.02

Va

CELADE

NOTAS SOBRE EL DIAGRAMA DE LEXIS

- Campanario
- Ortega
- Pressat

Material docente, ~~para e~~l Curso de Mortalidad I, ~~de la~~ Maestría en Demografía y Estudios Sociales de la Población, CELADE, Santiago, Chile.

Enero, 1985

Programa de

1985-1986

Stgo. 1985-1986

PRESENTACION

El Diagrama de Lexis constituye una herramienta básica para el análisis demográfico. Su conocimiento y manejo permite al investigador seguir con mucha mayor claridad el curso de los fenómenos demográficos.

Para facilitar al estudiante el acceso directo a este instrumento de análisis se incluyen aquí tres separatas: a) un documento sobre el Diagrama de Lexis elaborado por Paulo Campanario; b) el capítulo sobre Representación en el tiempo del libro "El Análisis Demográfico" de Roland Pressat y c) el tema 1.2 Diagrama de Lexis del libro "Tablas de Mortalidad" de Antonio Ortega.

NACIONES UNIDAS
Centro Latinoamericano de Demografía
(CELADE)

"EL DIAGRAMA DE LEXIS Y SU APLICACION EN LA INTERPRETACION DE LOS FENOMENOS Y TASAS EN DEMOGRAFIA"

(Apuntes de clase)

Paulo Campanario

San José, mayo de 1976

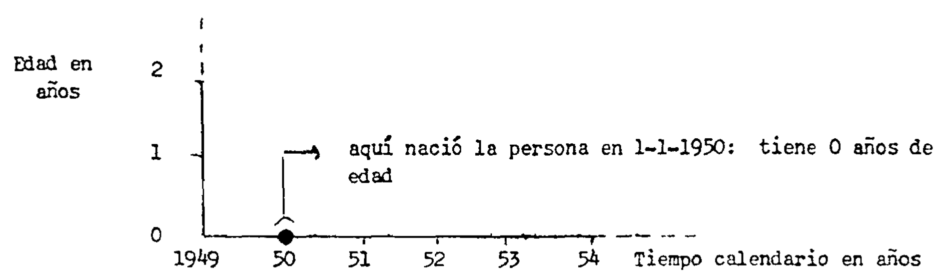
EL DIAGRAMA DE LEXIS Y SU APLICACION EN LA INTERPRETACION DE LOS FENOMENOS Y TASAS EN DEMOGRAFIA

Paulo Campanario

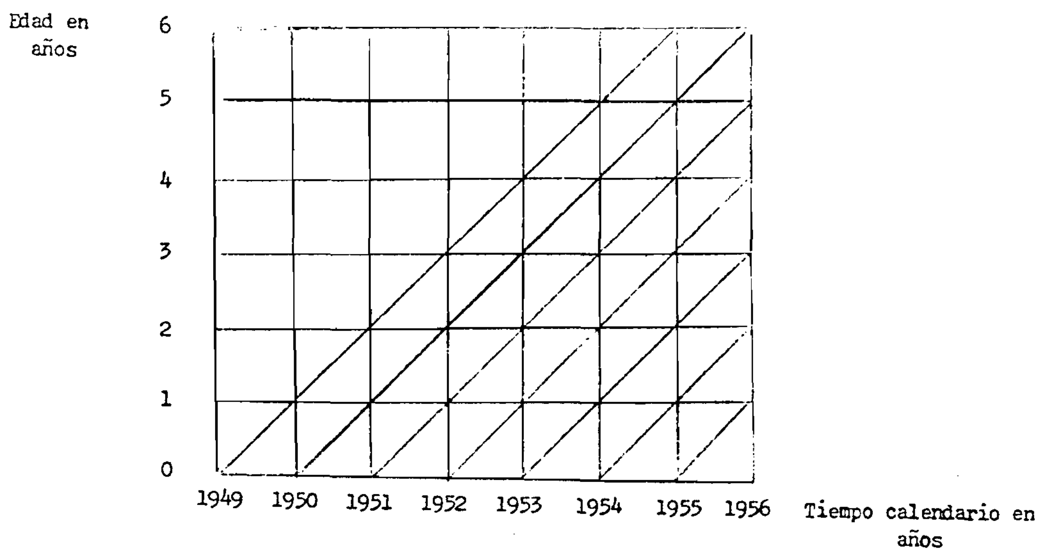
A. EL DIAGRAMA DE LEXIS

El diagrama de Lexis es una manera de representar los fenómenos demográficos a través de dos variables: el tiempo (tiempo calendario) y la duración del fenómeno desde el momento en que se empieza a analizarlo. Obviamente los fenómenos ocurren con las personas y si se empieza a analizar la persona desde su nacimiento, la duración del fenómeno es calculada a partir del mismo y de esta manera la duración del fenómeno se confunde con la edad de la persona. Esta última forma es la más utilizada.

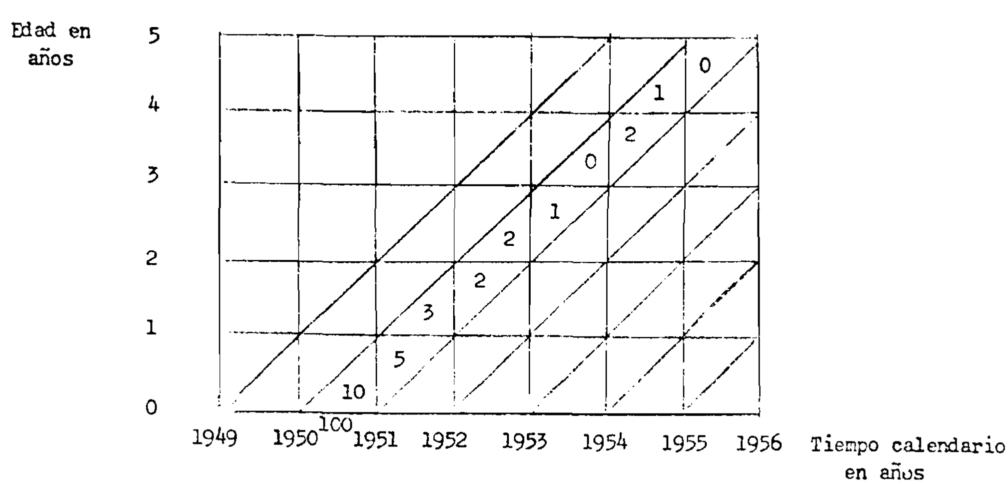
Cada persona, entonces, nace en una fecha determinada que puede ser ubicada en la coordenada del tiempo calendario. Supóngase que una persona nació en el día primero de enero de 1950: ella está ubicada en este momento de la manera que sigue:

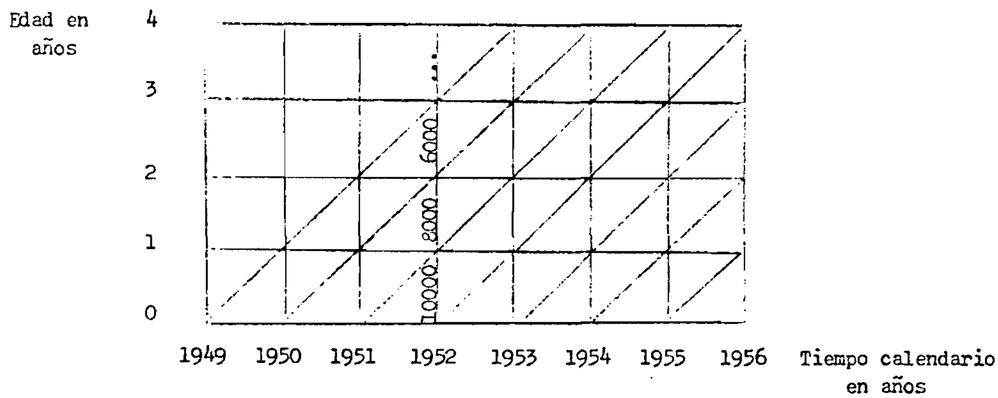


enriquecido con líneas horizontales y verticales, de año en año, y líneas inclinadas que parten de los años calendario, como se ve a continuación:

