

### 3. Estudiando poblaciones – demografía básica

*Algunos conceptos y técnicas básicas de demografía - crecimiento poblacional, características de la población, medidas de mortalidad y fecundidad, tablas de vida, efecto cohorte.*

#### **La parte “demi” en epidemiología**

Dado que el tema principal de la epidemiología son las personas (salvo en el caso de los epidemiólogos veterinarios que aplican los mismos conceptos y métodos al estudio de poblaciones animales) es lógico empezar el estudio de la epidemiología por algunos conceptos básicos de demografía.

#### **Crecimiento poblacional – una epidemia de *homo sapiens*\***

Durante sus primeros millones de años de existencia, la especie que llamamos *homo sapiens* estaba constituida probablemente por menos de 10 millones de ejemplares debido a la alta mortalidad. Alrededor de 8000 A.C., con la aparición de la agricultura comenzó un significativo crecimiento de la población llegándose a 500 millones de personas en un período de 6000 años. En ese momento (1650 D.C.) el crecimiento se aceleró bruscamente, de manera que la población mundial se duplicó en 150 años (mil millones en 1800), se duplicó de nuevo en 130 años (1930) y se duplicó una vez más en 45 años (4 mil millones en 1975). Cada década la población mundial aumenta en aproximadamente mil millones, sobretodo en los países en desarrollo. La población llegará a 6 mil millones a principios de 1999. Se proyecta que llegará a 9.5 mil millones en 2030 y 12.6 mil millones en 2100.

#### **Población mundial a mediados de 1997 (millones)**

<u>Región</u>	<u>Población</u>
Asia	3,552
Africa	743
Europa	729
América Latina y el Caribe	490
Norteamérica	298
Oceanía (Australia, NZ, y el Pacífico)	29
Mundo	5,840

(no suma exacto por el redondeo)

\* *Nota sobre las fuentes:* La mayor parte de lo siguiente ha sido extraído de las publicaciones de la Oficina de Referencia de la Población ( Population Reference Bureau, PRB), sobretodo de “Población: una animada introducción” (Population: A lively introduction ) y “El futuro de la población mundial” (The future of world population ) (ver la bibliografía). Esta tabla viene de su hoja de datos de la población mundial de 1997. Su página web ([www.prb.org/SpanishTemplate.cfm](http://www.prb.org/SpanishTemplate.cfm)) tiene muchísima información sobre temas relacionados con la población y su salud.

En 1997, vivían en el planeta Tierra 86 millones de personas más que en el año anterior, dando un crecimiento de la población mundial de 1.47%. Con ese ritmo, la población mundial se duplicaría en 47 años. La tasa de crecimiento poblacional es la diferencia entre la tasa de nacimiento de 24 por mil personas y la tasa de mortalidad de 9.

A través del tiempo, tasas de crecimiento variables pueden alterar dramáticamente la distribución etárea, geográfica, racial y de riquezas de la población mundial. En 1950, dos tercios de la población mundial vivía en los que habitualmente se llama el mundo en desarrollo. La proporción era tres cuartos en 1990 y se proyecta que llegará a ser 85% en 2025 y 90% en 2100. Así, cualquier mejora en salud que ocurra en el mundo industrializado, en los indicadores demográficos y de salud será determinada fundamentalmente por la situación del mundo en desarrollo.

## ***La Transición Demográfica***

Un modelo fundamental desarrollado para describir la dinámica de las poblaciones es el modelo de la Transición Demográfica. El modelo propone cuatro etapas en la evolución de una población en sociedad.

1. Alta fertilidad, alta mortalidad (pre-industrial)
2. Alta fertilidad, mortalidad en descenso (en proceso de industrialización)
3. Disminución de la fertilidad, baja mortalidad
4. Baja fertilidad, baja mortalidad (población estable)

La primer etapa (pre-industrial) prevaleció en el mundo antes de los últimos siglos. Hay un crecimiento poblacional rápido en las etapas 2 y 3, porque las altas tasas de natalidad, necesarias para la sobrevivencia de la población en la Etapa 1, están arraigadas en lo cultural, religioso, económico y político de la sociedad pre-moderna. A medida que los avances económicos y de salud pública disminuyen las tasas de mortalidad, hay un rápido crecimiento de la población hasta que la sociedad se ajusta a las nuevas realidades y disminuye la fertilidad.

El Modelo de Transición Demográfica fue construido a partir de la experiencia europea, en la cual la disminución de las tasas de mortalidad fue gradual. Falta aún ver como se comportará el modelo en el mundo en desarrollo de hoy, en el que la disminución de las tasas de mortalidad ha ocurrido en forma mucho más rápida y en el que el cambio social ocurre ante un telón de fondo y en interacción con, el mundo post-industrial de las comunicaciones electrónicas, producción y marketing multinacional y los traslados internacionales. Hay evidencia de que el modelo también se aplicará al mundo en desarrollo de hoy. Pero los tiempos para completar la transición demográfica en el mundo en desarrollo determinará el tamaño final de la población mundial.

## ***Ecuación de balance demográfico***

Si los dos procesos demográficos más importantes son los nacimientos y las muertes, la migración es probablemente el tercero. El tamaño de la población mundial está completamente determinado por nacimientos y muertes (por lo menos por ahora), pero la población de una región o localidad particular también está determinada por la migración neta. Estos tres procesos se expresan en la ecuación de balance demográfico —el aumento (o la disminución) de una población es la suma algebraica de nacimientos, muertes, inmigración y emigración. La siguiente tabla muestra la ecuación para el mundo y para EEUU para 1991.

### **La ecuación de balance demográfico para EEUU (de McFalls, 1991) (números en miles)**

	Población inicial	+	(Nacimientos – Muertes)	+	( Inmigración – Emigración )	=	Población final
	Población inicial	+	(Aumento natural)	+	(Migración neta)	=	Población final
Mundo	= 5,245,071	+	(142,959 – 50,418)				
	= 5,245,071	+	92,541			=	5,337,612
EEUU	= 248,168	+	(4,179 – 2,162)	+	(853 – 160)		
	= 248,168	+	2,107	+	693	=	250,878

En las últimas décadas, en el mundo, la migración ha tenido su mayor impacto probablemente sobre la urbanización. En los cuarenta años desde 1950 a 1990, la población urbana en los países del Tercer Mundo aumentó 5 veces su tamaño, de 286 millones a 1.5 mil millones. Aproximadamente 40 por ciento de este aumento resultó de la migración rural - urbana. Las Naciones Unidas predice que para el año 2000 habrán 19 ciudades del Tercer Mundo con poblaciones por encima de 10 millones. En contraste con Tokio, Los Ángeles, Nueva York, Londres, y otras sofisticadas metrópolis, las áreas urbanas superpobladas de los países pobres se caracterizan por elementos esenciales para la vida saludable: viviendas, saneamiento, transporte, oportunidades de empleo y otros, inadecuados, — ingredientes para la miseria y la propagación de microorganismos.

## ***Estructura por edad de la población y la pirámide poblacional***

De cada 10 personas en el mundo:

- 3 tienen menos de 15 años de edad
- 4 viven en área urbana
- 6 viven en Asia (2 en China, 1 en India)
- 8 viven en países en desarrollo

Una dinámica importante en el crecimiento de la población es la relación recíproca entre la tasa de crecimiento natural (nacimientos - muertes) y la estructura por edad de la población. Este último es una de las influencias más importantes sobre la tasa de crecimiento de una población, dado que tanto la fertilidad como la mortalidad varían enormemente según la edad. Una población más joven tiene una tasa mayor de crecimiento natural; a su vez una alta tasa de crecimiento natural disminuye la edad promedio de una población.

