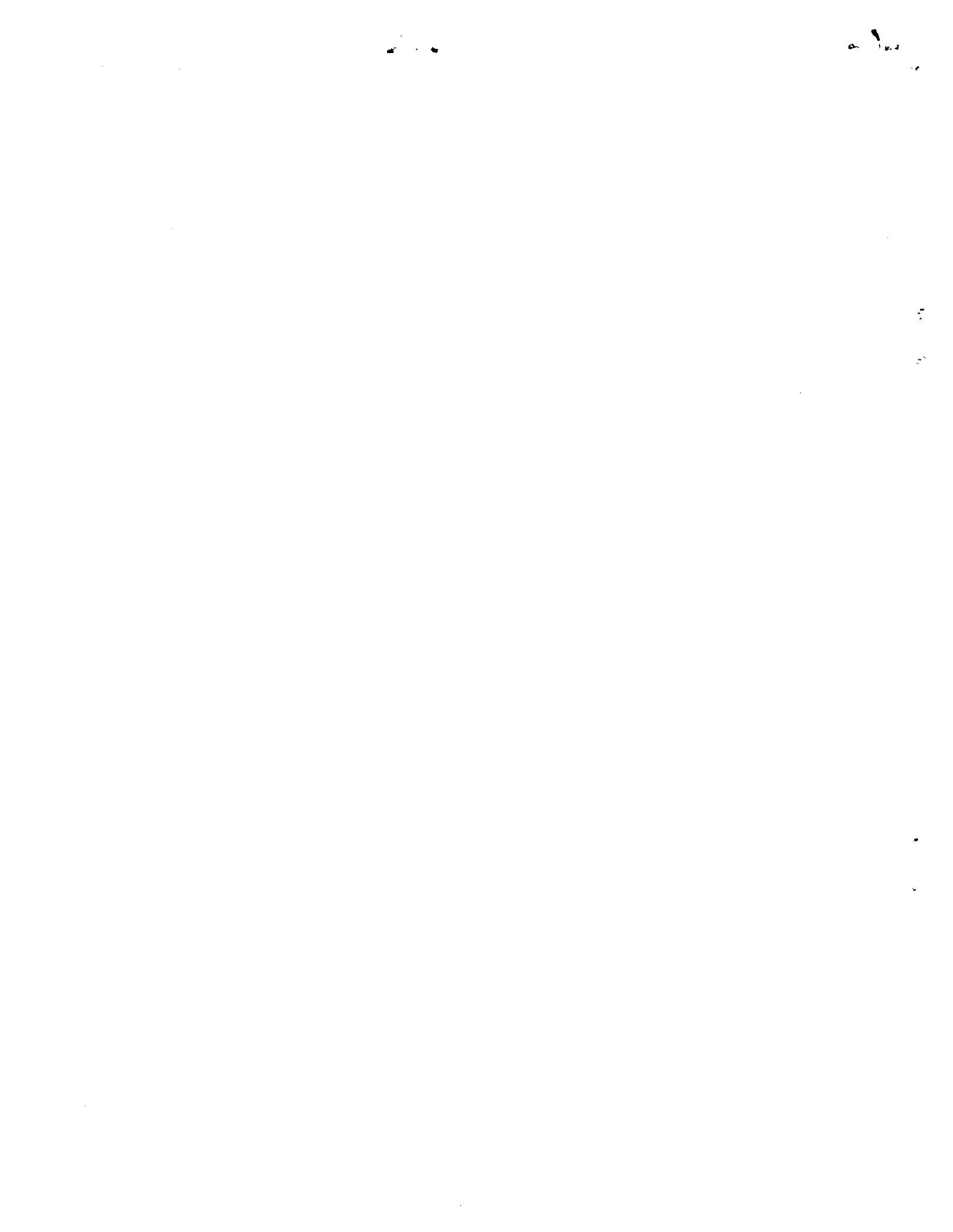


*UNA PROPUESTA METODOLOGICA SOBRE  
PROYECCIONES DE POBLACION POR  
GRUPOS SOCIALES O POR REGIONES.*

ANGEL FUCARACCIO

Santiago, Chile, mayo de 1988

**CELADE - SISTEMA DOCPAL**  
DOCUMENTACION  
SOBRE POBLACION EN  
AMERICA LATINA



# I N D I C E

	Página
INTRODUCCION . . . . .	6
I. NUPCIALIDAD Y FECUNDIDAD: El modelo de Coale, Mc Neil, Trussell. . . . .	9
A. El modelo de Coale, Mc Neil, Trussell. . . . .	10
i. La nupcialidad. . . . .	10
ii. La fecundidad marital. . . . .	14
II. EL MODELO de mortalidad de COALE-DEMENY. . . . .	17
III. EL MODELO DE PROYECCION POR COMPONENTES. . . . .	21
a. Los sobrevivientes. . . . .	21
b. Los nacimientos. . . . .	21
c. Los nacimientos sobrevivientes por sexo. . . . .	22
d. La población total. . . . .	22
e. Cálculo de tasas . . . . .	23
IV. LA INTEGRACION DE LOS MODELOS. . . . .	24
a. Una visión general del modelo completo. . . . .	24
b. El problema de la movilidad entre grupos. . . . .	26
c. Ejemplo de una salida de resultados . . . . .	28
d. Opciones del programa de computación. . . . .	34
VI. PROYECCIONES REGIONALES . . . . .	36
APENDICE I. Antecedentes de modelos económicos-demográficos. . . . .	40
a. Los modelos económicos-demográficos. . . . .	41
b. Los vínculos endógenos entre variables demográficas y económicas. . . . .	44
APENDICE II. Instructivo para el uso del programa. . . . .	49
APENDICE III. El programa de cómputo. . . . .	56

## INTRODUCCION

El problema que se aborda en este documento es el de estimar la evolución demográfica de los diversos grupos sociales que componen un país ante diversas alternativas de desarrollo económico y de políticas sociales. De hecho, por tratarse de grupos sociales, se supone que muestran diferencias en cuanto a la fecundidad, la mortalidad y a las formas de inserción dentro del aparato productivo teniendo, por lo tanto, dinámicas propias y diferentes, definidas por sus características demográficas. También se supone que las variables demográficas están influenciadas por las características económicas y sociales en las que se encuentran inmersos tales grupos y que pueden ser modificadas por ACCIONES DE POLITICA tanto DIRECTAS -ejemplo: control de la natalidad, política de salud, etc.- como INDIRECTAS -ejemplo: mayor grado de desarrollo económico-.

El lector podría pensar que el problema ya se encuentra resuelto, y ello en parte es cierto, pues una vez definidos los grupos sociales, su estructura inicial por sexo y edad, la evolución en el tiempo de la fecundidad y la mortalidad vinculada a las alternativas de política, basta con aplicar la técnica de proyección por componentes a cada uno de los grupos para tener resuelto el problema planteado. La suma de los grupos arrojaría la población del país.