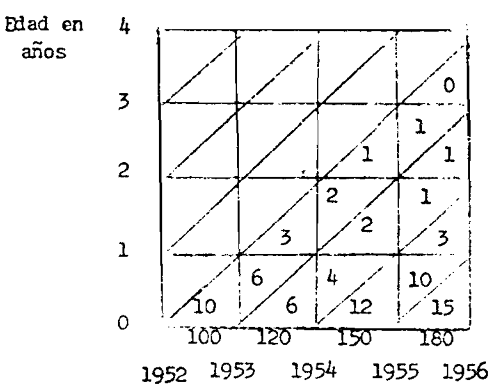


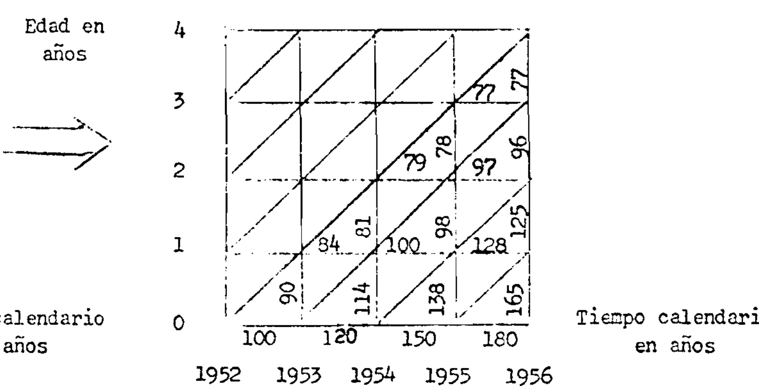
Con esta forma de representar el diagrama de Lexis, se puede simplificar bastante el análisis de los fenómenos demográficos. Si se están analizando períodos anuales, bastaría agregar al diagrama el número de nacimientos ocurridos en estos períodos anuales cerca del eje de tiempo calendario y a partir de ahí, en los triángulos formados por esta generación, ir agregando el número de fenómenos **ocurridos**, según sean los fenómenos que se estén analizando. Si hay muertes, por ejemplo, el diagrama quedaría así (generación de 1950):



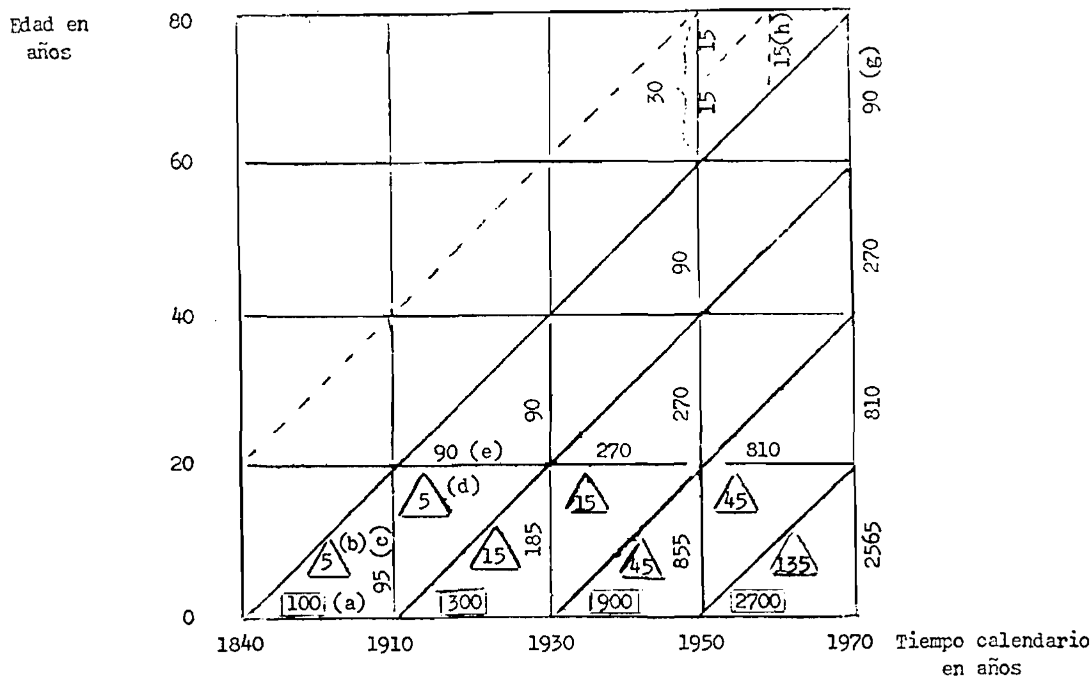


Para concluir, si se tiene el número de nacimientos a cada año y, además, el número de muertes, se puede completar todo el diagrama y no se necesitaría incluso el censo para saber la población en determinada fecha:





De esta manera, la población menor de 1 año en el día 1-1-1956 era de 165 personas, ya que en 1955 nacieron 180 niños y murieron 15 antes de este día. La población con 3 años de edad en esta misma fecha era de 77 personas, ya que en 1952 nacieron 100 personas y de éstas murieron 23 (10+6 +3+2+1+1). Si se tuviera un Registro Civil perfecto desde hace ω años, se podría saber incluso cuántas personas viejas hay en determinada fecha: bastaría para esto ir restando de cada cohorte los muertos. El problema es que los registros civiles no siempre son buenos y la mejor manera es recurrir al censo de población. Si se tienen dos censos hechos en un país (por ejemplo, uno en el día 1-1-1950 y otro en el día 1-1-1960), se puede fácilmente deducir el número de muertos de las cohortes:



Los conceptos expuestos son:

1. muertes
2. nacimientos
3. (a): nacimientos de la cohorte de los nacidos entre 1890 y 1910.
4. (b): muertes ocurridas a los menores de 20 años, antes de 1910, de los nacidos entre 1890 y 1910.
5. (c): población en el día 1-1-1910, entre 0 y 20 años de edad.
6. (d): muertes ocurridas a los menores de 20 años, de los nacidos entre 1890 y 1910, después del 1-1-1910.
7. (e): población que logró sobrevivir hasta los 20 años exactos, de la cohorte de los nacidos entre 1890 y 1910.
8. (f): población que logró sobrevivir hasta los 40 años exactos, de la cohorte de los nacidos entre 1890 y 1910.
9. (g): población de 60 a 79 años en 1970.
10. (h): población de 70 a 79 años en 1970.

Para agilizar la utilización del esquema de Lexis, se resolverá un problema. Se pide, con la ayuda de los datos del ejemplo anterior, calcular la población en el día 1-1-1960 (observar que las personas que están vivas a edades avanzadas mueren a los 80 años de edad exactos).

En primer lugar, se agregaron la línea vertical correspondiente al 1-1-1960 y líneas horizontales correspondientes a los 10 años y a los 30 años de edad. También se pueden definir en este diagrama ampliado, 8 triángulos (a, b, c, d, e, f, g y h).

La primera observación es que la población entre 0 y 20 años de edad al 1-1-1950 es de 855 personas (ver diagrama anterior) y como no se tiene otro tipo de dato que ayude, se supondrá que la población entre 0 y 10 años y la población entre 10 y 20 años son iguales entre sí, es decir, son iguales a 855 personas dividido por 2: 427.5 personas.

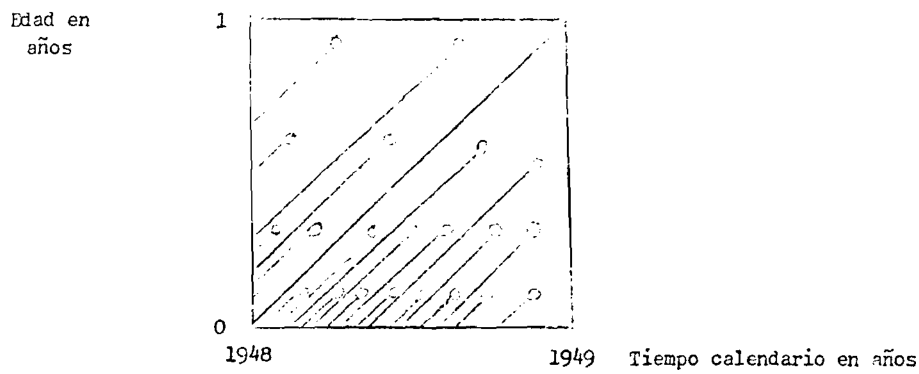
Por otro lado, se sabe que las muertes de los cuatro triángulos (a,b,c,d), son 45 en total. Si se supone que en cada uno de los triángulos hay igual número de muertes, se tiene para cada uno (45÷4) = 11.25 muertes. Con esto ya se puede calcular la población entre 20 y 30 años en el día 1-1-1960: es igual 427.50 - 11.25= 416.25 ≅ 416. Lo que se hizo fue restar de los sobrevivientes entre 10 y 20 años en el día 1-1-1950, que eran en total 427.5 personas, las muertes del triángulo c (c= 11.25).

La población entre 10 y 20 años al 1-1-1960 es igual, entonces, a la población entre 0 y 10 años al 1-1-1950 menos los muertos de los triángulos a y b, o sea 427,50-11.25 -11.25 = 405 personas.

Sólo falta la población entre 0 y 10 años al 1-1-1960. Se sabe que los nacidos entre 1950 y 1970 son 2700 en total. Como no se puede tener otro criterio más sencillo, se supondrá que 1350 (2700÷2 = 1350) son los nacidos entre 1950 y 1960. Por otro lado en cada uno de los triángulos e, f, g y h, hay un total de 33.75 muertos, ya que 135÷4 = 33.75. Así, la población entre 0 y 10 años en el día 1-1-1960 es igual a 1350-33.75= 1316.25 ≅ 1316 personas.