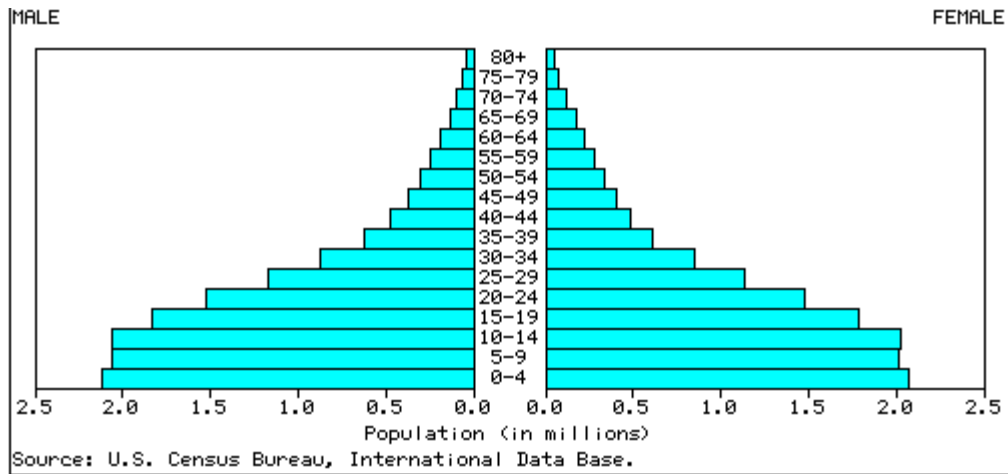
En África, que tiene la tasa más alta de nacimiento (40/1,000) y de crecimiento (2.6%), sólo 56% de la población tiene más de 15 años. En contraste, en Europa, donde las tasas de nacimiento promedio han permanecido cerca del nivel de reemplazo durante muchos años, cuatro quintos de la población (81%) son mayores de 15 años. De hecho, Europa en su conjunto padeció un crecimiento global negativo en 1997, debido a tasas de nacimiento y muerte de 10 y 14 respectivamente en Europa del Este (incluyendo Rusia). Dado que casi todo el aumento de la población mundial (96%) ocurre en el mundo en desarrollo, los países en desarrollo se están volviendo más jóvenes y los países más ricos más viejos.

Sin embargo, el control de la fertilidad está aumentando en el mundo en desarrollo. A medida que ocurre esto, la estructura por edad de la población se envejece, dado que las cohortes de nacimiento mayores del año anterior son seguidas por cohortes de nacimiento relativamente menores. Se proyecta que la edad promedio de la población mundial, aproximadamente 28 años, aumentará a 31-35 años, de manera que la proporción de personas de 60 años y más aumentará de 9% a 13-17% (Lutz, 1994). Esta proporción variará entre un mínimo de 5% en el África Sub-Sahariana a tanto como 30% en Europa Occidental. En la China, donde la fertilidad ha sido regulada exitosamente durante décadas, la proporción de la población de 60 años o más aumentará a 20% en 2030 (Lutz, 1994).

### ***La pirámide poblacional***

Los demógrafos presentan la estructura por edad de una población construyendo un gráfico en el que el tamaño poblacional en cada categoría de edad se representa por un rectángulo horizontal que se extiende desde una línea central hacia la izquierda para las personas de un sexo y a la derecha para el otro, con las categorías de edad ordenadas desde la menor (en el eje horizontal) a la mayor. Una pirámide poblacional de una población que crece rápidamente p.ej. Kenia, se asemeja a un pilar que es muy ancho en la base (0-1 año de edad) y que se va estrechando hasta un punto en la parte superior. En contraste, la pirámide poblacional para una población de crecimiento cero, p.ej. Dinamarca, se asemeja a un bolo o un huso, con los sectores de abajo y del medio más anchos, y la base y el pico más estrechos.

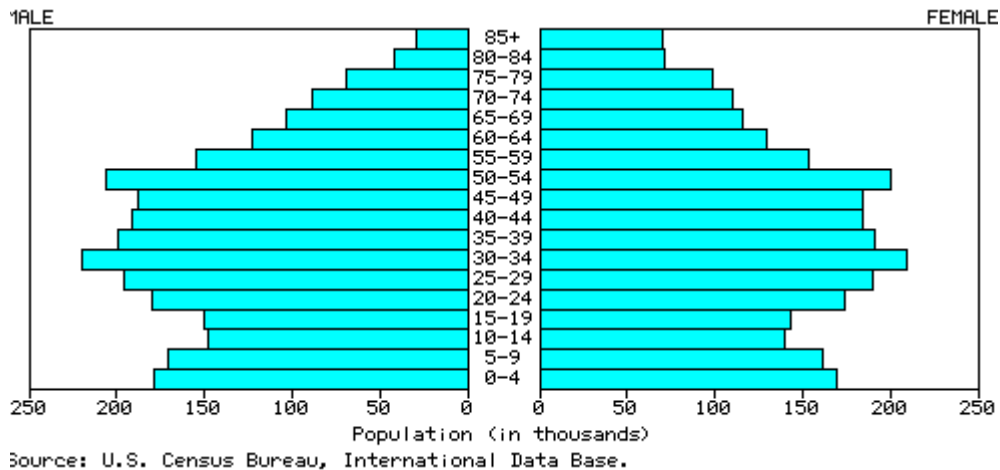
### Kenia, 1998



La pirámide poblacional de un país muestra el patrón de tasas de nacimiento y de muerte en las décadas pasadas, dado que salvo la inmigración y la emigración, el tamaño máximo de cualquier grupo etáreo está determinado por la cohorte de nacimiento que lo originó, y su tamaño real muestra su experiencia de mortalidad subsiguiente. Por ejemplo, la pirámide poblacional de Alemania de 1989 muestra un déficit de hombres mayores resultando de muertes en la I y II Guerra Mundial y los estrechamientos corresponden a las tasas de nacimiento marcadamente bajas durante la guerra. De igual manera, los abombamientos en las edades reproductivas a menudo producen abombamientos en la parte inferior, dado que más mujeres en edad reproductiva habitualmente se traduce en más nacimientos.

### Dinamarca, 1998

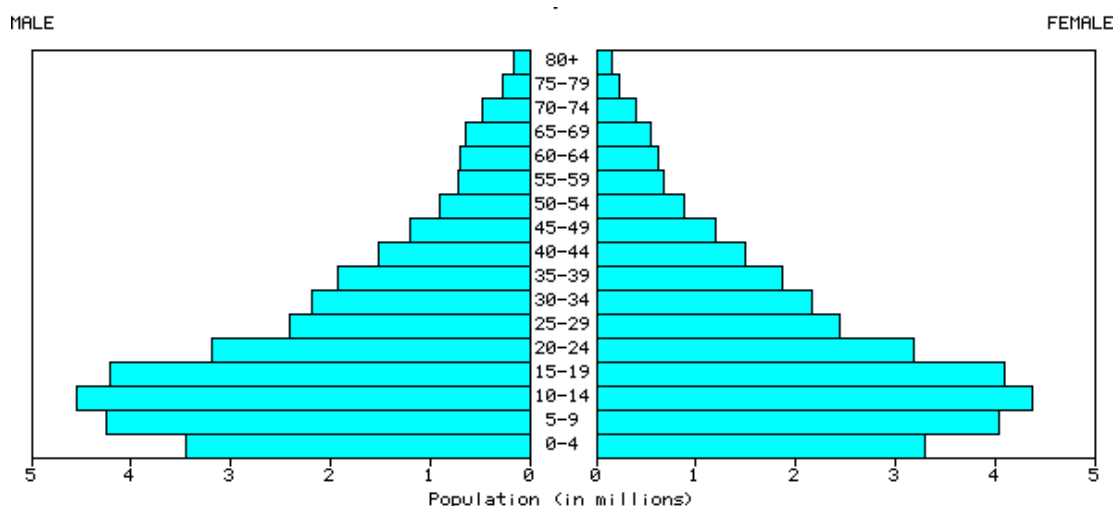
(tome en cuenta el cambio en la escala)



Usando la pirámide es fácil ver como una población en crecimiento se hace más joven y la menor fertilidad la hace más vieja. La planificación familiar generalizada hace que las nuevas cohortes sean menores, de manera que la pirámide consiste de sector amplio en el medio (personas nacidas antes de que se adoptara la planificación familiar) que es empujada hacia arriba por una base más estrecha. Al principio esta distribución por edad hace la vida más fácil para los adultos, especialmente las mujeres, dado que los esfuerzos y los recursos para la crianza y mantenimiento de niños son proporcionalmente menores. Sin embargo, cuando los adultos que adoptaron inicialmente la planificación familiar llegan a la edad de retiro, hay menos personas jóvenes para mantenerlos. Salvo que la productividad y los ahorros hayan crecido lo suficiente, la sociedad se va a ver en problemas para mantener sus ciudadanos mayores—un tema de preocupación hoy en las sociedades acaudaladas.