De hecho este procedimiento ha sido aplicado en muchas oportunidades y aquellos que han efectuado ese trabajo saben las dificultades que se presentan en términos del manejo de un número

grande de datos no necesariamente consistentes entre si como para que se satisfaga la condición que la suma de los grupos reproduzca el total nacional. A este problema hay que agregarle el de proyecciones alternativas, con distintas tendencias de fecundidad y mortalidad para cada grupo social: para cada una de proyecciones hay que generar, para cada grupo y para cada quinquenio o decenio, un juego de tasas específicas de fecundidad y mortalidad.

Para ilustrar, supóngase que se tienen tres alternativas de política, que se han identificado ocho grupos sociales y que se requiere de una proyección quinquenal a treinta años plazo. Para cada grupo se requieren 6 juegos de tasas específicas de fecundidad y 12 juegos de tablas de vida (6 para hombres y 6 para mujeres). Para los 8 grupos y las tres alternativas de política se requiere elaborar  $18 \times 8 \times 3 = 432$  juegos de tablas lo que implica manipular 7344 números. Ello muestra la necesidad de contar con un instrumento que facilite la tarea a realizar y su ausencia es parte de la explicación de la escasez de proyecciones de población por grupos sociales.

Es cierto también que existe un conjunto de modelos económicos-demográficos que permiten hacer tales proyecciones, pero el problema que todos ellos presentan es la dificultad de la construcción de los datos iniciales y la estimación de los parámetros que intervienen en las relaciones que vinculan las variables demográficas con las económicas y sociales. Es esta una información necesaria para que el modelo pueda funcionar, que no es de simple obtención, y que en la generalidad de los casos constituye una investigación por si misma que demanda mucho esfuerzo y que desvía la atención del análisis de los efectos de las políticas alternativas.

10/11/60  
obispo 13  
exagerado

10/11/60

En consecuencia es de interés explorar la posibilidad de disponer de un instrumento que permita hacer estimaciones de las características demográficas de la población inicial -estructura por edad, tablas de mortalidad y fecundidad- en condiciones de información limitada de modo tal que facilite la inicialización del modelo. El instrumento debería permitir que, a partir de variables básicas y simples que puedan ser relacionadas con las condiciones económicas y sociales, se generen las tablas pertinentes sin que el operador tenga que intervenir en su construcción, permitiendo de ese modo centrar toda la atención en el análisis.

La contribución que hace este trabajo es precisamente tender a superar los problemas antes mencionados, mediante la integración en un único programa de cómputo de dos modelos demográficos que requieren poca información, a saber: el de nupcio-fecundidad de Coale-Mc Neil-Trussell y el modelo que conduce a la construcción de las tablas modelo de vida de Coale-Demeny. Ambos se integran con un modelo de proyecciones por componentes, donde la población total surge por la suma de todos los grupos sociales.

El modelo de nupcio-fecundidad de Coale-Mc Neil-Trussell, resulta particularmente útil porque expresa en forma analítica una gran variedad de patrones de fecundidad, a partir de un conjunto de parámetros de relativa fácil obtención. Esto permite de un lado, un manejo fácil de datos y del otro, ayuda a la conexión con los factores sociales y económicos a través de los parámetros que utiliza para generar la tabla de fecundidad. Los datos que requiere este modelo son: la edad de ingreso al matrimonio, la velocidad de ingreso, la proporción última de mujeres casadas y el grado general de control natal.

El modelo que conduce a la construcción de las tablas modelo de vida de Coale-Demeny permite estimar las relaciones de supervivencia por sexo para distintos niveles de mortalidad y calcular la estructura por edad de la población estable, que en ausencia de información confiable puede ser utilizada para establecer los valores iniciales de la distribución por edad de la población.

El modelo de proyecciones por componentes es un simple modelo contable que determina nacimientos y muertes y se presenta en el capítulo III. El modelo de nupcio-fecundidad se presenta en el capítulo I y en el capítulo II se presenta el modelo de las tablas modelo de Coale-Demeny. En el capítulo IV se discute el problema de la movilidad entre grupos y se presenta una síntesis gráfica del modelo completo.

En el curso de la investigación se examinó la posibilidad de incorporar al programa un módulo para hacer proyecciones por regiones aprovechando la facilidad que otorga el uso de Tablas Modelo. Para ello es necesario tratar explícitamente el problema de la movilidad entre regiones y no basta con sumar un grupo con otro cuando ello es del caso. Aquí se requiere proyectar la población abierta y por lo tanto incorporar una función donde la migración sea una variable endógena. Sobre el tema de la migración existen diversos enfoques que van desde aquellos propuestos por Willikens y Rogers que utiliza tablas de vida multirregionales que incluyen la influencia de la mortalidad y la migración, hasta los propuestos por la OIT en el modelo Bachue-Filipinas que incluye una función micro y otra macro de propensión a migrar que depende de varios factores entre los que se cuenta la distribución del ingreso y los salarios relativos.

En este trabajo se adoptó un enfoque simple que descansa en la hipótesis que el flujo migratorio depende de lo que aquí se ha llamado la "desocupación teórica", que surge por diferencia entre la oferta de fuerza de trabajo de la población cerrada y la demanda de la región. La demanda regional de fuerza de trabajo, a su vez, es una variable que se da como un dato exógeno, calculado por otro modelo o por el plan de inversiones si éste existe o por cualquier otro procedimiento. Esta ampliación se presenta en el capítulo V.

## I. NUPCIALIDAD Y FECUNDIDAD: El modelo de Coale, Mc Neil, Trussell.

Los estudios han mostrado que el patrón de fecundidad encuentra una componente explicativa importante en el patrón de nupcialidad, el cual depende de la edad al casarse, de la proporción última de casadas y de la velocidad de ingreso al matrimonio.

La edad al casarse y la velocidad de ingreso al matrimonio a su vez son dependientes de una serie de factores como son la religión, los elementos del medio ambiente en que se encuentra inserta la población, los factores de carácter legal que prohíben el matrimonio antes de una edad mínima o aquéllos vinculados con el nivel educativo que alcanza la mujer en la medida que la permanencia en el sistema tiene el efecto de postergar el matrimonio. Por otra parte, la proporción última de mujeres casadas es una expresión sintética de las tradiciones de soltería, de restricciones al casamiento, del número relativo de hombres y mujeres o índice de masculinidad.

La otra componente explicativa del patrón de fecundidad es el grado de control natal ejercido por la población.

En resumen, el modelo de nupcio-fecundidad depende de variables que encuentran su explicación en factores socioeconómicos.

Para esta presentación se han revisado los cuatro artículos siguientes donde se presenta y se discute el modelo:

(\*1) Coale, Ansley J. "Age Patterns of Marriage", Population Studies, July, 1971.

- (\*2) Coale, A.J. and Mc Neil, D.R. "The Distribution by Age of the Frequency of First Marriage in a Female Cohort", Journal of the American Statistical Association, December, 1972.
- (\*3) Coale, A.J. and Trussell, T.J. "Model Fertility Schedules: Variations in the Age Structure of Childbearing in Human Population", Population Index, April, 1974.
- (\*4) Coale, A.J. and Trussell, "Technical Note: Finding the two Parameters that Specify a Model Schedule of Marital Fertility". Population Index, April, 1978.

