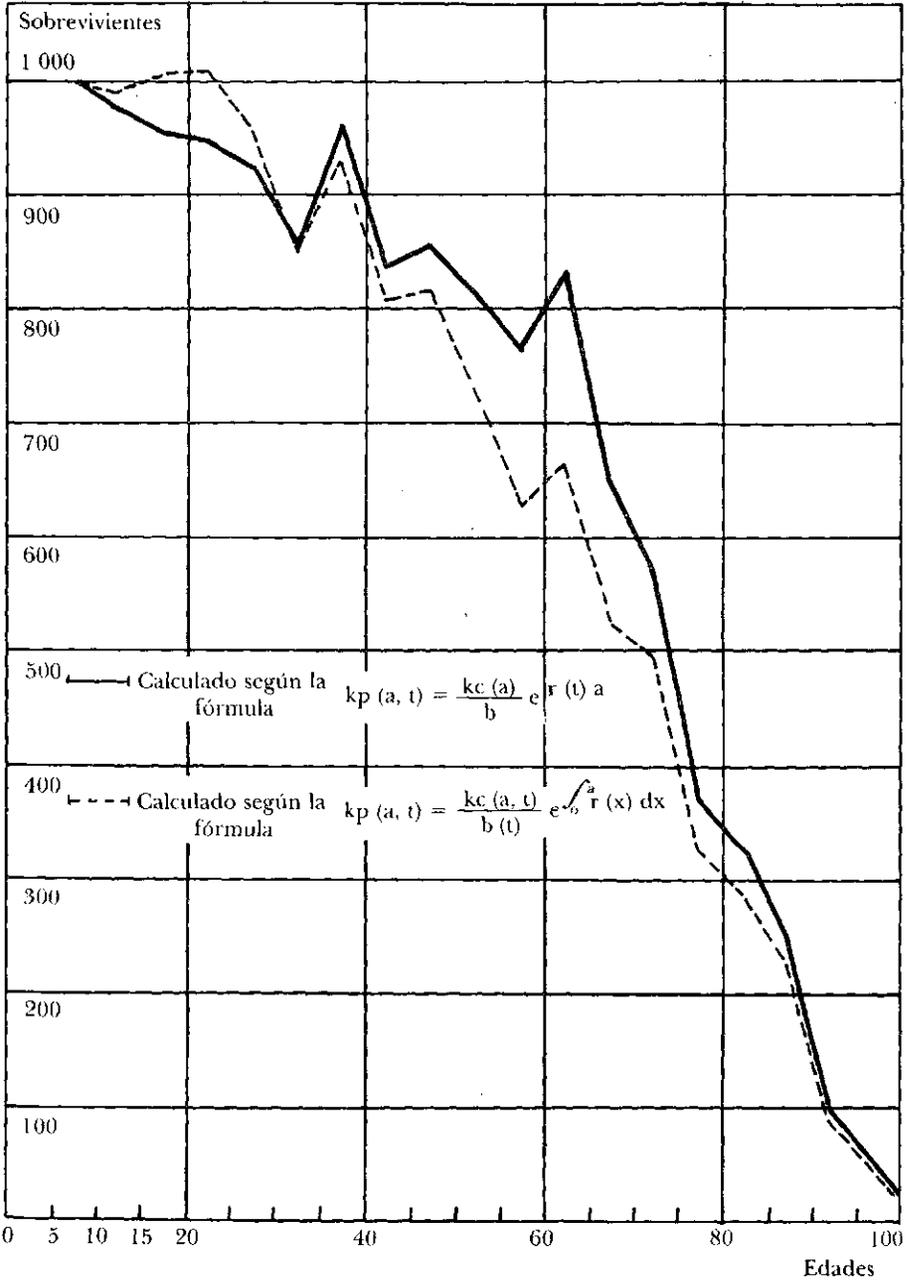


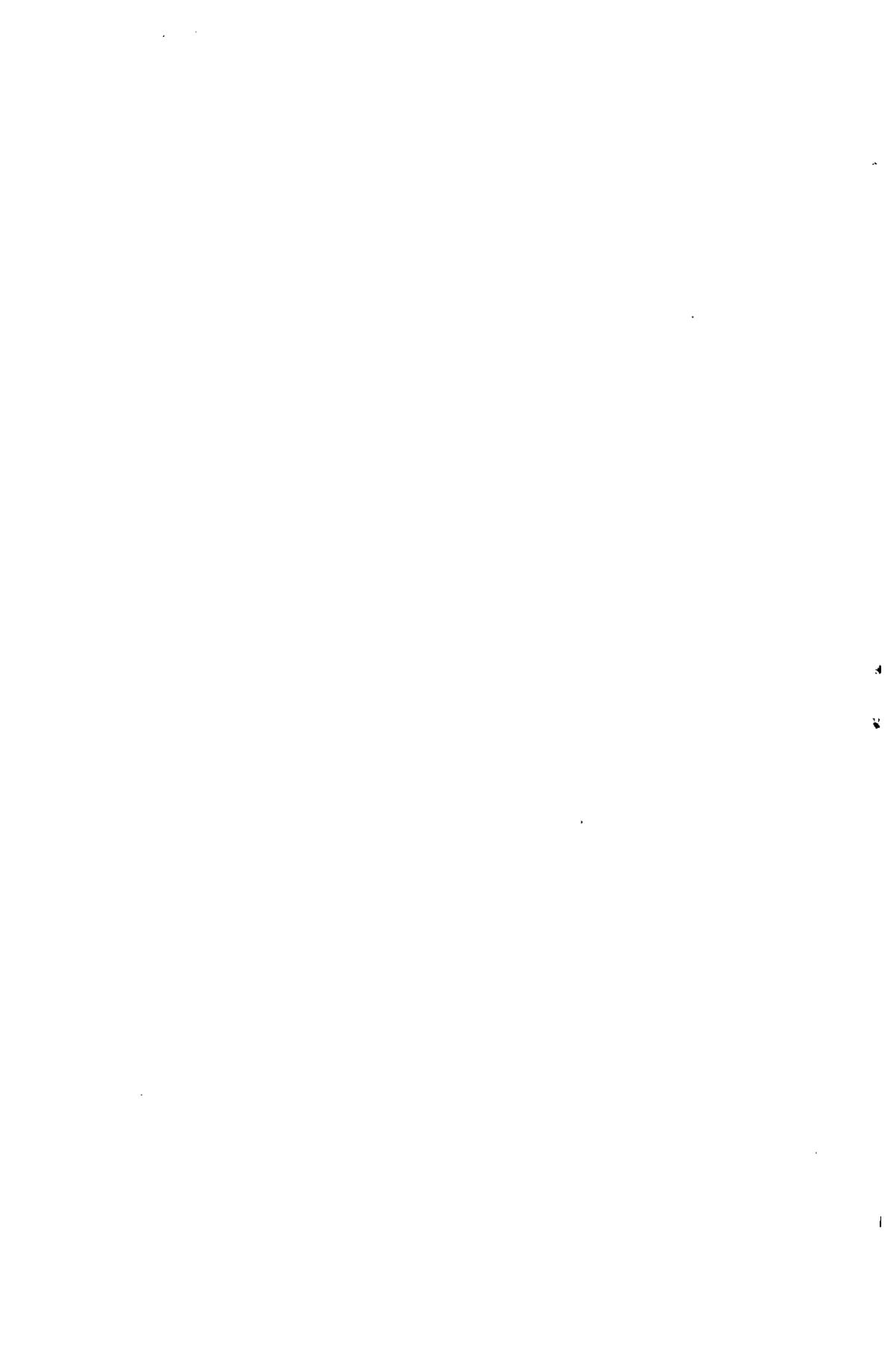
Gráfico 4

MEXICO , POBLACION FEMENINA. FUNCION DE SUPERVIVENCIA PARA EL PERIODO 1960-1970



## BIBLIOGRAFIA

- Arthur, W. Brian, "Some general relationships in population dynamics". *Population Index*, Summer 1984, 50 (2): 214-226.
- Coale, Ansley J., "Life table construction on the basis of two enumerations of a closed population". *Population Index*, Summer 1984, 50 (2): 193-213.
- Preston, Samuel H., A. J. Coale, "Age structure, growth, attrition and accession: a new synthesis". *Population Index*, Summer 1982, 48 (2): 217-259.





Primera edición  
Impreso para Naciones Unidas - Santiago de Chile - enero de 1986 - 1000