La pirámide poblacional de Irán tiene varios elementos distintivos. Irán adoptó la planificación familiar en la década de los 60, uno de los primeros países en desarrollo en hacerlo. La revolución Islámica de 1979, sin embargo, consideró el programa de planificación familiar como “pro-occidente” y desmanteló el programa. Es más, la guerra con Iraq hizo que el crecimiento de la población pareciera una ventaja. Cuando la guerra terminó y la reconstrucción se hizo prioritaria, el gobierno revirtió su política e inauguró un nuevo programa de planificación familiar con una campaña importante de información y, en 1993, potentes desmotivadores económicos para tener más de tres hijos. Estas medidas redujeron la tasa de fertilidad total (ver más abajo) de 5.2 niños en 1989 a 2.6 niños en 1997. (Este relato es obtenido de Farzaneh Roudi, *Population Today*, Julio/Agosto 1999). El salto en la tasa de nacimiento después de la revolución se puede ver en el gran tamaño de la categoría de los de 15-19 años (nacidos en 1979-1983) en comparación con la siguiente categoría de edad; la subsiguiente restricción de nacimientos se ve como el relativamente pequeño número de niños de 4 años o menos. (Nota: estas pirámides de población vienen de la de la página web de la Base de Datos Internacionales del Oficina EEUU de Censos [U.S. Bureau for the Census International Database, [www.census.gov/ipc/www/idbnew.html](http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html)]. Con este recurso se puede construir pirámides de población por cualquier país y año.)

### Iran, 1998



Source: U.S. Census Bureau, International Data Base.

## ***Influencia de la composición por edad de la población***

Dado que las tasas de la mayor parte de las enfermedades y condiciones médicas, las lesiones, y los fenómenos relacionados con la salud como la violencia varían mucho con la edad, la estructura por edad de la población afecta otras cosas además de su tasa de crecimiento. A medida que los 76 millones de “Boomers” de la cohorte “baby boom” después de la Segunda Guerra Mundial a la cual pertenece el Presidente Bill Clinton, han ascendido en la pirámide poblacional, como un cerdo que ha sido tragado por una pitón, expandieron las inscripciones en las escuelas y las universidades, crearon un aumento en el empleo primero en obstetricia, pediatría, la construcción, planificación urbana y servicios de pañales y luego aumentó la demanda de ropa infantil, juegos, electrodomésticos, maestros, edificios escolares, profesores, gerentes, vendedores de carros, profesionales de la salud, y asesores de inversión.

Pero en su camino, los “Boomers” han tenido que enfrentar la contracción de muchas de las oportunidades de empleo a medida que su gran número y las menores necesidades de creación de empleos de la siguiente generación aumentó la competencia en cada etapa. En el horizonte vemos importante aumento en la necesidad de geriatras e instituciones para los retirados, dando más oportunidades de empleo para las generaciones que siguen a los “Boomers” pero también produciendo una carga mayor de impuestos y atención de los de la tercera edad. Una pequeña explosión de bebés (“boomlet”) también está subiendo la pirámide, a medida que los hijos de los “Boomers” crean un “eco” del “baby boom”.

El “baby boom” es una contribución clave a los déficits proyectados en la financiación de la Seguridad Social, “Medicare” (seguro de salud) y las pensiones en las próximas décadas. Las siguientes proyecciones fueron hechas hace varios años pero siguen siendo relevantes:

### **Cuando la cohorte del “baby boom” se retire**

	1995	2030
Población retirada (%)	12	20
Trabajadores por persona retirada	3.4	2.0
Tasa de impuesto combinada de Seguridad Social y Medicare por trabajador (incluyendo la parte del empleador)	15%	28%

(Fuente: Quien va a pagar su retiro? La crisis que se viene. Centro para el desarrollo Económico, NY, NY. Resumido en TIAA-CREF diario trimestral *El Participante*, Noviembre 1995: 3-5.) (Who will pay for your retirement? The looming crisis. Center for Economic Development, NY, NY. Summarized in TIAA-CREF quarterly newsletter the *Participant*, November 1995: 3-5.)

EEUU es el país industrializado que crece con mayor rapidez, con una tasa de crecimiento de 1% (de la cual un 30% se debe a inmigración). La satisfacción de las necesidades de las personas de

tercera edad será más difícil en Europa, donde la mayoría de los países tienen actualmente un crecimiento poblacional de cero y donde ya el 14% de la población tiene 65 años o más. Se proyecta que en 100 años va a haber la mitad de los europeos que hay hoy, que para muchos, es preocupante por la salud económica, la fuerza militar y la identidad cultural.

### ***Composición por sexo***

Otra característica demográfica fundamental de la población es la razón de sexos (generalmente expresada como el número de hombres por 100 mujeres). Una razón muy desequilibrada afecta la disponibilidad de parejas para matrimonio, estabilidad familiar, y muchos aspectos de la estructura social, psicológica y económica de una sociedad.

La razón de sexos es afectada por eventos importantes como guerras y migraciones a gran escala, por presiones culturales que favorecen uno de los géneros, habitualmente el masculino, por tasas de mortalidad desiguales en la edad adulta, y por cambios en la tasa de natalidad. Como la tasa de mortalidad masculina es mayor, la razón de masculinidad en EEUU pasa de 106 al nacimiento, a aproximadamente 100 en las edades de 25-29, y a 39 para las edades 85 y más. La migración en busca de trabajo es una causa frecuente para una razón de masculinidad que se aparta de 100. Por ejemplo el empleo en los campos petroleros en los Emiratos Árabes Unidos ha llevado la razón de masculinidad a valores tan altos como 218.

Aunque los cambios en las tasas de nacimientos no alteran la razón de sexos en sí mismas, si las mujeres habitualmente se casan con hombres mucho mayores en edad, un aumento o disminución en la tasa de natalidad va a producir una razón de sexos no balanceada para las parejas potenciales. Las niñas nacidas durante y después de un aumento de la tasa de nacimiento encontrarán un déficit de parejas en la cohorte nacida antes de que las tasas de nacimientos aumentaran; los varones nacidos antes de un descenso marcado encontrarán un déficit de mujeres menores que ellos en edad. La marcada disminución de las tasas de nacimiento en Europa del Este luego del colapso del Comunismo puede llevar a una situación difícil para los hombres nacidos antes del colapso. En EEUU, las bajas producidas por la pobreza urbana y la Guerra contra las Drogas han creado un déficit de hombres en edad de matrimonio, sobretodo hombres afro-americanos. Dado al apareamiento selectivo entre pares y el legado del apartheid americano, los efectos del déficit se concentran en las comunidades afro-americanas, haciendo que muchos afro-americanos deban elegir entre criar una familia solos o quedarse sin descendencia.

El lugar de la mujer en la sociedad es un factor clave para la razón de sexos y la fertilidad en general. Por ejemplo, las oportunidades de la mujer de obtener educación y empleo están fuertemente y recíprocamente relacionadas a la tasa de nacimientos. En China, donde se adoptó una política de "hijo único" para familias urbanas como un paso dramático en el intento de frenar el crecimiento de su enorme población, la razón de masculinidad es ahora de 114 (una razón normal es de 105 varones por 100 niñas). El 12% aproximado de déficit de niñas surge del deseo de las familias de tener hijos varones y se cree que se debe a una combinación de abortos selectivos por el sexo, el abandono, el infanticidio y el subregistro (Nancy E. Riley, las "niñas desaparecidas" de China: futuro y políticas. Población Hoy, febrero 1996; 24: 4-5) ((Nancy E. Riley, China's "Missing girls": prospects and policy. Population Today).