Los artículos (\*1) y (\*2) plantean el problema de encontrar un patrón standard de primeros matrimonios que, mediante la especificación de tres parámetros -edad al casarse, la proporción última de mujeres casadas y la rapidez de ingreso al matrimonio- permita reproducir una gran variedad de curvas de nupcialidad, registradas en diversos países y en contextos históricos diferentes.

El artículo (\*3) trata del modelo de fecundidad marital y la hipótesis es que la fecundidad por edad resulta de multiplicar dos modelos: el de nupcialidad antes enunciado y el de fecundidad natural marital al que se incorporan diversos grados de control natal. En ese artículo se da una expresión matemática explícita para las frecuencias de primeros matrimonios.

En el apartado A se presentará una síntesis un tanto detallada del modelo de nupcialidad dado que se lo integra a un programa de cómputo y en el apartado B se resume el modelo de fecundidad.

## A. El modelo de Coale, Mc Neil, Trussell.

### i. La nupcialidad.

En el trabajo (\*1) se presentan evidencias que el comportamiento de diferentes grupos de mujeres alguna vez casadas (cohorte de mujeres) -que difieren tanto en la edad media al casamiento como en la proporción en que permanecen solteras-, puede ser reducido a un patrón standard. En términos gráficos, las pautas reales difieren del standard sólo en el origen (edad al casarse), en el área total (proporción de la cohorte alguna vez casada al fin de su vida, o eje vertical) y en la tasa a la cual se incrementan los matrimonios (escala horizontal).

El patrón standard de proporciones de mujeres alguna vez casada sugiere la existencia de alguna ley que representa las frecuencias, por edad, en las cuales tiene lugar el primer matrimonio. Sin embargo, Coale indica que este patrón común no fue descubierto antes por la forma en que se calculan y publican los datos: las tasas de primeros matrimonios se publican tomando como denominador a la población soltera ( (\*1), pag.203 ). Pero, si la frecuencia de primeros matrimonios se define como el número de primeros matrimonios, en un intervalo de edad, dividido por el número de mujeres del intervalo -cualquiera sea su status marital-, resultado que en adelante se llamará "g", se sigue que las frecuencias acumuladas de primeros matrimonios (desde la edad más joven hasta una determinada edad) es la proporción de "alguna vez casada" a esa edad ((\*1), pág.196), que en adelante se llamará "G".

El riesgo de casarse del grupo elegible (r) es la

frecuencia standard de primeros matrimonios en cada edad dividido por la proporción standard de solteras o de uno menos la proporción standard de alguna vez casada. Si la cohorte se divide en dos grupos de mujeres, aquellas que alguna vez han de casarse y aquellas que nunca llegarán a hacerlo, las elegibles son las primeras ((\*1), pág.203).

Las curvas fueron ajustadas a una escala vertical que da el 100 por ciento de mujeres alguna vez casadas al fin de su vida; o lo que es lo mismo, se dejó de lado las mujeres siempre célibes ((\*1), pág. 199). Siguiendo el procedimiento anotado, y habiéndose calculado la tabla numérica del riesgo de casarse (excluidas las mujeres que nunca se casan), los autores ajustaron a esos datos la función doble exponencial siguiente:

$$r(x) = 0,174 e^{-4,411 x} - \frac{0,309}{k} e^{-0,309 x}$$

donde  $r$  es el riesgo de casarse y  $x$  la edad.

Para una cohorte en la cual los casamientos comienzan en la edad  $a_0$  la ecuación anterior se convierte en:

$$(1) \quad r(a) = \frac{0,174}{k} e^{-4,411 (a-a_0)} - \frac{0,309}{k} (a-a_0) e^{-0,309 (a-a_0)}$$

donde  $k$  es un factor de escala. Si  $k = 1$ ,  $r$  tiene la misma velocidad que la curva standard (población de Suecia del siglo XIX). Cuanto más pequeño sea  $k$  más rápidamente aumenta al riesgo de casarse.

Dado que la función riesgo no cumple con ciertas propiedades matemáticas, la investigación se derivó a la búsqueda de una función analítica para las frecuencias de primeros matrimonios ( (\*2)). Se encontró una función doble exponencial que tiene la siguiente forma:

\*

$$- \frac{0,2881}{k} (a - a_0 - 6,06 k)$$

$$- \frac{0,174}{k} (a - a_0 - 6,06 k) - e$$

$$(2) \quad g(a) = \frac{0,19465}{k} e$$

\*

donde  $a_0$  es la edad más baja de ingreso al matrimonio y  $k$  es el factor de escala que expresa el número de años de nupcialidad en la población específica, equivalente a un año en la población standard. Si  $k=1$  los primeros matrimonios ocurren de la misma forma que en la población sueca del siglo XIX, que sirvió de base para el cálculo del standard.

En la curva standard, la mitad de la población que alguna vez ha de casarse experimenta el primer matrimonio diez años después de la edad de entrada al primer casamiento; y si  $k=0,5$ , los primeros matrimonios ocurren al doble del standard, o sea, el 50 por ciento de la cohorte habrá experimentado su primer matrimonio cinco años después de la edad  $a_0$  (\*3), pág. 187).

Siendo  $g$  las frecuencias de primeros matrimonios, la suma desde la edad de ingreso al matrimonio hasta una determinada edad es la proporción de mujeres alguna vez casada ( $G$ ). O sea,

$$(3) \quad G(a') = C \sum_{a_0}^{a''} g(a)$$

donde  $C$  es un factor de escala que está determinado por la proporción última de mujeres alguna vez casada. Si  $C=1$  indica que

la totalidad de la cohorte se casa alguna vez, o que no existe celibato.

Coale presenta para las dos últimas funciones, tablas con incrementos de edad de 0,1. Estas funciones resultan de particular interés pues al incorporarlas a un modelo socio-demográfico permite ahorrar memoria de computadora y un más limpio manejo de datos.

A los efectos de examinar la posibilidad de simplificar el procedimiento de cálculo se consideró útil revisar los valores que se calculan con las funciones cuando dicho incremento se considera igual a 1. Si la diferencia con las tablas numéricas no es muy grande, un incremento de 1, permite ahorrar tiempo de máquina. Se procedió a esta comparación y para ello se tomó a  $C=k=1$ . Se calcularon los valores de las frecuencias de primeros matrimonios dada por la función  $g(a)$  y se procedió a su integración numérica de acuerdo con la siguiente fórmula, que no necesariamente es la misma que aplicó Coale en su trabajo:

$$G(a+2Da) = \left( g(a) + 2 g(a+Da) + g(a + 2 Da) \right) \frac{Da}{2} + G(a)$$

Esta fórmula se aplicó partiendo desde  $a=0$  con incrementos (D) de edad de un año ( $Da=1$ ) hasta la edad 15 y a partir de ella el incremento de edad se supuso igual a 5 años ( $Da=5$ ). Los resultados se pueden apreciar en el cuadro 1. El  $G(a)$  estimado excede 1000 a partir de  $a=35$ , pero ello se debe al  $Da=5$  que se aplicó en la integración numérica.