La población en 1960, según grupos de edades, por lo tanto, es:

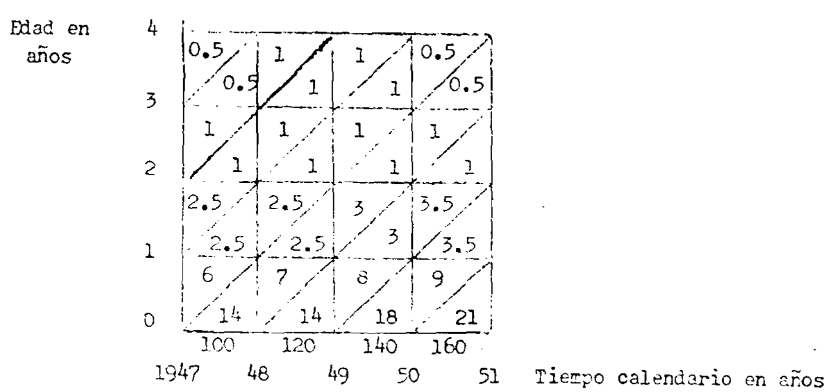
Edad	Población
0-9	1316
10-19	405
20-29	416
30-79	375
TOTAL	2512



En el dibujo hay 22 muertos, la mayoría de los cuales están concentrados en los primeros meses. De esta manera, la mayor parte de ellos están ubicados en el triángulo de abajo. Normalmente, la proporción de los muertos del triángulo inferior es del orden de 2/3 del total de muertos del cuadrado y esta proporción depende del nivel de mortalidad. Siendo así, si se tienen 22 muertos, aproximadamente 7 estarán ubicados en el triángulo de arriba y 15 en el de abajo.

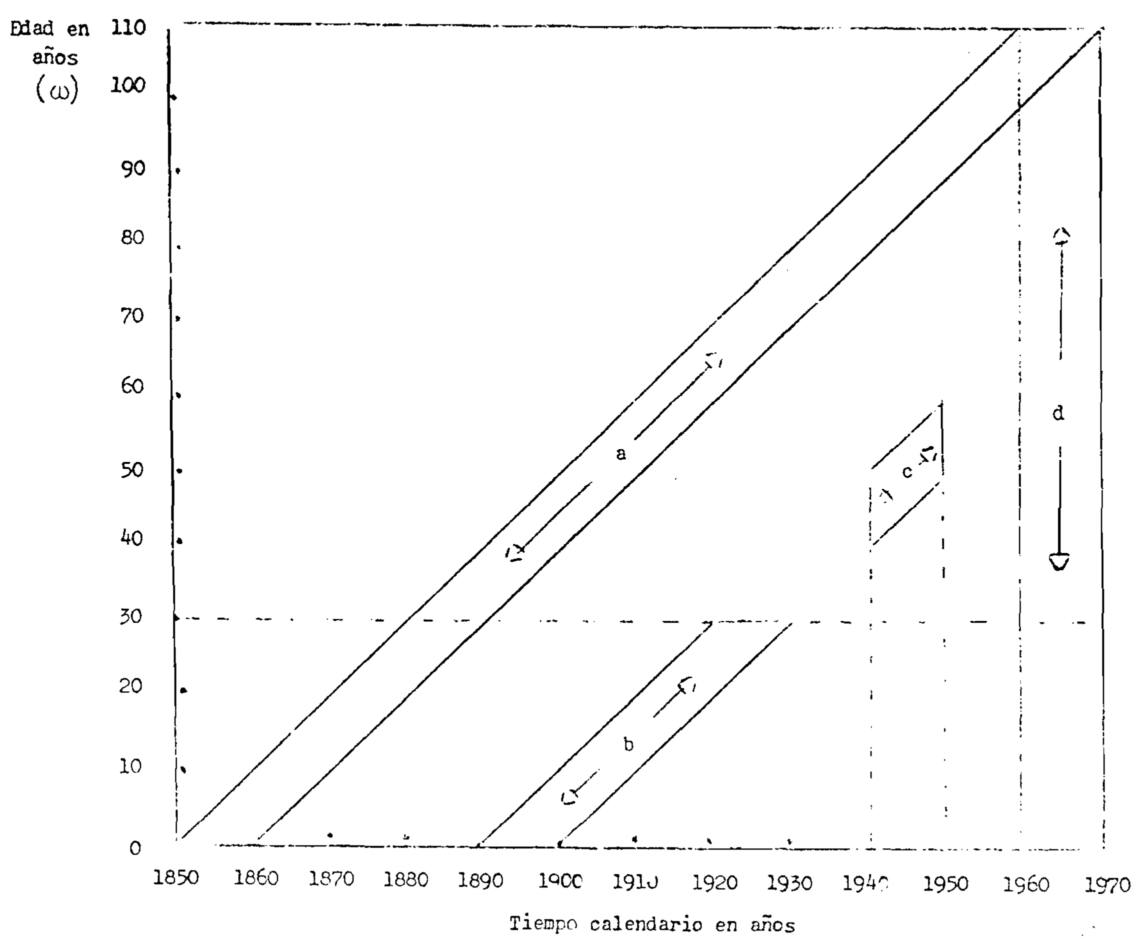
Si se hace lo mismo para todos los cuadrados del primer año de vida, se puede llegar a un cálculo muy aproximado de los muertos según los triángulos. A partir del primer año de vida, el cálculo se hace sencillamente dividiendo el número de muertos por dos, ya que a partir de esta edad las personas tienden a morir con una densidad igual en los dos triángulos.

Siendo así, se pueden calcular, después de algunas operaciones sencillas, todos los muertos del ejemplo, según cohortes:



nacidos en la década de 1900: todas las personas de una población que nacen de 1900 a 1909 pertenecen a esta cohorte. Cada cohorte puede ser llevada al diagrama de Lexis, hasta la muerte de su último sobreviviente. Una cohorte específica es un "pedazo" de cohorte que va de un año o edad determinado a otro (año o edad). Por ejemplo, para el estudio de la fecundidad femenina, no es necesario seguir toda una cohorte de mujeres; es suficiente seguirlas de los 15 a los 50 años, ya que las mujeres sólo pueden tener hijos entre estas edades. En este último caso, por tanto, se estaría estudiando una cohorte específica. Una cohorte ficticia, en primer lugar, no es una cohorte en la acepción de la palabra; se supone, por motivos de análisis demográfico, que todos los fenómenos ocurridos en determinado intervalo de tiempo (por ejemplo, las muertes en 1970 de una población), pertenecen a una supuesta cohorte, o sea, todo pasaría como si los que nacen en 1970 van a morir de acuerdo con la misma mortalidad de las personas que están en edades más avanzadas, personas éstas que, evidentemente, son de otras cohortes.

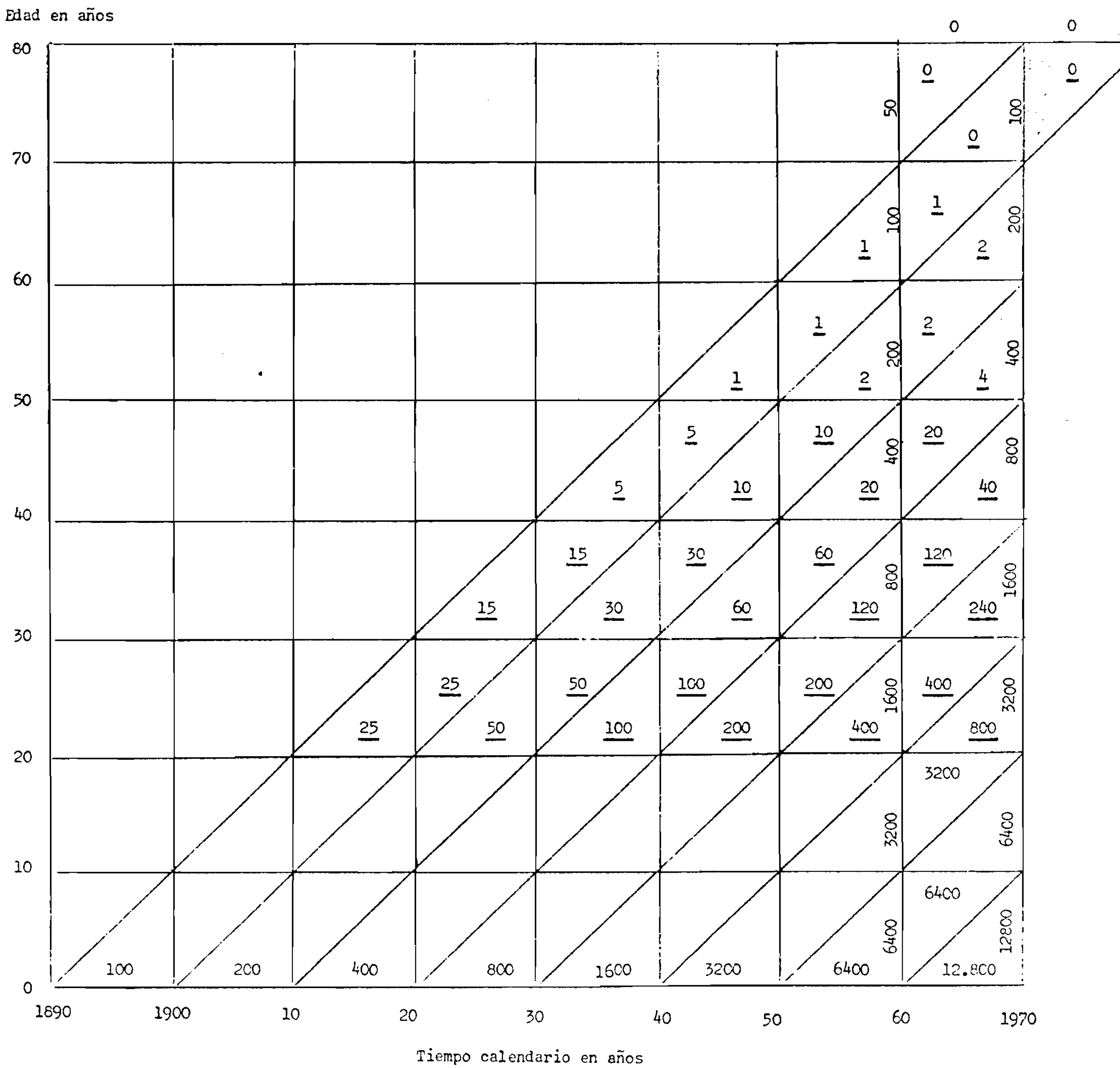
Un ejemplo gráfico aclarará estos conceptos:



5. Un ejemplo de utilización de los conceptos anteriores:

En el diagrama que sigue, está considerada la población femenina de determinado país, a través del tiempo (período 1890-1970). Se supone que las personas sólo mueren a los 80 años.

Los números observados representan el número de mujeres que se casan, a determinadas edades y en determinado tiempo.



20-29 años. En otras palabras, de 100 personas que vivieron de 20 a 29 años, de la cohorte considerada, 5 se casaron al año, en promedio, durante el período considerado. En general, cuando se calculan tasas específicas, se usan tasas anuales.

Evidentemente, para que se tenga una idea global de la nupcialidad, se pueden calcular tasas brutas, que son tasas generales en el sentido de que no son por edades. Con estas tasas, se puede tener una idea de la nupcialidad de una cohorte, sin tener en cuenta la edad.

Si se analiza de nuevo la misma cohorte (1890-1899) se observa que hay 100 personas que nacen en este período y se casan en determinadas proporciones, según sea la edad de las mismas. De estas 100 personas, en un período de 80 años, se casan 94 en total. La tasa bruta de nupcialidad en todos estos 80 años es (94 ÷ 100) x 1000, o sea, 940‰. Si se divide 940‰ por 80, se obtiene **la tasa bruta de nupcialidad anual,** que es 11.75‰. Esto significa que de cada mil mujeres, de la cohorte de mujeres de 1890-1899, se casan en promedio 11.75 mujeres al año.

También se pueden calcular tasas sólo para los grupos de edades en que hayan casamientos: en nuestro ejemplo, de los 20 a los 70 años (intervalo de 50 años). La tasa sería entonces (94 ÷ 100) x 1000 = 940‰ en 50 años, o (940 ÷ 50) = 18.80‰ al año. Esta tasa, que se puede llamar tasa general para diferenciarla de la tasa bruta, significa que en esta cohorte se casan al año 18.80 de cada mil mujeres que están en edad de casarse. La tasa bruta relaciona los casamientos con la población total (incluyendo niños) y la general, los casamientos con la población apta para casarse (en nuestro caso, de los 20 a los 70 años).

Otra manera de estudiar los fenómenos demográficos es a través de las cohortes ficticias. En el esquema de Lexis, como ejemplo, podemos tomar el período 1960-1970 y analizar verticalmente este intervalo. En vez de analizar la cohorte de los 12.800 nacidos en este período, se analizarán las 9 cohortes que "pasan" por este período, cohortes éstas que tienen distintas edades. Esta población que pasa por un período dado, a diversas edades, la llamamos "cohorte ficticia", ya que en realidad está constituida por varias cohortes o varias generaciones. La ventaja del estudio de una cohorte ficticia es que se pueden analizar los fenómenos en un corto intervalo de tiempo. Por ejemplo, si se analiza la nupcialidad en el período 1960-1970 se sabe cómo se comportan las mujeres "hoy día" respecto a este fenómeno, al paso que si se analiza una cohorte solamente, sabemos cuál fue el comportamiento histórico de un determinado grupo de mujeres (una generación). Para calcular por ejemplo, las tasas de nupcialidad se tiene que calcular la población promedio de determinada edad, del período

En las cohortes ficticias se pueden calcular también tasas brutas: calculamos el número de casamientos ocurridos en todas las edades en el período 1960-1970 y dividimos por el promedio de las poblaciones totales de los años 1960-1970. Si dividimos todo por 10 años (1960-1969) obtendremos tasas brutas anuales. En nuestro ejemplo, la tasa bruta de nupcialidad de la cohorte 1890-1899 seguramente es mayor que la cohorte ficticia 1960-1969, ya que la estructura de la población de ésta última (cohorte) es más joven.

Utilizando el esquema de Lexis anterior, podemos hacer un cuadro con varias posibilidades de análisis de la nupcialidad (que pueden ser generalizados para los otros fenómenos demográficos):

FENOMENO: NUPCIALIDAD

Origen	Cohorte de estudio	Intensidad	Dispersión en el tiempo
a. Nacimientos 1890 - 1899	Generación 1890-1899	(1) = 940‰	$\frac{940}{80}$ = 11.75‰ (tasa bruta anual)
b. Nacimientos del período 1960 - 1969	Cohorte ficticia 1960 - 1969	(2) = 940‰	(3) = 8.5‰ (tasa bruta anual)
c. Nacimientos 1890 - 1899	Cohorte específica de los nacidos entre 1890-1899, con edades entre 30 y 39 años.	$\frac{15 + 15}{100}$ = 300‰	$\frac{300}{10}$ = 30‰ (tasa específica anual)
d. Nacimientos 1960 - 1969	Cohorte ficticia 1960-1969, edades entre 30 y 39 años	$\frac{120 + 240}{\frac{800 + 1600}{2}}$ = 300‰	$\frac{300}{100}$ = 30‰ (tasa específica anual)

$$(1) = \frac{0}{100} + \frac{0}{100} + \frac{50}{100} + \frac{30}{100} + \frac{10}{100} + \frac{2}{100} + \frac{2}{100} + \frac{0}{100} = 0.94 = \underline{940‰}$$

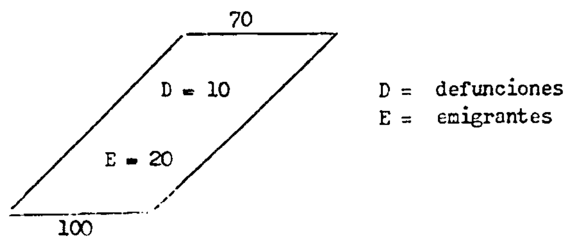
$$(2) = \frac{0}{9600} + \frac{0}{4800} + \frac{1200}{2400} + \frac{360}{1200} + \frac{60}{600} + \frac{6}{300} + \frac{3}{150} = 0.940 = \underline{940‰}$$

$$(3) = \frac{1625 \text{ (No. casamientos 1960-1969)}}{\frac{12750 + 25500}{2} \text{ (pobl. prom. 1960-1969)}} = \frac{1629}{19125} = 0.085 = 85‰ \text{ en diez}$$

años = 8.5‰ al año.

Es evidente que si no hay mortalidad ni migraciones en una cohorte específica, la población inicial es igual a la población final y, por lo tanto, la población inicial es igual a la población promedio; de ahí que sea indiferente calcular la tasa o la probabilidad para medir la intensidad.

La situación cambia si hay una gran mortalidad (o emigración o inmigración), ya que en este caso, la población inicial puede ser muy distinta de la población final:



En el ejemplo anterior hay 20 emigrantes y 10 muertos. Supóngase que se quiere calcular la intensidad de la mortalidad. Por probabilidad, la intensidad sería igual a 10 ÷ 100=0.1, pero es evidente que el cálculo no está bien hecho porque hay 20 personas (de las 100 iniciales) que salen de la población en estudio y, por lo tanto, no están sujetas al análisis (por ejemplo, de estos 20 emigrantes puede haber algunos que se mueren fuera de la población, después de haber migrado, y que no están computados en las 10 muertes que se tiene, pero están computados en las 100 personas iniciales. Una solución sería eliminar a estos 20 emigrantes del efectivo inicial de población, pero en este caso se estaría suponiendo que estas personas emigraron inmediatamente después del comienzo de la cohorte específica, lo que es improbable. Lo más sensato es suponer que estos emigrantes emigraron a través del período analizado: en este caso, si se considera que la mitad de ellos salió en el comienzo del período, la probabilidad sería calculada dividiendo los 10 muertos por 100-20/2, es decir, 10 ÷ 90 = 0.111. Otra manera sería calcular la tasa, o sea, dividir 10 muertes por la población promedio - (100 + 70) ÷ 2 = 85 - y así obtener como resultado 0.118 = (10 ÷ 85). Esta última manera es la más utilizada. Así, las tasas (que consideran la población promedio como denominador), abstraen factores que pueden perturbar la medición de los fenómenos. Sin embargo, no se puede decir cuál es la mejor manera de medir los fenómenos demográficos: el uso o no de las tasas o de las probabilidades va a depender de la situación y del tipo de cohorte que se estudie. Por ejemplo, para el estudio de la mortalidad por intermedio de la esperanza de vida, hay que utilizar probabilidades de muerte y no tasas; para el estudio de cohortes ficticias, se utiliza generalmente la tasa, etc.