## **Composición racial, étnica y religiosa**

La raza (una clasificación generalmente basada en las características físicas) y la etnia (generalmente definida en relación a características culturales), aunque muy difícil de definir científicamente, han sido y continúan siendo factores muy fuertes, hasta dominantes, de muchas formas en muchas sociedades. Así, la composición racial, étnica y religiosa de una población está ligada con muchas otras características de la población, como función de las creencias, valores y prácticas de los distintos grupos y de la manera en que las sociedades los ven y los tratan. Mientras que los americanos son más concientes de factores raciales y étnicos en relación con los afro-americanos, los latinos, **los asiático-americanos**, y los nativo-americanos/indígenas americanos, los conflictos relacionados con raza, etnicidad y religión son fenómenos importantes en todo el mundo y a través de la historia, como la siguiente MUY selectiva lista nos recuerda:

Los Balcanes - Serbios, Croatas, y Musulmanes (Bosnia), Serbios y Albaneses (Kosovo)

Irlanda del Norte - Católicos y Protestantes

Rwanda - Hutus y Tutsis

Oriente Medio /África del Norte - Judíos, Cristianos , y Musulmanes

Masacre de Irán de los Bahai

Kurdos en el norte de Irán y Turquía

Indonesia - masacres de Chinos étnicos

Timor del Este

India/Pakistán - Hindúes y Musulmanes

Europa - Cristianos y Judíos (siglos de persecución culminando aunque no terminando con la sistemática exterminación de los Nazi de más de 6 millones de Judíos, gitanos y otros pueblos)

Alemania - Católicos y Protestantes (La Guerra de los Cien Años)

Las Américas - Europeos, Americanos blancos, Afroamericanos, y Nativo- Americanos /Indígenas Americanos

La penetración, fuerza, crueldad y persistencia de las reacciones humanas a las diferencias en aspecto físico, prácticas, creencias, idioma, y otras características han tenido y seguirán teniendo potentes efectos en la salud pública.

## **Conceptos demográficos, medidas y técnicas**

La discusión que hemos realizado anteriormente utiliza muchos términos, conceptos y medidas demográficas. Ahora les daremos las definiciones precisas.

La **tasa de nacimiento** (bruta) es el número de nacimientos durante un período especificado dividido por el tamaño de la población.

La **tasa de mortalidad** (bruta) es el número de muertes durante un período especificado dividido el tamaño de la población.

Las tasas poblacionales generalmente se expresan por 100, 1000, 10,000, o por 100,000 habitantes para disminuir la necesidad de fracciones decimales. Por ejemplo, 2,312,132 muertes fueron registradas en Estados Unidos en 1995 dando una tasa (bruta) de mortalidad de 880 por 100,000 habitantes. Esta tasa representa un leve aumento sobre el valor del año anterior de 874 (fuente: Anderson y cols. *Informe de las estadísticas definitivas de mortalidad 1995*. Mesly Vital Statistics Report 45(11) suppl 2, Junio 12 1997, National Center for Health Statistics (CDC), <http://www.cdc.gov/nchswww/data/mv4511s2.pdf>). Las tasas de natalidad en general se expresan por 1,000 habitantes por año. Por ejemplo, las tasas de nacimientos más bajas del mundo son de alrededor de 10, en varios países europeos; las más altas son de alrededor de 50 , en varios países africanos.

Cuando el numerador (muertes o nacimientos) en un cálculo dado es pequeño, se pueden promediar los datos de varios años, de manera que el resultado es más preciso (menos susceptibilidad a la influencia de variabilidad al azar). Por ejemplo, tomando el número promedio de nacimientos en tres años y dividiendo por el tamaño promedio de la población durante esos tres años da una tasa de nacimiento promedio para los tres años. El tamaño promedio de la población puede ser el promedio de la población estimada para los años en el intervalo o simplemente la población estimada para la mitad del período (p.ej. la mitad del año para el cual se está calculando la tasa). Donde la población crece en forma constante (o disminuye en forma constante), la población de la mitad del año da una mejor estimación que el tamaño de la población del 1 de enero o del 31 de diciembre, de manera que la población a la mitad del año también se usa para tasas calculadas para un único año. Las fórmulas típicas para las tasas de natalidad y mortalidad son:

$$\text{Tasa de natalidad} = \frac{\text{Nacimientos durante el año}}{\text{Población a mitad del año}} \times 1,000$$

$$\text{Tasa de mortalidad} = \frac{\text{Muertes durante el año}}{\text{Población a mitad del año}} \times 1,000$$

$$\text{Tasa de mortalidad Promedio de 5 años} = \frac{\text{Muertes durante el período} / 5}{\text{Población estimada a la mitad Del tercer año}} \times 1.000$$

### ***Fertilidad, Fecundidad y Reproducción***

Una limitación obvia de la tasa de nacimiento es que su denominador incluye la población total aunque muchos de sus integrantes (p.ej. los niños pequeños) no pueden por sí mismos contribuir a los nacimientos - y sólo las mujeres pueden dar a luz. De esta manera, una Tasa de fecundidad general se define incluyendo en el denominador sólo las mujeres en edad reproductiva:

$$\text{Tasa de fecundidad general} = \frac{\text{Nacimientos durante el año}}{\text{Mujeres en edad fértil (estimación a mitad del año)}} \times 1,000$$

Hacemos constar que la fecundidad, a diferencia de la fertilidad, se refiere a los verdaderos nacimientos. La fertilidad se refiere a la posibilidad biológica de tener hijos (lo opuesto a la esterilidad).

### ***Desagregando por edad***

Una consideración clave en la interpretación de las tasas globales de nacimiento, mortalidad, fecundidad, y casi cualquier otra tasa es que ellas están fuertemente influidas por la composición por edad y sexo de la población. Este hecho no hace que estas tasas “brutas” globales sean menos reales, verdaderas o útiles. Pero el no tener en cuenta la composición de la población puede resultar en confusión al comparar tasas brutas entre poblaciones con una composición muy diferente.

Por ejemplo, la tasa de mortalidad en Europa Occidental (10) es mayor que en África del Norte (8). En otras palabras, las muertes son numéricamente más importantes en Europa Occidental que en África del Norte. Sería un grave error, sin embargo, interpretar estas tasas como indicando que las condiciones de vida y / o atención de salud son peores en Europa Occidental que África del Norte. La razón es que se esperaría que Europa Occidental tuviera una tasa de mortalidad (bruta) más alta porque su población es, en promedio, mayor (15% de 65 años o más) que la población de África del Norte (4% de 65 años o más).

Para permitir comparaciones que tomen en cuenta la estructura por edad, la composición por sexo y otras características poblacionales, los demógrafos (y los epidemiólogos) usan tasas específicas (i.e., tasas calculadas para un grupo de edad específico y /u otro subgrupo - los demógrafos las llaman tasas “específicas”). Estas tasas específicas pueden entonces ser promediadas, con una ponderación apropiada, para obtener una única tasa global para la comparación y descripción. Estos promedios ponderados se llaman tasas ajustadas o estandarizadas (los dos términos son en general sinónimos). La tasa de mortalidad ajustada por edad de Estados Unidos para 1995 fue de 503.9 por 100,000, algo

menor que la tasa de mortalidad ajustada por edad para 1994 de 507.4 (datos del Centro Nacional de Estadísticas de Salud NCHS en Anderson y cols, 1997, ver más arriba). La razón por la cual la tasa de mortalidad ajustada por edad disminuyó de 1994 a 1995 mientras que la tasa de mortalidad bruta aumentó, es que ésta última refleja el envejecimiento de la población de EEUU mientras que la primera es ajustada a la distribución por edad de una población “estándar” (en este caso la población norteamericana de 1940).