En general puede decirse que el modelo, con incrementos de 1, resulta satisfactorio para caracterizar el patrón standard. Por consiguiente y con esta modificación se utilizará al incorporarla al modelo de proyecciones demográficas.

Cuadro 1. Frecuencias de primeros matrimonios  $g(a)$  y de alguna vez casada  $G(a)$ . ( $C=k=1$ )

Edad a	Estimación efectuada con la función		Datos numéricos de
	$g(a)$	$G(a)$	Coale para $G(a)**$
-en miles-			
0	1,81	0,20	0,00
1	6,39	5,00	3,62
2	15,75	16,07	14,83
3	29,63	38,76	37,04
4	45,57	76,37	74,07
5	60,25	129,28	126,09
6	71,11	194,96	191,43
7	77,08	269,06	265,32
8	78,40	346,80	342,93
9	76,02	424,01	420,73
10	71,11	497,57	495,24
11	64,76	565,51	563,97
12	57,80	626,79	625,37
13	50,82	681,10	679,37
14	44,17	728,59	726,49
15	38,07	769,72	767,25
20	16,91	907,16*	899,15
25	7,18	967,36*	957,07
30	3,02	992,87*	982,67
35	1,27	1 003,00*	995,08
40	0,53	1 008,00*	999,77

\* El incremento de a (Da) es 5. Para el resto es Da=1.

\*\* Op. Cit., Population Studies, 1971.

## ii. La fecundidad marital.

La hipótesis básica es que el patrón de fecundidad resulta de la multiplicación de dos modelos: el de nupcialidad y el de fecundidad marital (\*3). O sea,

$$(4) \quad f(a) = C \cdot m(a) \cdot \sum_{a_0}^a g(a')$$

donde  $f(a)$  es la fecundidad por edad;  
 $g(a')$  es la ecuación (2);  
 $m(a)$  es la fecundidad marital por edad y  
 $C$  es un factor de escala definido en la ecuación (3).

El modelo es válido en tanto se mantenga la hipótesis de que no existen nacimientos extramaritales y que no ocurren disoluciones matrimoniales en el intervalo de vida fértil de la mujer.

Por otra parte, la fecundidad marital puede expresarse como la fecundidad natural, o la fecundidad que tiene lugar si no se practica control deliberado de los nacimientos, corregidos por el efecto del control deliberado de la natalidad. O sea,

$$(5) \quad m(a) = M \cdot e^{m^* \cdot v(a)} \cdot n(a), \quad \text{donde}$$

$n(a)$  es el patrón de fecundidad natural, por edad  $a$ ;  
 $M$  es un factor de escala que determina el nivel de la fecundidad y que se estima como el cociente entre  $m$  y  $n$  en una edad determinada (se aconseja tomar la edad 20-24);  
 $v(a)$  es una función que expresa la tendencia de las mujeres de mayor edad a controlar más fuertemente su fecundidad. El efecto de esta función es disminuir la fecundidad natural en las edades más avanzadas. Un  $v(a)=0$  indica

que en esa edad la fecundidad marital efectiva no difiere de la natural;

$m^*$  es un parámetro cuyo valor indica el grado general de control de la fecundidad y su efecto es desplazar toda la curva. Cuando  $m^*=0$  la fecundidad natural es igual a la fecundidad marital efectiva.

En definitiva  $v(a)$  y  $m^*$  recogen dos hechos: el primero, la tendencia de las mujeres de más edad a disminuir su patrón de fecundidad natural (considerado en  $v(a)$ ). Esta función que es numérica se establece como un standard obtenido de 43 patrones listados en el UN Demographic Yearbook de 1965 y representa el desvío típico de la fecundidad natural. El segundo hecho, recogido en  $m^*$ , representa el grado general de control natal. Los valores numéricos de la función  $v(a)$  se reproducen en el Cuadro 2.

En suma, el modelo que presenta Coale y sus colegas para estimar la fecundidad marital se fundamenta en la nupcialidad, la fecundidad natural, el grado general de control de la procreación y el grado específico de control de los nacimientos que ejercen las mujeres de mayor edad. La hipótesis explícita es que no existen nacimientos fuera del matrimonio y que cuando las mujeres se casan sus matrimonios no se disuelven. La aplicación del modelo conduce a la determinación de curvas de fecundidad que tienen formas diversas según el valor que tengan los parámetros.

En el programa de cómputo que se presenta más adelante, sólo se introduce un grado general de control cuya función es desplazar la totalidad de la curva, sin cambiar la forma de la misma que es el efecto que produce la utilización de la ecuación 5 anterior. En otros términos ésta ecuación fue eliminada del programa. Dados los parámetros de la función de nupcialidad y el grado general de control de la natalidad se determina el nivel de la tasa global de fecundidad.

Cuadro 2: Función numérica del grado de control natal ejercido por las mujeres de mayor edad (  $v(a)$  ).

a	v(a)	a	v(a)
1	0.0	20	-0,60
2	0.0	21	-0,68
3	0.0	22	-0,76
4	0.0	23	-0,83
5	0.0	24	-0,90
6	0.0	25	-0,97
7	0.0	26	-1,04
8	0.0	27	-1,11
9	-0,004	28	-1,18
10	-0,03	29	-1,25
11	-0,06	30	-1,32
12	-0,10	31	-1,39
13	-0,15	32	-1,46
14	-0,20	33	-1,53
15	-0,25	34	-1,59
16	-0,31	17	-1,64
17	-0,37	36	-1,67
18	-0,44	37	-1,69
19	-0,52	38	-1,70

Nota: La edad número 1 corresponde a los 12,5 años de edad.  
La fuente de la columna 2 y 5 es: Op.cit. Pop. Index, 1978

## II. EL MODELO de mortalidad de COALE-DEMENY.

El programa de proyecciones demográficas por grupos simultáneos que se presenta después incorpora el modelo de Coale-Demeny utilizado para el cálculo de las relaciones de supervivencia presentado en el libro "REGIONAL MODEL LIFE TABLES AND STABLE POPULATIONS" (págs. 20-21 y 38-39). El programa incorpora los valores numéricos de las regresiones utilizadas para el cálculo de las tablas OESTE.

El procedimiento de Coale-Demeny consiste en asociar, mediante ecuaciones de regresión, la probabilidad de morir a la edad X antes de alcanzar la edad X+N con la esperanza de vida a la edad 10.

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$(A1) \quad QNX(I) = a1(I)+b1(I)*E10 \quad I=0,1,5,10,\dots,75$$

$$(A2) \quad \text{LOG}(10000*QNX(I)) = a2(I)+b2(I)*E10 \quad I=0,1,5,10,\dots,75$$

$$(A3) \quad LX(I+N)=LX(I)*(1-QNX(I)) \quad ; \quad LX(0)=1$$

donde

QNX = probabilidad a la edad X de morir antes de alcanzar la edad X+N.

E10 = número de años que faltan ser vividos a la edad 10

a1,a2,b1,b2 = coeficientes de regresión que vinculan E10 con QNX

LX = número de sobrevivientes a la edad X de una cohorte de 100000 personas.