a) Tasa de mortalidad de la cohorte específica ficticia de 19 años, 1960:

$$\frac{8}{\frac{13 + 14}{2}} = \frac{8}{\frac{27}{2}} \cong 0.59$$

b) Tasa de mortalidad de la cohorte específica de los 19 años, años 1959-1960:

$$\frac{3 + 4}{\frac{16 + 9}{2}} = \frac{7}{12.5} = 0.56$$

c) Probabilidad de morir antes de cumplir 20 años, de las personas que cumplen 19 años en 1959:

$$\frac{4 + 3}{16} = \frac{7}{16} = 0.44$$

d) Tasa de mortalidad de la cohorte específica de los que tienen 19 años el 1-1-1960 y 20 años el 1-1-1961:

$$\frac{6}{\frac{13 + 7}{2}} = \frac{6}{10} = 0.6$$

e) Probabilidad de morir antes de 1-1-1961 de las personas de la cohorte específica de los 19 años el 1-1-1960:

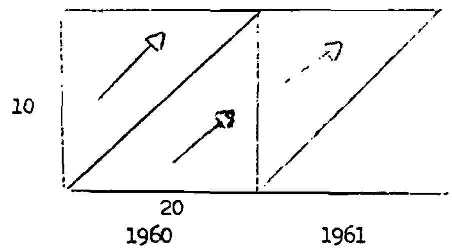
$$\frac{6}{13} = 0.46$$

Los cálculos b y c tienen la característica de que se refieran a 2 años calendario, y los cálculos d y e se refieren a dos años de edad. Solamente el cálculo a se caracteriza por abarcar un año calendario y un año de edad.

D. TRANSFORMACION DE COHORTES FICTICIAS EN COHORTES "REALES"

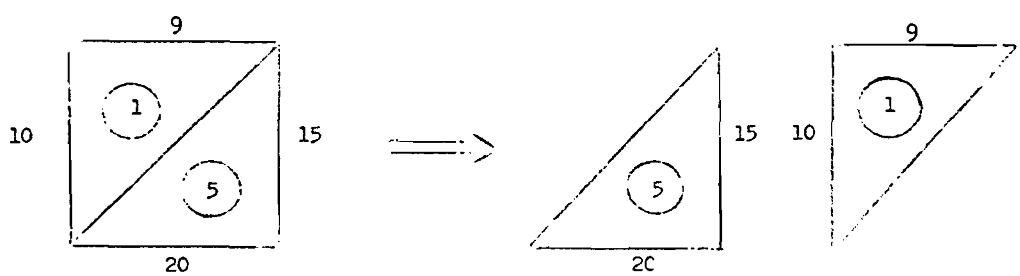
Se dijo anteriormente que se podía calcular probabilidades a partir de cohortes ficticias. Sin embargo, el cálculo necesita una mediación para que se concrete. Imaginemos una cohorte ficticia así especificada, cuyos acontecimientos son muertes:

Evidentemente, la cohorte de las 10 personas pasó en el año 1960 por el mismo proceso por el que va a pasar la cohorte de las 20 personas en el año 1961:

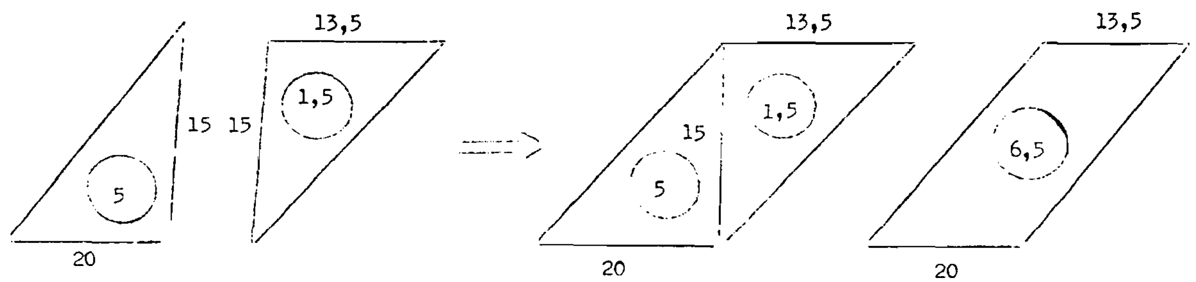


Es claro que los 20 están en promedio "un año atrás" de los 10: en el año 1961 pasarán por el mismo triángulo que pasaron los 10 en el año 1960, pero un año desplazados.

Nada más razonable, por lo tanto, que poner el triángulo de los 10 después del triángulo de los 20, como si los 20 fueran a tener el mismo comportamiento que los 10:



El único problema es que los 2 triángulos no se pueden juntar, ya que las cohortes tienen números distintos de personas. Sin embargo, este detalle puede ser resuelto fácilmente, multiplicando por una constante la población de una de las cohortes, de tal manera que queden iguales (lo mismo se hace para los acontecimientos). En el ejemplo, si se multiplica 10 por 1,5, se obtiene 15:



En las dos poblaciones, todos mueren antes de los 60 años. Sin embargo, en A, las personas mueren en edades más tempranas. Las 100 personas de A vivieron cada una hasta los 10 años de edad, en promedio 7,5 años, ya que 50 (de los 100) vivieron 10 años y 50 vivieron en promedio 5 años (murieron antes de completar 10 años). El cálculo se hace multiplicando la población promedio por 10 años:

$$\left(\frac{100 + 50}{2}\right) \times 10 = 750 \text{ años}$$

Los 750 años representan el número de años vividos por las 100 personas en los 10 primeros años de su vida. Si dividimos 750 por 100, llegaremos a 7,5 años que es el número promedio de años que vivió una sola persona, en sus diez primeros años de vida. En la población B, en los diez primeros años de vida, una persona vive en promedio 9,75 años: $9{,}75 = \left\{\left[\left(\frac{100 + 95}{2}\right) \times 10\right] \div 100\right\}$.

Si se calcula, por lo tanto, el número de años vividos todas las 100 personas iniciales en A, llegaremos al siguiente resultado:

entre 0 y 9	:	750 años vividos
entre 10 y 19	:	400 años vividos
entre 20 y 29	:	295 años vividos
entre 30 y 39	:	285 años vividos
entre 40 y 49	:	255 años vividos
entre 50 y 60	:	115 años vividos
$\sum$	:	2100 años vividos

Los 2100 años vividos se refieren al número total de años vividos por las 100 personas de la población inicial de 100. Cada persona, entonces, vivió en promedio 21 años desde el nacimiento hasta su muerte. En la población B, el resultado es de 50,4 años.

Sin embargo, no siempre se quiere saber cuántos años vivieron las personas de una cohorte dada. En muchos casos, es más importante saber cuántos años viviría un niño que nace <u>hoy día</u> si la mortalidad <u>actual</u> continuara igual.

Para calcular la esperanza de vida de una cohorte ficticia, por lo tanto, hay que transformarla en una cohorte real, como si los niños de hoy día fueran a vivir exactamente como las otras cohortes que están "arriba" de ellos. De esta manera, el primer paso es transformar las cohortes específicas de cada edad, en un año calendario dado, en una cohorte continua y después, utilizando procedimientos semejantes, calcular la esperanza de vida.

TABLAS DE MORTALIDAD

Antonio Ortega

SERIE B. No.1008

Centro Latinoamericano de Demografía
San José, Costa Rica
Enero de 1982

-En el eje horizontal se representa el tiempo t, y en el vertical la edad x desde el momento del nacimiento (aunque también podría incluirse otra variable como la duración del matrimonio, la participación en la actividad económica, etc.)

-Cada individuo de una población se representa por una línea de 45 grados a cada uno de los ejes, partiendo de la edad $x = 0$ y del momento del nacimiento en t. Por ejemplo un nacimiento ocurrido el 1° de enero de 1960 se ubica en el punto A, es decir, en $x = 0$ y $t = 1/1/60$. A medida que transcurre el tiempo el punto se desplaza sobre la línea *a*, llamada *línea de vida*, que se detiene cuando el niño fallece. Si este niño fallece supongamos el 30 de junio de 1962, la línea se detiene en A' que corresponde en la abscisa a esa fecha y en la ordenada a la edad de 2 años y medio. De igual modo se pueden representar otras líneas de vida, tal como se indica en el gráfico 2 donde unas líneas continúan hasta después de los 5 años y otras se interrumpen a diversas edades.