### ***Índice sintético de fecundidad (ISF)***

La estandarización de tasas y razones es un tema que se tratará más adelante en el curso. Pero hay otra técnica importante que se usa para resumir tasas específicas por edad. Para la fecundidad, esta técnica produce el ***índice sintético de fecundidad*** (ISF) -- el número promedio de hijos que se espera que una mujer tenga durante su vida reproductiva. El número promedio de hijos nacidos a las mujeres que han superado sus años de fecundidad puede ser obtenido, por supuesto, simplemente promediando el número de nacimientos vivos. Por lo contrario, el ISF da una proyección hacia el futuro.

El ISF resume la tasa de reproducción en cada grupo etáreo proyectando la experiencia de fecundidad de una cohorte de mujeres a medida que pasa por cada categoría de edad de sus años fértiles. Por ejemplo, supongamos que en cierta población en 1996 la tasa anual promedio de fecundidad para mujeres de 15 - 19 años fue de 110 por 1000 mujeres , 180 para las mujeres de 20 - 29, y de 80 para las mujeres de 30 años o más. El ISF es simplemente la suma de la tasa anual de fecundidad para cada año de edad durante los años fecundos. Así 1,000 mujeres que comienzan su vida reproductiva a la edad de 15 años y la terminan a los 45 años se espera que tengan:

**Cálculo del índice sintético de fecundidad (ISF)  
para 1000 mujeres desde 15 años a 45 años de edad**

Edad	Nacimientos	
15	110	
16	110	
17	110	
18	110	(fecundidad anual promedio
19	110	entre edades 15-19 = 110/1000)
20	180	
21	180	
22	180	(fecundidad anual promedio
...		entre edades 20-29 = 180/1000)
29	180	
30	80	
31	80	(fecundidad anual promedio
...		entre edades 30-45 = 80/1000)
44	80	
45	80	
	-----	
	3,630	

O unos 3.6 niños nacidos de cada mujer.

(Esta ISF también puede ser calculada de manera más sencilla como  
 $110 \times 5 + 180 \times 10 + 80 \times 16 = 3,630$ )

Fijense que el ISF es una medida hipotética basada en el supuesto que las tasas de fecundidad específicas por edad no cambian hasta que la cohorte ha pasado por las edades fértiles. El ISF es una proyección, no una predicción – esencialmente una técnica para resumir un conjunto de tasas específicas por edad en un número que intuitivamente tiene sentido.

## ***Esperanza de vida***

La técnica de usar datos actuales para personas de un rango de edades para proyectar lo que le ocurrirá a una persona o una población que pase por esas edades, es también la base de otra medida de resumen muy citada, la esperanza de vida. La esperanza de vida es el número promedio de años que le restan vivir a un grupo de personas al nacimiento o a una edad especificada. Aunque trata de predecir el futuro, la esperanza de vida es esencialmente una manera de resumir un conjunto de tasas de mortalidad específicas por edad. Es así un indicador conveniente del nivel de salud pública de una población y también la base para el establecimiento de las primas y anualidades de los seguros de vida.

Para comprender la esperanza de vida y el ISF, es importante apreciar la diferencia entre estas medidas de resumen demográficas y verdaderas predicciones. Una predicción involucra un juicio sobre lo que ocurrirá en el futuro. La esperanza de vida y el ISF son simplemente maneras de presentar la experiencia actual de una población. De esta manera, mi predicción es que la mayoría de nosotros vamos a vivir más allá de nuestra esperanza de vida!

La explicación de esta aparente paradoja es que la esperanza de vida es una representación de las tasas de mortalidad específicas por edad tal cual están en este momento. Si las tasas de mortalidad específicas por edad no cambian durante el resto de nuestras vidas, nuestra esperanza de vida de hoy sería una excelente estimación del número promedio de años que vamos a vivir. Sin embargo, ¿qué tan probable es que las tasas de mortalidad específicas por edad se mantengan constantes? Primero, podemos anticipar mejorías en conocimientos sobre la salud, tecnología de atención médica, y las condiciones de vida que permitan una disminución en las tasas de mortalidad. En segundo lugar las tasas de mortalidad de las personas de 40 - 90 años de edad representan la experiencia de las personas nacidas durante el período 1900 - 1960.

Los americanos mayores de cuarenta de hoy, vivieron durante parte o toda la Gran Depresión de los años 30, dos guerras mundiales, la Guerra de Corea, la Guerra de Vietnam, las pruebas atmosféricas de la bomba nuclear, el uso no restringido de DDT, niveles pre-vacunales de paperas, polio, sarampión, rubéola, varicela, niveles pre-antibióticos de enfermedades por mycobacterium tuberculosis, sífilis, y otras ahora tratables, niveles variables de exposición a toxas ambientales y del ámbito laboral, un sistema de apartheid legalmente aceptado en la mayor parte de la nación, accesibilidad limitada a la planificación familiar, y menor conocimiento general sobre las prácticas de promoción de salud, para nombrar sólo algunos de los eventos y condiciones que pueden haber afectado su salud y mortalidad subsiguientes. Aunque los cambios en las condiciones de vida no han sido siempre para mejor (las tasas de mortalidad de Rusia y otros países pertenecientes a la antigua Unión Soviética han empeorado desde la división) Estados Unidos, Europa Occidental, Japón y muchos países en el mundo en desarrollo pueden esperar que los ancianos de mañana serán más sanos y longevos que los ancianos de la generación previa. Por estas razones la esperanza de vida, calculada con las tasas de mortalidad específicas por edad de hoy, probablemente subestime el promedio de tiempo de vida que nos queda a los que estamos vivos hoy.

Como es un resumen de un conjunto de tasas de mortalidad específicas por edad, la esperanza de vida puede ser calculada desde cualquier edad en adelante. La esperanza de vida al nacer resume las tasas de mortalidad de todas las edades. La esperanza de vida a los 65 años resume las tasas de

mortalidad después de la edad convencional de retiro. De esta manera, la esperanza de vida al nacer puede ser significativamente influida por cambios en la mortalidad infantil y la sobrevivencia de los niños. La razón es que disminuciones en la mortalidad de los primeros años típicamente agrega muchos más años de vida al indicador que las disminuciones en las tasas de mortalidad de los ancianos. La importancia de conocer la edad desde la cual se está calculando la esperanza de vida se demuestra en el siguiente extracto de la columna preparada por la Administración de la Seguridad Social y distribuida por Knight Ridder / Tribune News Service (*Chapel Hill Herald*, Junio 28, 1998: 7):

*P. escuché que la edad de retiro para la Seguridad Social está aumentando. ¿Es verdad? Y si es así, ¿por qué?*

R. Sí, es verdad. Cuando la Seguridad Social estaba empezando de nuevo en 1935, la esperanza de vida del americano promedio se encontraba algo por debajo de 60 años. Hoy es más de un 25 por ciento mayor, algo más de 76 años. Esto significa que los trabajadores tienen más tiempo para retirarse, y más tiempo para recibir la pensión de la Seguridad Social. Y es por esto que la edad para el retiro de la Seguridad Social está cambiando gradualmente ... para seguir el paso de los aumentos en la longevidad. Un trabajador que se retira hoy aún necesita tener 65 años para recibir los beneficios completos, pero para el 2027, los trabajadores tendrán que tener 67 años para obtener los beneficios totales.

Por cierto es verdad que la longevidad hoy es mucho mayor que cuando comenzó el sistema de Seguridad Social, o sea que se espera que ahora apoye a las personas durante una parte mucho mayor de su vida. Sin embargo, las esperanzas de vida citadas aquí son esperanzas de vida al nacer. Aunque los niños que mueren obviamente no reciben pensiones, tampoco contribuyen a la Seguridad Social con sus ganancias. A los efectos de la Seguridad Social, los cambios relevantes en la esperanza de vida son de la edad de 62 o de 65 años, cuando los trabajadores adquieren el derecho a recibir sus pensiones. Cada año de aumento en la esperanza de vida más allá del retiro significa un año adicional de pensión de la Seguridad Social. Esta esperanza de vida (actualmente 15.7 y 18.9 años respectivamente para hombres y mujeres americanos de 65 años) también ha aumentado en forma importante desde 1935.