Debe hacerse notar que la E10 utilizadas en las regresiones no es la esperanza de vida que se encuentra en la

Tablas de COALE-DEMENY (Pgs. 1 a 25) y no se encuentran publicadas.

En consecuencia para utilizar las ecuaciones de regresión fue necesario estimar estas esperanzas mediante un proceso iterativo, de aproximaciones sucesivas. Las tablas se encuentran separadas para hombres y mujeres de modo que existe un juego de coeficientes A y B distintos para hombres y mujeres.

Para la estimación de la QNX(I) se aplica el criterio de estimar dos los valores que arrojan las dos ecuaciones (A1) y (A2) y según sean los resultados se selecciona un valor único de QNX(I), según el siguiente juego de criterios:

a) para una mortalidad femenina inferior al nivel 21, para cada edad,

si  $(A1) \leq (A2)$  entonces  $QNX = (A1)$ ;

si  $(A1) > (A2)$  se toma un promedio  $QNX = ((A1) + (A2)) \div 2$ .

si  $(A1) < 0$ , se asigna a QNX el valor de la ecuación (A2) o sea,  $QNX = (A2)$

si  $(A2) < 0$  entonces  $QNX = (A1)$ .

si  $(A1) < 0$  y  $(A2) < 0$  se asigna valor cero a QNX;

el último valor de QNX es 1 ( $QNX(18) = 1$ ).

b) para una mortalidad superior al nivel 21 se procede de la siguiente manera:

si  $(A2) \geq (A1)$  entonces  $QNX = (A2)$  y en caso contrario se toma un promedio  $QNX = ((A1) + (A2)) \div 2$ ;

si  $(A1) < 0$  entonces  $QNX = (A2)$ ;

si  $(A2) < 0$  entonces  $QNX = (A1)$ ;

si (A1) y (A2) son negativos entonces  $QNX = 0$  y para el valor último se hace  $QNX(18) = 1$

En el caso de los hombres se aplica el mismo criterio y los valores numéricos de las funciones difieren del de las mujeres a causa que la E10 es distinta para uno y otro sexo así como los coeficientes de regresión.

El cálculo de LX, o sea el número de sobrevivientes a la edad X de una cohorte de 100000, se efectúa según la ecuación (A3); y el cálculo de LLX, el número de personas-año vivido entre la edad X y X+5 por una cohorte de 100000 personas se efectúa del siguiente modo:

- (1)  $LLX(0) = 100000 * K_0 + (1 - K_0) * LX(1)$  para las edades 0-1  
 (2)  $LLX(1) = K_1 * LX(1) + (4 - K_1) * LX(2)$  para las edades 1-4

K0 y K1 son factores de separación que asumen valores distintos por sexo de acuerdo a los valores de QNX(0), según se puede ver en el cuadro siguiente.

MODELO OESTE: VALORES DE LOS FACTORES DE SEPARACION.

	K0		K1	
	hombres	mujeres	hombres	mujeres
QNX(0) >= 0.1	0.33	0.35	1.352	1.361
QNX(0) < 0.1	0.0425 +2.875 QNX(0)	0.005 +3.00 QNX(0)	1.653 -3.013 QNX(0)	1.524 -1.625 QNX(0)

Para el resto de edades se aplica las siguientes fórmulas:

- (3)  $LLX(I) = 2.5 * (LX(I) + LX(I+1))$  I=2,3,..., 16

$$(4) \quad LLX(17) = 3.725 * LX(17) + .0000625 * (LX(17))^2$$

$$(5) \quad \text{ESPERANZA DE VIDA AL NACER} = \frac{\sum_{I=0}^{17} LLX(I)}{100000}$$

El cálculo de las relaciones de supervivencia es:

$$(6) \quad PPX(0) = (LLX(0) + LLX(1)) \div 500000 \quad (\text{es PB})$$

$$(7) \quad PPX(1) = LLX(2) \div (LLX(0) + LLX(1))$$

$$(8) \quad PPX(I) = LLX(I+1) \div LLX(I) \quad I=2, 3, \dots, 15$$

$$(9) \quad PPX(16) = \frac{LLX(17) + \sum_{I=16}^{17} LLX(I)}{LLX(16)}$$

$$(10) \quad PPX(17) = 0.$$

La estructura por edad de la población estacionaria es

$$(11) \quad EEDAD(I) = \frac{LLX(I)}{\sum_{I=0}^{17} LLX(I)}$$

La estructura por edad de la población estable es

$$(12) \quad EEDAD(I) = e^{-r \cdot a} \cdot \frac{LLX(I)}{\sum_{I=0}^{17} \{e^{-r \cdot a} \cdot LLX(I)\}}$$

donde  $r$  es la tasa intrínseca de crecimiento

$a$  es la edad que asume el punto medio de los intervalos de edad: 0.5, 3.0, 7.5, 12.5, 17.5, ..., 77.5.

Para el grupo de 80 y más se utiliza la siguiente relación:

$$(13) \quad 80 + 0.6 E(80) + 0.92$$

Las fórmulas anteriores fueron incorporadas al programa de cómputo.

### III. EL MODELO DE PROYECCION POR COMPONENTES.

Como se dijo anteriormente, el modelo de proyecciones por componentes es uno contable que calcula los nacimientos y las muertes. Por adición y sustracción respecto a una población inicial, respectivamente, se obtiene la población del período siguiente. Cuando no se considera la migración internacional y la migración interna, el modelo corresponde a uno de población cerrada. Este es el aspecto que se trata enseguida.

#### a. Los sobrevivientes.

El cálculo de los sobrevivientes en el tiempo  $T+5$  se efectúa multiplicando la población inicial de cada sexo, por sus respectivas relaciones quinquenales de supervivencia.

$$PF2(J+1)=PF(J)*PXF(J)$$

$$PM2(J+1)=PM(J)*PXM(J) \quad J=1,2,\dots,15$$

PF y PM es la población femenina y masculina, respectivamente; y donde el índice  $J=1$  corresponde al grupo de edad 0-4; el  $J=2$  al grupo 5-9; el  $J=16$  al grupo 75-79 y el  $J=17$  al intervalo abierto de 80 y más años que se calcula así:

$$PF2(17)=PF(16)*PXF(16)+PF(17)*PXF(17)$$

$$PM2(17)=PM(16)*PXM(16)+PM(17)*PXM(17)$$

#### b. Los nacimientos.

Se calcula un promedio de nacimientos. Para ello se aplica a la población femenina inicial (PF) la tabla de fecundidad inicial (FEC); y a las mujeres sobrevivientes cinco años después

(PF2) se les aplica la fecundidad que rige cinco años más tarde (FEC2). La suma de ello dividido por 2 se considera como una aproximación al promedio anual de nacimientos que multiplicado por 5 da el número de los nacimientos del quinquenio (NAC). O sea,

$$NAC = 2.5 * \sum_I (PF(I) * FEC(I) + PF2(I) * FEC2(I))$$

donde I tiene el recorrido de las edades reproductivas.

c. Los nacimientos sobrevivientes por sexo.