-Las líneas horizontales del diagrama representan aniversarios o cumpleaños, y las líneas verticales el paso de un año civil a otro. Por ejemplo la persona B, nacida el 30 de junio de 1963, pasa de la edad 0 a 1, en B' al atravesar la línea horizontal, mientras que en B" al atravesar la línea vertical pasa del año 1964 a 1965.

-Un *segmento* cualquiera del diagrama representa el número de líneas de vida que cruzaron por ese segmento. Por ejemplo:

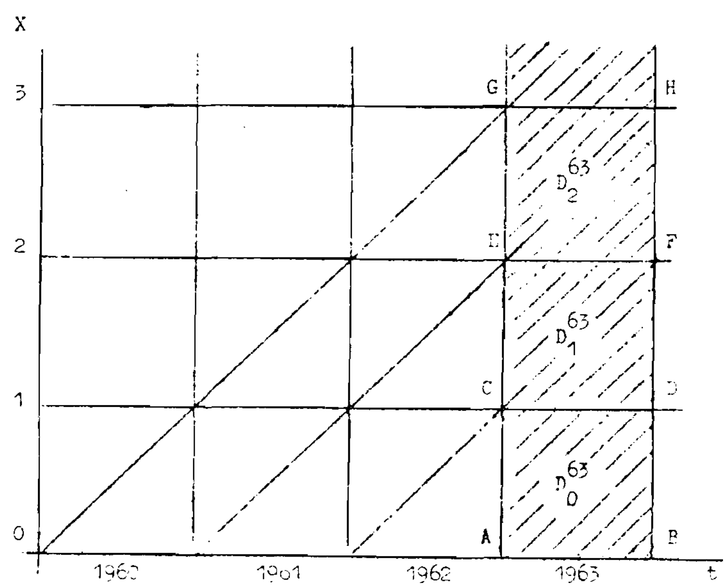
$\overline{CD}$ representa el número de personas nacidas en 1965 que llegaron con vida al año 1967, o bien, es el número de personas con un año cumplido al 1° de enero de 1967. Se simboliza N_1^{67}.

-Por último, cuando así se indica expresamente, una superficie puede hacer referencia al tiempo vivido por una población dentro del tramo considerado. Por ejemplo, si se supone que nacen tres personas en 1973, dos de las cuales llegan con vida a la edad 2 y la tercera fallece a la edad de un año y medio, el tiempo vivido por estas tres personas en el tramo de 1 a 2 años, o sea en la superficie MNOP, será de dos años y medio.

Las estadísticas vitales proporcionan información de defunciones por edades para cada año civil, lo cual en el Diagrama de Lexis correspondería a la parte sombreada del gráfico 3. Este tipo de información comprende para cada edad defunciones de dos generaciones. Así por ejemplo, para la edad 2, o sea en el cuadro EFHG = D_2^{63}, las defunciones del triángulo superior EHG corresponden a nacimientos de 1960, mientras que las del triángulo inferior EFH corresponden a nacimientos de 1961.

Gráfico 3

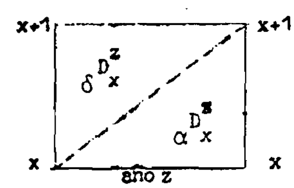
x	D_x^{63}
0	D_0 = ABDC
1	D_1 = CDFE
2	D_2 = EFHG
...	...



En los países de América Latina donde los datos básicos contienen errores de cierta importancia que no justifican tanto refinamiento, las defunciones se presentan sólo por edades, sin distinguir el año de nacimiento. Con los datos de Francia se tabularían entonces 15 759 defunciones para la edad 0, 1 691 defunciones de personas de 1 año cumplido, etc.

Para fines de análisis demográfico se hace necesario, en ciertos casos, separar las defunciones de cada generación, para lo cual se emplean comúnmente los denominados *factores de separación*. Siendo para una edad x, y un año z cualesquiera

(1) $$D_x^z = {}_\alpha D_x^z + {}_\delta D_x^z$$



donde $_\alpha D$ y $_\delta D$ representan las defunciones de los triángulos inferior y superior respectivamente, se denomina factor de separación (δ_x) a la relación

(2) $$\delta_x^z = \frac{{}_\delta D_x^z}{D_x^z}$$

Con los datos ya dados de Francia, los factores de separación para las edades 0, 1 y 2 resultan: $\delta_0 = 0.28$; $\delta_1 = 0.42$; $\delta_2 = 0.46$.

Teniendo las defunciones por edades y los factores de separación, se pueden estimar las muertes $_\alpha D_x$ y $_\delta D_x$ de cada generación.

ROLAND PRESSAT

El análisis demográfico

métodos
resultados
aplicaciones

EDICION REVOLUCIONARIA

INSTITUTO DEL LIBRO
HABANA, CUBA. 1970.

2. REPRESENTACIÓN EN EL TIEMPO

PARA analizar los datos relativos al estado de las poblaciones y los sucesos demográficos que en ellas se producen, hay que clasificarlos según ciertos criterios, especialmente criterios en que intervienen el tiempo (edad, intervalos de tiempo, etc.). Es lo que ocurre, por ejemplo, con la distribución de la población según la edad, la clasificación de los nacimientos legítimos de un año según la duración del matrimonio de los padres, o según el intervalo transcurrido desde el nacimiento precedente, etcétera.

Las estadísticas nacionales de los países evolucionados utilizan abundantemente estas minuciosas clasificaciones, que el analista debe someter, por lo demás, a nuevas separaciones y agrupaciones.

En los países subdesarrollados, cuyos datos con frecuencia son aproximados, estas distinciones tan detalladas suelen ser imposibles. Lo mismo sucede en nuestros países con ciertas estadísticas antiguas o con las estadísticas regionales, las que no entran en tantos detalles como las estadísticas nacionales correspondientes.

Estas restricciones no disminuyen el alcance de las consideraciones de este capítulo.

Siendo las estadísticas imperfectas o incompletas, el analista, para extraer de ellas el máximo de información, debe efectuar numerosas aproximaciones que suponen una visión muy precisa de los fenómenos estudiados. Sin este preciso conocimiento subyacente, las aproximaciones realizadas pueden ser ilícitas, aventuradas y perjudicar gravemente las conclusiones.

Por último, los estudios teóricos que apoyan el pensamiento demográfico no se conciben sin una representación rigurosa de los fenómenos estudiados.

Debemos precisar bien que en este capítulo entramos en detalles técnicos alejados de toda especulación propiamente demográfica.

La representación geométrica desempeñará un papel constante en lo que sigue.

Representación geométrica de los instantes y de los intervalos

Tómese una recta y en ella, una sucesión de puntos equidistantes y numerados 0, 1, 2, 3, etc. (figura 1*a*)

Por una convención natural, a cada uno de estos *puntos* se asocia cada uno de los *instantes* sucesivos:

0 segundo (instante de origen), 1 segundo, 2 segundos, 3 segundos, etc.; o bien:
0 mes (instante de origen), 1 mes, 2 meses, 3 meses, etc.; o bien todavía
0 año (instante de origen), 1 año, 2 años, 3 años, etcétera.

Con esta escala de *instantes*, los intervalos se miden como *longitudes*.

Así, en la figura 1*b*, donde los instantes señalados se expresan en años, la longitud *AB* representa un intervalo de 2 años, la longitud *CD* un intervalo de 1 año 9 meses (2 años 6 meses – 0 año 9 meses).

Esta representación de los instantes puede hacerse naturalmente con las fechas del calendario (figura 1c).

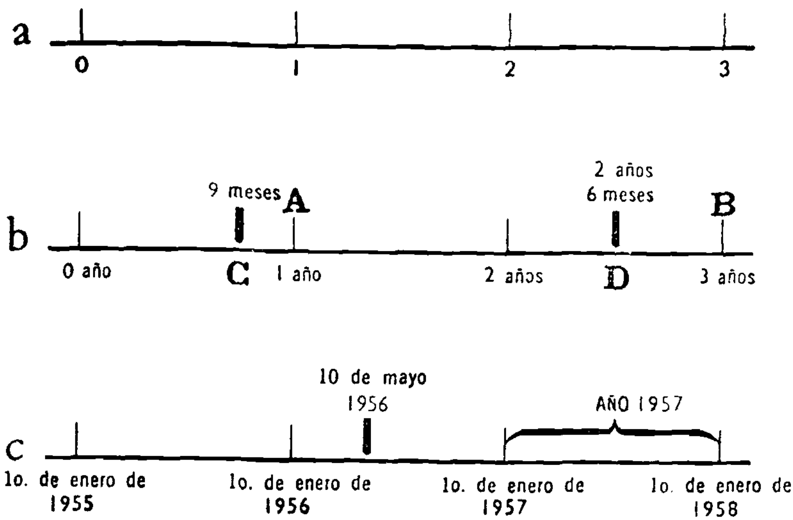


FIGURA 1.

Una convención de lenguaje

Las escalas de intervalos y de edades que se emplean en demografía son más o menos pequeñas según el fenómeno estudiado. Por ejemplo, la mortalidad se estudia corrientemente según la edad en días, hasta un mes, luego en *meses*, hasta un año, y después en *años*, a partir de un año.