### ***Cálculo de la esperanza de vida y la tabla de vida actuarial***

La esperanza de vida se calcula construyendo una tabla de vida demográfica. Una tabla de vida demográfica muestra la experiencia de mortalidad de una cohorte (un grupo definido de personas) a través del tiempo, sea a medida que ocurre, que ha ocurrido, o que se esperaría que ocurra. Imaginemos una cohorte de 100,000 recién nacidos creciendo y envejeciendo. Al final todos morirán, algunos como lactantes o niños pero la mayoría como ancianos. La tabla de vida demográfica aplica los riesgos de morir específicos por edad a los integrantes sobrevivientes de la cohorte a medida que pasan por cada categoría de edad. Así, la tabla de vida demográfica (también conocida como tabla de vida actuarial) es una técnica para mostrar lo que implica un conjunto de tasas de mortalidad específicas por edad sobre la sobrevivencia de la cohorte.

**Extracto de la tabla de vida abreviada de EEUU 1993  
(población total)**

Intervalo de edad (años)	Riesgo de morir	Número aún vivos	Muertes
$x-x+n$	${}_nQ_x$	$l_x$	${}_nD_x$
(A)	(B)	(C)	(D)
<= 1 año	.00835	100,000	835
1-5	.00177	99,165	176
5-10	.00106	98,989	105
10-15	.00126	98,884	125
15-20	.00431	98,759	426
20-25	.00545	98,333	536
25-30	.00612	97,797	599
30-35	.00797	97,198	775
35-40	.01031	96,423	994
40-45	.01343	95,429	1,282
45-50	.01842	94,147	1,734
50-55	.02808	92,413	2,595
55-60	.04421	89,818	3,971
60-65	.06875	85,847	5,902
65-70	.10148	79,945	8,113
70-75	.14838	71,832	10,658
75-80	.21698	61,174	13,274
80-85	.32300	47,900	15,472
>= 85 yr	1.00000	32,428	32,428

(fuente: National Center for Health Statistics)

(Los símbolos algebraicos debajo de los encabezados de las columnas muestran la nomenclatura tradicional de las tablas de vida; “x” se refiere a la edad al comienzo de un intervalo, “n” al número de años del intervalo.)

Por ejemplo, aquí tenemos las cuatro primeras columnas de la tabla de vida abreviada de EEUU 1993, obtenida de la página web del Centro Nacional para Estadísticas de Salud, (“abreviada” significa que las edades están agrupadas y no se presentan para cada año individual). La tabla comienza con una cohorte de 100,000 nacimientos vivos, (primer renglón de la columna C). Para cada intervalo de edad (columna A), los integrantes de la cohorte que entran al intervalo (columna C) están sometidos al riesgo de morir durante ese intervalo de edad (columna B), produciendo el número de muertes que se ve en la columna D y dejando el número de sobrevivientes que se ve en



el siguiente renglón de la columna B. Así, en su primer año de vida, los 100,000 recién nacidos vivos están sometido al riesgo de morir de 0.00835 ( $835/100,000$ ), de manera que 835 mueren ( $B \times C$ ) y 99,165 sobreviven ( $B - D$ ) para entrar en el intervalo de edad de 1 - 5 años. Entre las edades de uno y cinco, los 99,165 bebés que llegaron a la edad de un año están sujetos a un riesgo de morir durante el período de cinco años de 0.00177 ( $177/100,000$ ), de manera que 176 mueren ( $0.0017 \times 99,165$ ) y 98, 989 ( $99,165 - 176$ ) llegan a los seis años.

Se puede ver que las tasas específicas de mortalidad por edad (proporción que muere, columna B) aumentan desde su valor mínimo a la edad de 5 - 10 años, al principio en forma gradual, luego aumentan en forma más pronunciada hasta que en el intervalo de edad de 80 - 85 años se espera que mueran casi un tercio de los sobrevivientes de la cohorte. En forma correspondiente, los números de la columna D (muertes) también aumentan en forma gradual, y luego más pronunciada—pero no tan pronunciada como lo hacen los riesgos de la columna B. La razón es que el número de muertes reales depende también del número de personas en riesgo de morir (sobrevivientes, columna C) que cae gradualmente al principio, luego más y más rápidamente a medida que aumentan los riesgos. Veamos también que el tan alto riesgo de muerte para los bebés : el 0.0085 significa que 835 de 100,000 niños—casi 1% -- mueren durante un solo año. Por lo contrario, solo 177 de los bebés sobrevivientes mueren durante los siguientes cuatro años.

### ***Riesgo de morir versus tasa de mortalidad***

Un tema técnico importante a considerar en este punto es que los riesgos de la columna B no son lo mismo que las tasas específicas de mortalidad por edad discutidas anteriormente, aunque estas últimas son la base para la obtención de los riesgos en la columna B. Hay dos razones. Primero, todos menos los dos primeros valores de la columna B muestran un riesgo para un intervalo de cinco años. En segundo lugar, una tasa de mortalidad (anual) es un valor promedio de un intervalo, basado en la población promedio en riesgo para el intervalo, típicamente estimado por la población a mitad del año (por lo cual estas tasas de mortalidad se llaman “tasa de mortalidad centrales”). Por el contrario, los riesgos de la columna B no se aplican a la población promedio o a la población a la mitad del año sino a la población al principio del intervalo, que en la tabla de vida es siempre mayor que el tamaño promedio de la población durante el intervalo.

Supongamos que la tasa de mortalidad durante un intervalo de edad se mantiene fija, de manera que la cohorte sufre muertes durante cada mes del intervalo. Los integrantes de la cohorte que mueren en los primeros meses de intervalo obviamente no corren el riesgo de morir más adelante en el intervalo. Una población decreciente con tasas de mortalidad fijas significa que el número de muertes en cada mes del intervalo también disminuye. El cálculo del riesgo para el intervalo toma en cuenta el hecho de que la cohorte se encoge durante el intervalo. A edades tempranas, cuando las tasas de mortalidad específicas por edad son pequeñas, la disminución de la cohorte es tan pequeña que el riesgo de un año es muy parecido a la tasa de mortalidad anual y el riesgo en cinco años es muy parecido a cinco veces la tasa promedio anual de mortalidad. Pero en las edades mayores, ocurre una disminución de la cohorte importante y el riesgo es entonces menor que el número de años multiplicado por la tasa anual promedio de mortalidad.

Para ilustrar esto :

Durante la infancia, la cohorte pierde 835 integrantes, de manera que disminuye de 100,000 a 99,165. La población promedio o a la mitad del año, es entonces, aproximadamente (.5) (100,100 + 99,165) o, lo que es equivalente,  $100,000 - .5(835) = 99,582.5$ . Este número es muy cercano a 100,000, de manera que es fácil ver porqué la tasa de mortalidad durante el primer año (835 muertes divididas por  $99,582.5 = 0.00839$ ) es casi idéntica al riesgo del primer año (0.00835). De igual manera, en los cuatro años siguientes (edades 1-5), la tasa de mortalidad promedio anual durante el intervalo es aproximadamente 0.000444 (176 muertes/4 años, dividido por 99,077, la población promedio durante el intervalo). Multiplicando esta tasa por cuatro años nos da 0.00178, casi idéntico al riesgo de cuatro años (0.00177).