Los nacimientos femeninos sobrevivientes (NACF) se obtienen aplicando a los nacimientos totales del quinquenio (NAC) el coeficiente que corresponde a la relación de sexos al nacer (CO) y la relación de supervivencia (PX) del sexo correspondiente.

$$NACF = NAC * CO * PXF(0)$$

$$NACM = NAC * (1 - CO) * PXM(0)$$

Las cifras calculadas se incorporan a las edades de 0-4 años de la población del segundo período, según el sexo que les corresponda.

d. La población total.

La población masculina total del período 2 (PMT2) surge de la suma por las edades (J) de la población y lo mismo para la población femenina total (PFT2). A su vez la suma de ambos elementos da la población total del período 2 (POBT2)

$$\text{PMT2} = \sum_J \text{PM2}(J)$$

$$\text{PFT2} = \sum_J \text{PFD2}(J)$$

$$\text{POBT2} = \text{PMT2} + \text{PFT2}$$

#### e. Cálculo de tasas

Los muertos del quinquenio del grupo de edad 0-4 se calculan restando a los nacimientos el número de los sobrevivientes (NAC-NACF-NACM); y para el grupo de 5 y más años de edad haciendo la diferencia entre la población del primer y segundo período de proyección, excluido para este segundo período el grupo de edad de 0-4. La suma de ambos son las muertes totales que dividido por el promedio de la población, da la tasa de mortalidad (MORT). La tasa de natalidad (NATA) resulta de dividir los nacimientos del quinquenio por el promedio de la población; y la tasa de crecimiento (CREC) resulta por diferencia entre la natalidad y la mortalidad.

$$\text{MORT} = (\text{POBT1} - \text{POBT2} + \text{NAC}) \div (\text{POBT1} + \text{POBT2}) * 2.5$$

$$\text{NATA} = \text{NAC} \div ((\text{POBT1} + \text{POBT2}) * 2.5)$$

$$\text{CREC} = \text{NATA} - \text{MORT}$$

#### IV. LA INTEGRACION DE LOS MODELOS.

##### a. Una visión general del modelo completo.

El modelo de nupcialidad, el de mortalidad y el modelo contable pueden ser integrados en un único programa de cómputo. El resultado de ello será un modelo de proyecciones demográficas que requiere de muy pocos datos iniciales para que pueda ser operado. Ello resulta de particular interés cuando hay insuficiencia de datos y el objetivo es simular opciones de políticas alternativas.

Los tres modelos fueron integrados en un único programa de cómputo que solicita al operador los siguientes datos para cada grupo social:

#### LECTURA DE DATOS INICIALES

1. número de años de la proyección 2. número de grupos sociales
<b>PARA CADA GRUPO SOCIAL HAY QUE INGRESAR,            PARA EL AÑO INICIAL, DATOS DE:</b> 3. número de la población 4. relación de masculinidad
<b>PARA CADA GRUPO SOCIAL y PARA QUINQUENIO            DE LA PROYECCION HAY QUE INGRESAR DATOS DE            LA NUPCIALIDAD</b> 5. edad al casarse 6. velocidad de ingreso al matrimonio 7. proporción última de mujeres casadas 8. proporción de mujeres casadas que usan anticonceptivos 100% eficaces
<b>9. MORTALIDAD INFANTIL</b>

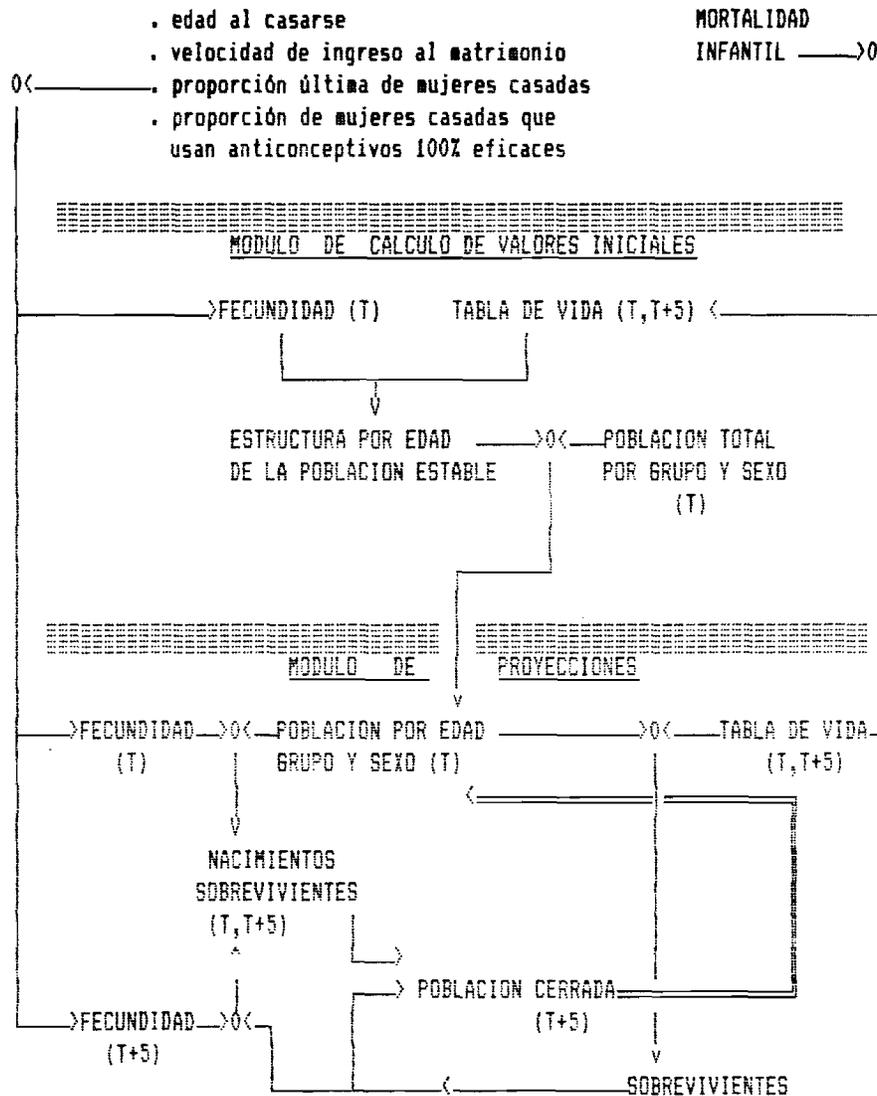
Determinados valores de la mortalidad infantil, dentro del programa de computación, fueron asociados con la E10 de hombres y mujeres que intervienen en las ecuaciones (A1) y (A2) del capítulo II. Como se dijo anteriormente estos valores fueron encontrados mediante un método iterativo tal que reemplazando el valor de la E10 en las ecuaciones reprodujera las tablas de vida publicadas de Coale-Demeny. Cuando el operador entrega un valor de mortalidad infantil que no figura en la tabla de datos del programa, éste encuentra la E10 mediante interpolación para el valor correspondiente a la mortalidad infantil dada por el operador. Genera por lo tanto tablas de vida interpoladas mediante el uso de las ecuaciones.