No se distingue entonces el conjunto de sucesos que se han producido entre dos instantes de la escala. Se considerará así globalmente el conjunto de niños fallecidos entre la edad exacta de 3 meses y la edad exacta de 4 meses. Para estos fallecidos, de la edad exacta en el momento de la defunción se tomará únicamente el número de *meses cumplidos* vividos por el niño y se hablará de las defunciones ocurridas a los 3 *meses cumplidos*, es decir, entre las edades exactas sucesivas 3 meses y 4 meses.

Del mismo modo, de un hombre fallecido a los 37 años, 5 meses, 10 días, se dirá que murió a los 37 *años cumplidos* (si se ha dispuesto no distinguir las defunciones ocurridas entre el 37 y el 38 aniversario).

La generalización de esta costumbre idiomática, que es muy cómoda, puede ser fuerte de errores para el lector desprevenido, quien no verá, por ejemplo, que en los cuadros estadísticos en que la edad y el intervalo se expresan en años cumplidos, no se trata de instantes precisos, sino de intervalos de tiempo.

Veamos algunos ejemplos:

– Como acabamos de ver, el total de defunciones ocurridas a los 37 años cumplidos, es el total de defunciones producidas entre el 37 y el 38 aniversario.

de una generación (conjunto de personas nacidas durante un mismo año civil) en la cuadrícula de Lexis (figura 4).

Examinemos la generación de 1957, es decir, el conjunto de niños nacidos entre el 1º de enero de 1957 y el 31 de diciembre de 1957.

En el instante de nacer sus puntos representativos se encuentran en el eje horizontal ocupando la porción de la recta que delimitan las fechas indicadas (AB).

Sigamos en el tiempo a los niños nacidos el 1º de enero de 1957; su línea de vida común es la diagonal que nace en A. En forma similar, la diagonal que sale de B constituye la línea de vida común de todos los niños nacidos el 31 de diciembre de 1957. Se hace evidente entonces que las líneas de vida de la generación de 1957 estarán situadas en la franja sombreada de la figura 4.[1]

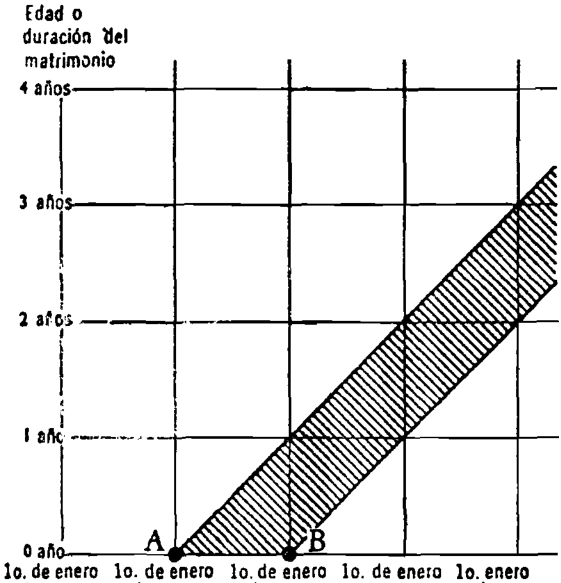


FIGURA 4.

La representación de la figura 4 también sirve para el conjunto de casados de 1957 (diremos la *cohorte* de casados de 1957; dícese también la *promoción* de casados); los instantes de los diferentes matrimonios se ubican en el segmento AB y a medida que transcurre el tiempo, el punto representativo de cada pareja se desplaza por la franja sombreada paralelamente a las fronteras hasta la disolución por viudez o por divorcio. La expresión "línea de

[1] Señalemos una pequeña dificultad de presentación (y de representación).

En verdad, cada individuo tiene una línea de vida autónoma, pues los instantes de nacimiento son todos diferentes apenas tales instantes se señalan con suficiente precisión. En realidad, *gráficamente* no se distinguirán sino líneas de vida suficientemente distantes, y *prácticamente*, teniendo en cuenta la clase de fenómenos estudiados, las distinciones entre individuos nacidos con un intervalo de un minuto o de una hora carecen de sentido. Aquí resulta cómodo y suficiente tratar como a un conjunto inseparable en sus elementos, a todos los recién nacidos de un mismo día. Por último, una diagonal de la cuadrícula de Lexis tiene valor de *frontera* y, en rigor, resulta abusivo atribuirla a los recién nacidos del 31 de diciembre (como también sería ilícito atribuirla a los recién nacidos del 1º de enero): pero son éstas distinciones sin alcance práctico que sólo hacen más pesada la exposición.

vida" ya no es tan apropiada; podría remplazarse por la de *línea de supervivencia,* naturalmente en el estado de casado. La detención de la línea de supervivencia puede entonces ser el resultado no sólo del fallecimiento de los cónyuges, sino también de un divorcio.

De manera general, la representación de la figura 4 permite seguir la evolución en el tiempo de una cohorte cualquiera, es decir, de un conjunto de individuos que han vivido un mismo tipo de sucesos durante un lapso determinado, generalmente el año (cohorte de casados, de viudos, de mujeres que han dado a luz su tercer hijo, etc.).

Veremos su comodidad.

Edades y generaciones

En este párrafo razonaremos exclusivamente acerca de la edad de los individuos en distintas fechas. El alcance general de lo que sigue puede apreciarse mediante fáciles transposiciones.

En los ejemplos elegidos hemos prescindido de la mortalidad.

1) *Tomemos los niños que tienen dos años cumplidos en un momento cualquiera del año 1959.* Sus líneas de vida deben atravesar el cuadrado MNPQ de la figura 5, formado por la franja horizontal correspondiente a los 2 años

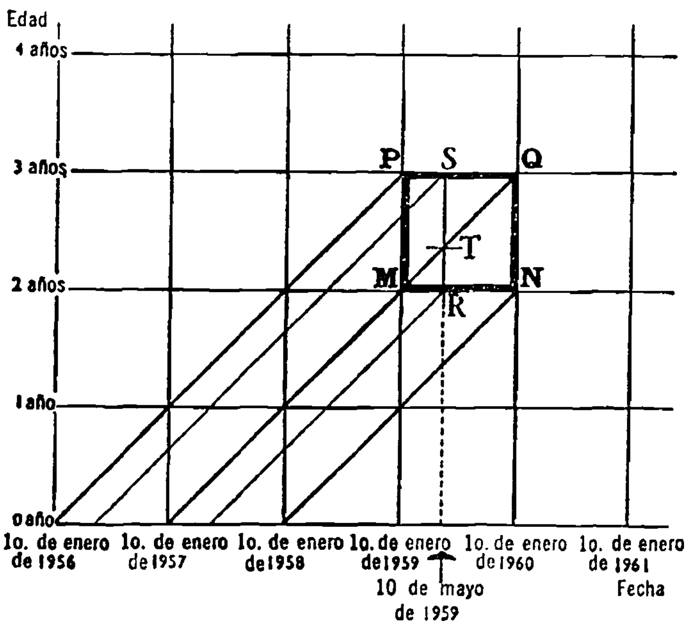


Figura 5.

cumplidos en el punto en que corta la franja vertical correspondiente a 1959. En un instante dado del año 1959, *pertenecen a dos generaciones*: 1956 y 1957. En la figura 5, el instante elegid· s el 10 de mayo de 1959.

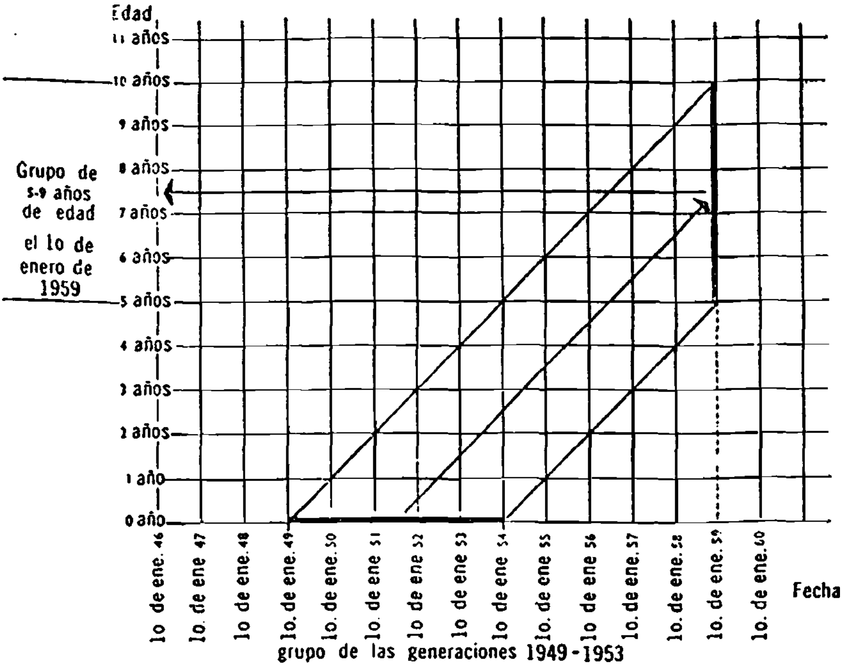


Figura 7 *bis.*

El censo de 1946 daba los datos que se reproducen en el cuadro 1.