En el otro extremo de la tabla de vida, la cohorte pierde 15,472 integrantes, disminuyendo de 47,900 a la edad de 80 a 32,428 a la edad de 85. La tasa de mortalidad promedio anual es 0.07704 (15,472 / 5 años dividido por el tamaño promedio de la cohorte, 40,164). Si multiplicamos esta tasa por cinco años nos da 0.38522, cifra notoriamente mayor que el riesgo a cinco años en la columna B (0.32300). Podemos acercarnos mucho más a este riesgo para los cinco años si tratamos el intervalo de cinco años como una tabla de vida en miniatura dividiendo el intervalo de cinco años en años individuales y aplicando la tasa de mortalidad promedio anual (0.07704) a cada año de la cohorte:

Edad	Tasa de Mortalidad Anual	Proporción de sobrevivientes ese año	Proporción acumulada de sobrevivientes	Proporción Acumulada que muere
80-81	0.07704	0.92296	0.92296	0.07704
81-82	0.07704	0.92296	0.85186	0.14814
82-83	0.07704	0.92296	0.78623	0.21377
83-84	0.07704	0.92296	0.72566	0.27434
84-85	0.07704	0.92296	0.66975	0.33025

El riesgo acumulado a 5 años calculado de la proporción acumulada que muere, se acerca mucho al valor que encontramos en la columna B de la tabla (0.32300). Si dividimos cada año en 12 meses, o 52 semanas, o 365.25 días, el cálculo hecho con la técnica de la tabla de vida se acerca aún más. (Usando cálculo, puede demostrarse que en el límite, a medida que el número de unidades se hace infinito y su tamaño se acerca a cero, el cálculo de la tabla de vida de 5 años =  $1 - \exp(-5 \times 0.07704) = 0.3197$ .)

### **Como se obtienen las esperanzas de vida**

Ahora presentamos el resto de la tabla de vida abreviada de NCHS de 1993 de EEUU, incluyendo las tres columnas del extremo derecho.

La columna E muestra la suma del número de años vividos por todos los integrantes de la cohorte durante ese intervalo de edad. Durante un intervalo de cinco años, la mayor parte de los integrantes de la cohorte vivirán cinco años, pero aquellos que mueren durante el intervalo vivirán menos años. Durante el intervalo de cinco años de menor riesgo (edades 5-10), casi todos los 98,989 integrantes

de la cohorte que comienzan el intervalo (columna C) vivirán 5 años, para un número total de 494,945 años de vida, valor que es algo mayor que el de la columna E. Sin embargo, entre las edades de 80 y 85 años, solo unos dos tercios de los integrantes al comienzo del intervalo vivirán los cinco años, de manera que el valor en la columna E (201,029) es mucho menor que cinco veces la columna C (239,500). Pero, si usamos el tamaño poblacional promedio (40,164) para estimar los años de vida vividos en el intervalo entre los 80 y los 85 años, obtenemos  $5 \times 40,164 = 200,820$ , que se acerca mucho al valor en la columna E. (Los números de la columna E también puede ser explicados en términos del concepto de una “población estacionaria”.)

La siguiente columna (F) muestra la suma del número de años de vida durante un intervalo específico de edad y los intervalos que faltan. Por ejemplo, los 395,851 años de vida totales que les quedan a los integrantes de la cohorte que llegan a la edad de 80 son la suma de los 201,029 años a ser vividos durante el intervalo de 80-85 más los 194,822 años que quedan por ser vividos por los que sobreviven hasta los 85 años. Los 669,345 años de los integrantes de la cohorte que llegan a la edad de 75 años son la suma de los 273,494 años a ser vividos durante el intervalo de edad de 75-80 más los 395,851 años que les quedan a los integrantes que llegan a la edad de 80.

**Tabla de vida abreviada EEUU 1993 (población total)**  
**(Fuente: Centro Nacional de Estadísticas de Salud)**

Intervalo de edad (años)	Riesgo de muerte	Número aún vivo	Muertes	Años vividos	Años que restan por vivir	Esperanza de vida
x-x+n	$nQ_x$	$l_x$	$nD_x$	$nL_x$	$T_x$	
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
<= 1 yr	.00835	100,000	835	99,290	7,553,897	75.5
1-5	.00177	99,165	176	396,248	7,454,607	75.2
5-10	.00106	98,989	105	494,659	7,058,359	71.3
10-15	.00126	98,884	125	494,177	6,563,700	66.4
15-20	.00431	98,759	426	492,829	6,069,523	61.5
20-25	.00545	98,333	536	490,352	5,576,694	56.7
25-30	.00612	97,797	599	487,486	5,086,342	52.0
30-35	.00797	97,198	775	484,098	4,598,856	47.3
35-40	.01031	96,423	994	479,771	4,114,758	42.7
40-45	.01343	95,429	1,282	474,168	3,634,987	38.1
45-50	.01842	94,147	1,734	466,717	3,160,819	33.6
50-55	.02808	92,413	2,595	455,985	2,694,102	29.2
55-60	.04421	89,818	3,971	439,733	2,238,117	24.9
60-65	.06875	85,847	5,902	415,279	1,798,384	20.9
65-70	.10148	79,945	8,113	380,318	1,383,105	17.3
70-75	.14838	71,832	10,658	333,442	1,002,787	14.0
75-80	.21698	61,174	13,274	273,494	669,345	10.9
80-85	.32300	47,900	15,472	201,029	395,851	8.3
>= 85	1.00000	32,428	32,428	194,822	194,822	6.0

Por lo tanto, la esperanza de vida, el número promedio de años de vida que quedan por vivir después de una edad dada, es el total de años restantes (columna F) dividido por el número de integrantes de la cohorte que han alcanzado esa edad (columna C). Dado que la cohorte tiene 100,000 integrantes al nacimiento, la esperanza de vida al nacer es simplemente  $7,553,897 / 100,000 = 75.5$ . Los 89,818 integrantes de la cohorte que alcanzan la edad de 55 años tienen un total de 2,238,117 años enteros por vivir, o en promedio 24.9 años.

Una ventaja de sobrevivir es que la edad promedio que la cohorte espera alcanzar también se eleva. Los de cincuenta años tienen una esperanza de vida de 29.2, para una edad en el momento de la muerte de 79.2 años; los de 70 años de edad tienen una esperanza de vida de 14.0 para una edad de morir esperada de 84 años. La explicación de esto es, por supuesto, que los integrantes de la cohorte que viven vidas cortas disminuyen el promedio; cuando ellos desaparecen el promedio se ve disminuido por menos años que el número de años del intervalo.

## ***Tablas de vida de una cohorte***

Dado que la tabla de vida actuarial utiliza riesgos derivados de las actuales (o recientes) tasas de mortalidad de los grupos etáreos, la esperanza de vida es simplemente una técnica para resumirlas en una forma con más sentido que si realizáramos un simple promedio del conjunto de tasas de mortalidad específicas por edad. Por supuesto, en realidad, las tasas de mortalidad específicas por edad probablemente cambien, es de esperar que disminuyan. Si así fuera, cuando una cohorte de recién nacidos llega a la edad de 20 años, no estará sujeta a la tasa de mortalidad para el grupo de 20 años de 1993 sino a la que exista en 2013. De igual manera la cohorte estará sujeta a la tasa de mortalidad de los de 30 años que exista en 2023, de los de 40 años en 2033, y así en adelante.

La tabla de vida de cohorte se construye tomando en cuenta las tasas de mortalidad cambiantes. Por supuesto, si dicha tabla de vida se basara en tasas de mortalidad observadas, solo puede aplicarse a una cohorte nacida suficientemente atrás en el tiempo. Si, por ejemplo, creamos una tabla de vida de cohorte para personas nacidas en 1880, podemos usar las tasas de mortalidad observadas para cada año de edad o intervalo comenzando en 1880. Los años promedio de vida que quedan a cada edad en la tabla de vida construida a partir de las tasas de mortalidad históricas resume la verdadera experiencia de mortalidad de cohortes de nacimiento del pasado. En epidemiología, las tablas de vida de cohorte se usan mucho más frecuentemente que las tablas de vida actuariales, porque la técnica de las tablas de vida es a menudo útil para analizar datos recogidos durante el seguimiento de una cohorte (algunos autores las llaman tablas de vida de seguimiento).