El programa, utilizando los datos de mortalidad infantil de cada grupo construye, para el período inicial, la tabla de vida que se encuentra asociada con dicha mortalidad y utilizando los parámetros que requiere el modelo de nupcio-fecundidad, construye las tasas específicas de fecundidad. Los resultados de ambos modelos se utilizan para determinar la estructura por edad de la población estable, para cada uno de los grupos y con esta estructura se distribuye el total de la población que se entregó como dato inicial. Se tiene entonces la población inicial de cada grupo por sexo y edad.

Esta estructura inicial queda sometida a las leyes de mortalidad y fecundidad que se ha entregado desde afuera obteniéndose de este modo las proyecciones por grupos.

En el caso que se disponga del dato por edad y sexo de la población inicial, de las tasas específicas de fecundidad y de la tabla de vida, el programa tiene una opción que permite introducir estos datos. Es evidente que cuando se adopta esta opción lo más

**GRAFICO I**



probable es que la estructura etaria no coincidirá con la de la población estable y en consecuencia cabe esperar fluctuaciones en las tasas de crecimiento de los grupos.

Una visión de la operatoria del modelo se puede apreciar en el gráfico I.

**b. El problema de la movilidad entre grupos.**

Conviene hacer unas breves indicaciones acerca de qué se entiende en este trabajo cuando se habla de grupo social y del criterio acerca de cómo puede ser tratado el problema de la movilidad entre grupos.

Un grupo social se define como el conjunto de individuos que pueden ser caracterizados por uno o varios atributos comunes de carácter social, con tal que cumpla con la condición de que la variabilidad interna del grupo respecto de los atributos, sea mínima. El que la variabilidad interna sea mínima asegura que se está en presencia de un grupo relativamente homogéneo.

La diferencia entre un grupo y otro debe traducirse en diferencias en los valores que asumen los atributos; y en la formación de los grupos debe buscarse aquella clasificación que arroje una diferencia máxima inter-grupo. Por ejemplo, supóngase que la población se clasifica por el nivel de ingreso del jefe de hogar y que los estratos de ingreso se han confeccionado de modo tal que los diferenciales de ingreso, de mortalidad y de fecundidad entre los grupos sea máxima y que al mismo tiempo se cumpla que la diferencia intra-grupo sea mínima. En este caso el grupo social estará definido por los tres atributos simultáneos: ingreso, fecundidad y mortalidad; y un grupo se diferenciará de los otros precisamente por tales diferencias en el momento inicial.

Con las especificaciones efectuadas anteriormente, se dirá que dos grupos son iguales cuando los valores numéricos de los atributos que los definen son iguales en algún punto del tiempo y continúan iguales en la trayectoria futura.

*I don't think  
that this is  
what is meant  
by "grupo social".*

Con esta definición de grupo social, cada grupo puede ser tratado como si fuera una población cerrada; es decir, considerar que no hay desplazamiento de personas de un grupo a otro.

El lector podría plantearse algunas alternativas. Cual sería el tratamiento cuando una parte de los individuos de un grupo tienen una "propensión" mayor que la otra parte, para adquirir los atributos que caracterizan a un segundo grupo. La contestación a esta alternativa sería que a esas personas se las debe separar y considerarlas como un grupo inicial aparte, a pesar que inicialmente coincidan los valores numéricos de sus atributos. Una segunda alternativa sería que la totalidad de individuos de un grupo adquieran, con el transcurso del tiempo, los atributos que definen al segundo grupo y que lo sigan manteniendo en el tiempo. En este caso la totalidad de las personas del grupo, cuyos atributos cambiaron, pasarían a formar parte del segundo grupo. Si ello ocurre, el operador al final del ejercicio de proyección debería sumar los grupos correspondientes. Tanto en esta alternativa como en la anterior, sigue siendo válido tratar a cada grupo como si fuera una población cerrada y al final del ejercicio de proyección unir aquellos grupos que tienen iguales atributos.

Lo anteriormente expresado puede ser ilustrado con el ejemplo que se presenta más adelante. Los datos ingresados figuran en el cuadro siguiente.

Como allí se puede observar los tres grupos difieren hasta el año 1990 en alguno de los atributos que los caracteriza; pero a partir de esa fecha el grupo 1 ha alcanzado la caracterización del grupo 2 continuando también igual en el año 2000. En esos momentos tanto las curvas de fecundidad de ambos grupos como las relaciones de supervivencia por sexo y edad serán

iguales entre si. A partir de ese año se puede sumar la población del grupo 1 con la del 2.

	1980	1985	1990	1995	
<b>GRUPO SOCIAL 1</b>					
PROPORCIÓN ÚLTIMA DE CASADAS	1	1	1	1	
EL 50% DE LA COHORTE SE CASA AL CABO DE	5	5	10	10	ANOS
PORCENTAJE DE MUJERES QUE CONTROLA	0	0	0	0	
EDAD DE INGRESO AL MATRIMONIO	11	11	14	16	
MORTALIDAD INFANTIL (por mil)	392.8	200.0	200.0		
<b>GRUPO SOCIAL 2</b>					
PROPORCIÓN ÚLTIMA DE CASADAS	1	1	1	1	
EL 50% DE LA COHORTE SE CASA AL CABO DE	10	10	10	10	ANOS
PORCENTAJE DE MUJERES QUE CONTROLA	0	0	0	0	
EDAD DE INGRESO AL MATRIMONIO	11	11	14	16	
MORTALIDAD INFANTIL (por mil)	200.0	200.0	200.0		
<b>GRUPO SOCIAL 3</b>					
PROPORCIÓN ÚLTIMA DE CASADAS	1	1	1	1	
EL 50% DE LA COHORTE SE CASA AL CABO DE	12	12	12	12	ANOS
PORCENTAJE DE MUJERES QUE CONTROLA	0	0	0	0	
EDAD DE INGRESO AL MATRIMONIO	17	17	17	17	
MORTALIDAD INFANTIL (por mil)	11.2	11.2	11.2		

### c. Ejemplo de una salida de resultados

Con los datos anteriores de fecundidad y mortalidad, y con los datos de la población total por sexo de cada grupo, el programa calcula las tasas específicas de fecundidad y la distribución inicial por edad y sexo de la población estable inicial. Para el Grupo 1 se muestra a continuación una salida de los resultados del cálculo.

**AÑO 1980**  
**TASAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDAD, GRUPO SOCIAL 1**  
**MODELO DE MUJERES-FECUNDIDAD DE COALE-TROUSSEL**  
**PROPORCIÓN ÚLTIMA DE CASADAS= 1**  
**EL 50% DE LA COHORTE SE CASA AL CABO DE 5 AÑOS**  
**PORCENTAJE DE MUJERES QUE CONTROLA 0**  
**EDAD DE INGRESO AL MATRIMONIO= 11**

EDAD	FECUNDIDAD		ACUMULADO		
	MEDIA	ACUMULADA	USUARIA	NO-USO	CASADA
14	0.0326	0.0979	0.0000	0.2095	0.2095
19	0.2709	1.4522	0.0000	0.8004	0.8004
24	0.4316	3.6103	0.0000	0.9770	0.9770
29	0.4000	5.6104	0.0000	1.0000	1.0000
34	0.3133	7.1772	0.0000	1.0000	1.0000
39	0.2232	8.2929	0.0000	1.0000	1.0000
44	0.1415	9.0005	0.0000	1.0000	1.0000
49	0.0661	9.3310	0.0000	1.0000	1.0000

Para la población inicial, a partir de la mortalidad infantil de ambos sexos el programa calcula la tabla de vida y la estructura de la población estable que corresponde al modelo coste de las tablas de Coale-Demeny. Los resultados, para hombres y mujeres, se muestran en los cuadros siguientes.