Cuadro 1. *Población total presente el 10 de marzo de 1946*

Año de nacimiento	*Edad en años cumplidos el 1º de enero de 1946*	*Población*
1946: 1º de enero al 9 de marzo	///	146 573
1945: 10 de marzo al 31 de diciembre	0	481 602
1945: 1º de enero al 9 de marzo	0	112 514
1944	1	568 593
1943	2	524 307

Este censo da, pues, el *movimiento* de las líneas de vida a través de la vertical levantada el 10 de marzo de 1946 en el eje de las fechas; este movimiento se indica en la figura 8.

Poseemos la distribución de la generación de 1945 en recién nacidos antes del 10 de marzo y recién nacidos después del 9 de marzo, lo que permite

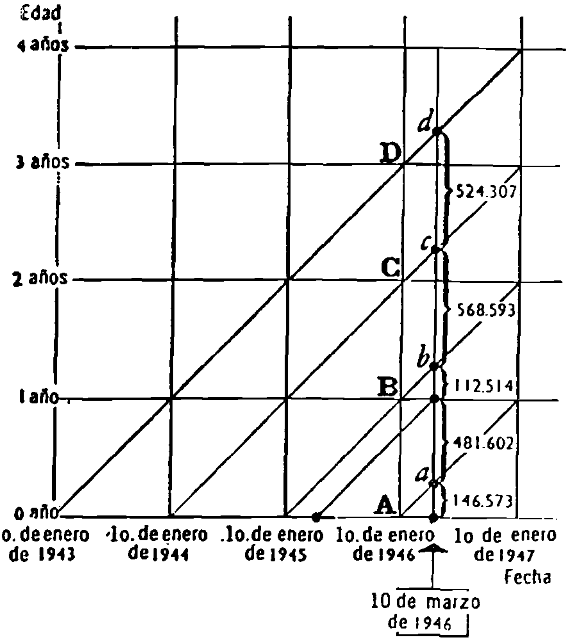


FIGURA 8.

constituir el grupo 0 año cumplido el 10 de marzo de 1946 (146 573 + + 481 602 = 628 175). Nos encontramos aquí con un primer ejemplo de *clasificación compuesta* (por edad y por generación), cuya importancia veremos más adelante.

Esta clasificación compuesta se interrumpe en la generación de 1944; de ahí que no se pueda dar la distribución por año de edad el 10 de marzo de 1946, con excepción del grupo de edad 0.

En realidad, se acostumbra a reconstituir la población el 1º de enero anterior al censo (en nuestro caso, el 1º de enero de 1946), en que edades y generaciones coinciden; y para ello se evalúa el movimiento en AB, BC, CD, etcétera, partiendo del movimiento en ab, bc, cd, etc., lo que equivale a tener en cuenta las defunciones y los movimientos migratorios producidos en los paralelogramos ABab, BCbc, CDcd, etcétera.

La clasificación compuesta en demografía

En demografía, los hechos (nacimientos, matrimonios, defunciones) se observan generalmente durante un año civil.

Es de sumo interés clasificar estos hechos según dos criterios:

– el *tiempo transcurrido* desde un hecho anterior o inicial: defunción según la duración de la vida (o edad), viudez según la duración del matrimonio, nacimiento de orden 3 según el intervalo transcurrido desde el nacimiento de orden 2, etcétera.

Se llega a la figura 11.

Cuadro 3. *Francia: Nacimientos vivos de primer orden en 1955 según el año del matrimonio y la duración de éste*

Año del matrimonio	*Duración del matrimonio actual en años cumplidos*	*Número de nacimientos*
1955	0	34 615
1954	0	78 615
1954	1	37 454
1953	1	26 575
1953	2	12 266
1952	2	11 431
1952	3	6 530
1951	3	6 533
1951	4	4 246

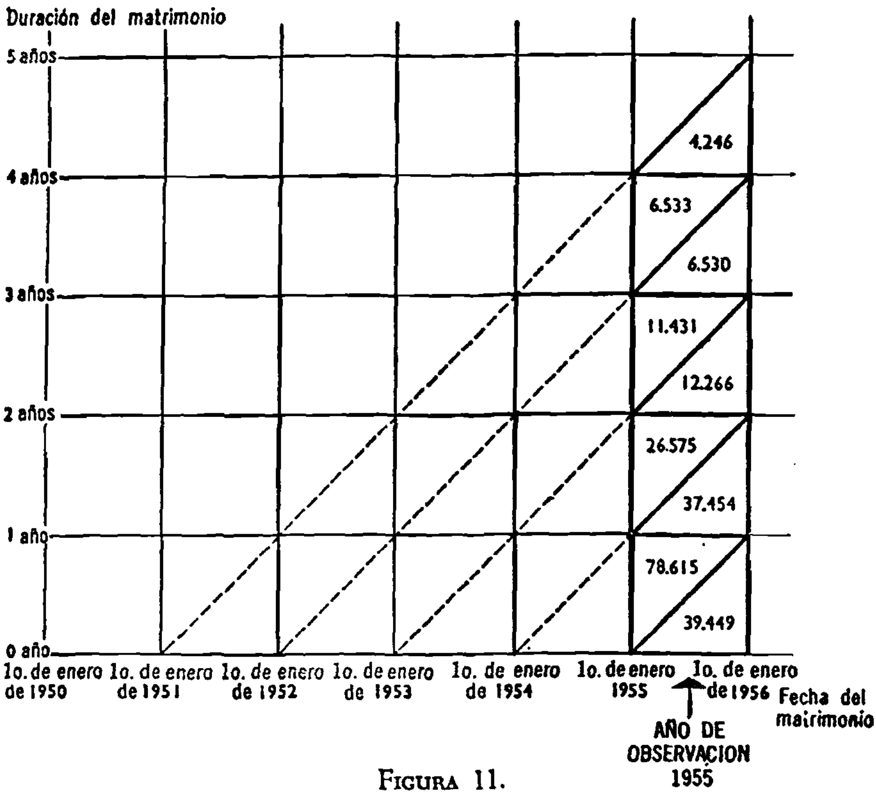
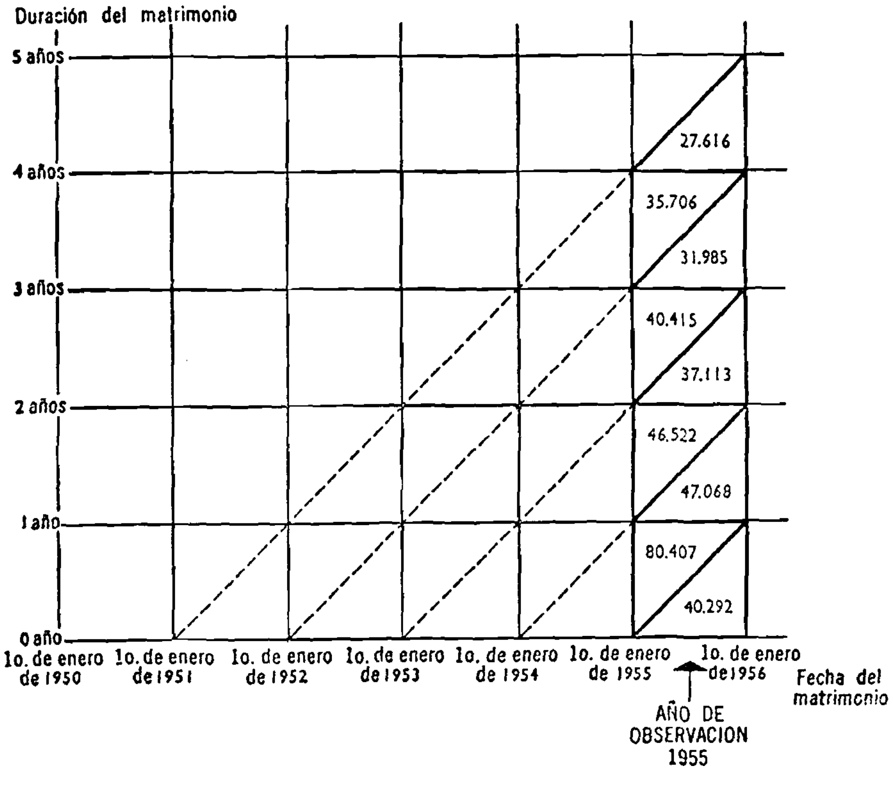


Figura 11.

CUADRO 4. *Francia: Nacimientos de niños vivos en 1955 según el año del matrimonio y la duración de éste*

Año del matrimonio	Duración del matrimonio actual en años cumplidos	Número de nacimientos
1955	0	40 292
1954	0	80 407
1954	1	47 068
1953	1	46 522
1953	2	37 113
1952	2	40 415
1952	3	31 985
1951	3	35 706
1951	4	27 616



FIGU