En una tabla de vida actuarial o una de cohorte, la cohorte solo pierde integrantes por muerte, de manera que todos los que sobreviven un intervalo son incluidos en el siguiente. Las cohortes estudiadas por los epidemiólogos, por otro lado, pueden perder integrantes en el seguimiento de manera que su estado vital no puede ser determinado. Es más, los epidemiólogos habitualmente estudian resultados finales diferentes a la muerte por todas las causas, de manera que las cohortes epidemiológicas pierden integrantes que migran o se retiran del estudio o que ya no cumplen con los requerimientos para presentar el resultado de interés (p.ej. debido a razones como muerte por otra causa, extirpación quirúrgica de un órgano antes del desarrollo de la enfermedad de interés, o interrupción de la administración del medicamento en estudio). Además, los integrantes de una cohorte epidemiológica pueden no ingresar en la cohorte a la misma edad o en el mismo momento del tiempo calendario.

Una tabla de vida de seguimiento es una manera de representar y analizar la experiencia de una cohorte epidemiológica. En un tipo común de tabla de vida de seguimiento, las personas estudiadas ingresan a la cohorte basado en la presencia de un evento, como el empleo, comienzo de una enfermedad, cirugía, llegar a los 18 años, o inicio sexual, y luego se siguen en el tiempo hacia adelante. Su tiempo en la cohorte (y en la tabla de vida) se calcula con respecto al evento que determinó su ingreso. A cada intervalo de tiempo después del inicio del seguimiento, el número de resultados observados se analiza en relación a los integrantes de la cohorte cuya situación ha sido observada durante una parte o todo el intervalo. Cuando el tiempo preciso de seguimiento para cada integrante de la cohorte es desconocido, se usa un número intermedio, lo cual es análogo a usar la población de la mitad del año en la tasa de mortalidad central.

## ***Efectos de cohorte***

La tabla de vida y el ISF se basan ambas en el concepto de una cohorte que transcurre en el tiempo, y ambos emplean el supuesto de que las tasas específicas por edad permanecen constantes. En realidad, por supuesto, las tasas específicas por edad cambian a través del tiempo secular, y las poblaciones se componen de muchas cohortes, no solo una. Dado que la edad, el tiempo secular, y la cohorte están en esencia asociados entre ellos tres - a medida que pasa el tiempo, las cohortes envejecen - puede ser difícil verificar que la asociación de otro factor con uno de estos aspectos del tiempo, refleja ese aspecto particular del tiempo y no otro.

Cuando miramos una única tasa específica por edad para un año dado, no tenemos indicación de hasta que punto la tasa refleja las influencias de la edad cronológica, los cambios en el ambiente social y físico asociado con el tiempo calendario, o las características de la cohorte que casualmente está pasando por esa edad durante ese año. Aún si miramos un intervalo de edad dado a través de un lapso de años calendario o a múltiples edades en un año dado, no hay manera de que sepamos si los que parecen ser cambios asociados con el envejecimiento o el pasaje del tiempo son verdaderos reflejos de las características de las diferentes cohortes (i.e., características adquiridas por experiencias ambientales en etapas formativas de la vida, como la exposición al plomo en la infancia o a la radiación en la adolescencia).

Los intentos de desentrañar los efectos entrelazados de edad, tiempo secular y la cohorte se llaman análisis de “edad-período-cohorte”. El abordaje más sencillo involucra recoger datos de más de un período y de un amplio rango de edades, y luego examinar los datos en relación a la edad, el período y la cohorte. Por ejemplo:

**Análisis de edad-período-cohorte de la colesterolemia promedio (mg/dL, datos hipotéticos)**

60-69	200 <sup>A</sup>	210 <sup>B</sup>	235 <sup>C</sup>	240 <sup>D</sup>	<u>230</u> <sup>E</sup>
50-59	205 <sup>B</sup>	230 <sup>C</sup>	235 <sup>D</sup>	<u>225</u> <sup>E</sup>	215 <sup>F</sup>
40-49	240 <sup>C</sup>	230 <sup>D</sup>	<u>220</u> <sup>E</sup>	210 <sup>F</sup>	200 <sup>G</sup>
30-39	225 <sup>D</sup>	<u>215</u> <sup>E</sup>	205 <sup>F</sup>	195 <sup>G</sup>	185 <sup>H</sup>
20-29	<u>210</u> <sup>E</sup>	200 <sup>F</sup>	190 <sup>G</sup>	180 <sup>H</sup>	170 <sup>I</sup>
	1950-59	1960-69	1970-79	1980-89	1990-96

Cohortes de nacimiento:

A - 1890-1899

D - 1920-1929

G - 1950-1959

B - 1900-1909

E - 1930-1939 (subrayado)

H - 1960-1969

C - 1910-1919

F - 1940-1949

I - 1970-1979

De las columnas (décadas calendario), parecería que la colesterolemia aumenta 15 mg/dL por década de edad. Si tuviéramos solo una década calendario de datos, ésta es la única observación que podemos hacer, llevándonos a sobreestimar la relación entre la edad y el colesterol. Con los datos completos, podemos seguir las cohortes de nacimiento longitudinalmente, lo cual revela que para una cohorte dada la colesterolemia se eleva 5mg/dL por década de edad, pero también que cada nueva cohorte tiene 10 mg/dL en promedio menos de colesterolemia que la cohorte anterior.

Esta observación puede ser llamada “efecto cohorte” y tiene la capacidad de confundir la interpretación de los datos de un corte (un punto en el tiempo). (La razón por la cual el aumento de 15 mg/dL no continúa en las edades mayores en las primeras décadas es que yo decidí que antes de la disminución secular de la colesterolemia hubiera un aumento secular, de manera que las primeras cohortes tenían niveles de colesterol más bajos que las que vinieron después.)

Pregunta para pensar: los profesores típicamente comentan que en cada generación que comienza (i.e. cohorte) los estudiantes parecen ser más jóvenes. ¿Esto es un efecto de la edad, el tiempo secular o de la cohorte? (ver la parte inferior de la página para la respuesta).

## Bibliografía

Colton, Theodore. in *Statistics in Medicine*, pp. 237-250.

De Vita, Carol J. The United States at mid-decade. *Population Bulletin*, Vol. 50, No. 4 (Washington, D.C.: Population Reference Bureau, March 1996).

Falkenmark, Malin and Carl Widstrand. Population and water resources: a delicate balance. *Population Bulletin*, Vol. 47, No. 3 (Washington, D.C.: Population Reference Bureau, November 1992).

Lutz, Wolfgang. The future of world population. *Population Bulletin*, Vol. 49, No. 1, June 1994.

McFalls, Joseph A., Jr. Population: a lively introduction. *Population Bulletin*, Vol. 46, No. 2 (Washington, D.C.: Population Reference Bureau, October 1991)

McMichael, Anthony J. Planetary overload. Global environmental change and the health of the human species. NY, Cambridge, 1993.

Mosley, W. Henry and Peter Cowley. The challenge of world health. *Population Bulletin*, Vol. 46, No. 4 (Washington, D.C.: Population Reference Bureau, December 1991).

Petersen, William. *Population* 2<sup>nd</sup> ed. Macmillan, London, 1969

Remington, Richard D. and M. Anthony Schork. Statistics with applications to the biological and health sciences. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1970.

Roudi, Farzaneh. Iran's revolutionary approach to family planning. *Population Today*, July/August 1999; 27(7): 4-5. (Washington, D.C.: Population Reference Bureau)

Web sites: Data and publications are now widely available over the World Wide Web. A list of useful sites (e.g., [www.ameristat.org](http://www.ameristat.org), [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov) and [www.cdc.gov/nchswww](http://www.cdc.gov/nchswww), [www.who.int](http://www.who.int)) is available at <http://www.epidemiolog.net/resources/onthenet.htm>

Vea también <http://www.prb.org/SpanishTemplate.cfm> (Population Reference Bureau en Español)

**Respuesta:** *la edad -el envejecimiento de los profesores!*