**AÑO 1980**  
**RELAC. SUPERVIVENCIA POR EDAD, GRUPO SOCIAL 1**

MUJERES			EDAD
Q(X)	L(X)	P(X)	
0.36517	76264.0	0.57278	5.29
0.26148	210125.1	0.78861	14.05
0.07310	225948.1	0.93457	14.16
0.05716	211070.2	0.93471	12.31
0.07392	197288.5	0.91748	10.70
0.09180	181008.9	0.90310	9.14
0.10251	163469.5	0.89135	7.68
0.11549	145708.8	0.87970	6.37
0.12575	128179.5	0.87076	5.21
0.13323	111613.7	0.86333	4.22
0.14065	96359.1	0.84177	3.39
0.17869	81112.2	0.80192	2.66
0.22168	65045.8	0.73821	1.98
0.31332	48017.6	0.65293	1.36
0.39622	31352.0	0.55399	0.83
0.52847	17368.7	0.42646	0.43
0.66914	7407.0	0.27273	0.17

## POBLACION ESTACIONARIA, AÑO 1980

TASA DE NATALIDAD, por mil 49.9996  
 TAM. POBL, B(0)=1 20.0002

## POBLACION ESTABLE

TASA INTRIN. NATALIDAD, por mil 69.8356  
 TASA INTRINS. MORTALIDAD, por mil -55.4127  
 TASA INTRINSECA CREC., por mil 14.4228  
 TAM. POBL, B(0)=1 14.3193

AÑO 1980

## RELAC. SUPERVIVENCIA POR EDAD, GRUPO SOCIAL 1

HOMBRES			
Q(X)	L(X)	P(X)	EDAD
0.41907	71922.1	0.52868	5.38
0.25971	192420.0	0.78599	13.91
0.06751	207768.9	0.94169	14.12
0.04843	195654.9	0.94345	12.43
0.06506	184591.0	0.92179	10.95
0.09226	170153.8	0.90238	9.43
0.10353	153542.7	0.88887	7.95
0.11961	136479.3	0.87123	6.61
0.13918	118904.7	0.84683	5.38
0.16943	100691.6	0.82222	4.25
0.18734	82790.8	0.79287	3.27
0.23089	65642.1	0.75187	2.42
0.27053	49354.6	0.69526	1.70
0.35164	34314.1	0.61358	1.11
0.44006	21054.4	0.51778	0.63
0.55751	10901.5	0.39625	0.31
0.70825	4319.7	0.25302	0.11
1.00000	1463.2	0.00000	0.04

## POBLACION ESTACIONARIA, AÑO 1980

TASA DE NATALIDAD, por mil 55.4948  
 TAM. POBL, B(0)=1 18.0197

## POBLACION ESTABLE

TASA INTRIN. NATALIDAD, por mil 75.2701  
 TASA INTRINS. MORTALIDAD, por mil -61.6856  
 TASA INTRINSECA CREC., por mil 13.5845  
 TAM. POBL, B(0)=1 13.2855

Estos cálculos se efectúan para cada uno de los grupos sociales quedando entonces estimada la distribución por edad de la población. Para cada grupo, el programa imprime cuadros iguales a los anteriores. Con la población inicial total de cada grupo y la estructura por edad obtenida, queda definida la distribución de la población por edad. Los resultados para los tres grupos que se consideró en esta ilustración se muestran a continuación:

P O B L A C I O N ,    A N O    1 9 8 0

POBLACION FEMENINA POR EDAD, POR GRUPO SOCIAL. AÑO 1980

EDAD\ GRUPO	1	2	3
0-4	193.4	172.7	113.2
5-9	141.6	139.5	103.6
10-14	123.1	120.6	94.9
15-19	107.0	104.2	86.9
20-24	91.4	89.2	79.6
25-29	76.8	75.8	72.8
30-34	63.7	64.0	66.6
35-39	52.1	53.6	60.9
40-44	42.2	44.7	55.5
45-49	33.9	37.0	50.5
50-54	26.6	30.1	45.6
53-59	19.8	23.8	40.9
60-64	13.6	17.9	36.1
65-69	8.3	12.6	30.9
70-74	4.3	7.9	25.0
75-80	1.7	4.2	18.3
80 Y +	0.6	2.1	18.8
TOTAL	1000.0	1000.0	1000.0

## POBLACION MASCULINA POR EDAD, POR GRUPO SOCIAL. AÑO 1980

EDAD \ GRUPO	1	2	3
0-4	192.8	176.5	119.0
5-9	141.2	142.1	108.3
10-14	124.3	123.0	98.7
15-19	109.5	106.4	89.8
20-24	94.3	91.0	81.7
25-29	79.5	77.1	74.2
30-34	66.1	64.8	67.5
35-39	53.8	53.9	61.3
40-44	42.5	44.2	55.5
45-49	32.7	35.6	50.1
50-54	24.2	28.0	44.8
55-59	17.0	21.3	39.4
60-64	11.1	15.4	33.7
65-69	6.3	10.2	27.7
70-74	3.1	6.1	21.2
75-80	1.1	3.0	14.5
80 Y +	0.4	1.3	12.7
TOTAL	1000.0	1000.0	1000.0

Para la proyección en cada quinquenio el programa calcula las relaciones de supervivencia y las tasas específicas de fecundidad para cada grupo y computa la población imprimiendo cuadros como el que se mostró.

Al término de las proyecciones, el programa publica los cuadros resumen que se presentan a continuación.

## TASA NATALIDAD DEL QUINQUENIO QUE TERMINA EN:

GRUPO	1985	1990	1995
1	71.7	53.0	34.1
2	48.2	42.7	35.1
3	24.5	24.6	24.5

## TASA MORTALIDAD DEL QUINQUENIO QUE TERMINA EN:

GRUPO	1985	1990	1995
1	58.2	25.5	21.7
2	25.7	24.4	22.7
3	8.3	6.8	6.8

## TASA CRECIMIENTO DEL QUINQUENIO QUE TERMINA EN:

GRUPO	1985	1990	1995
1	13.5	27.5	12.4
2	22.5	18.3	12.4
3	16.2	17.8	17.7

## MORTALIDAD INFANTIL DEL QUINQUENIO QUE COMIENZA EN:

GRUPO	1980	1985	1990
1	392.8	200.0	200.0
2	200.0	200.0	200.0
3	11.2	11.2	11.2

## HIJOS VIVOS AL FIN DE LA VIDA FERTIL (49 AÑOS)

GRUPO	1980	1985	1990	1995
1	9.3	9.3	5.6	4.9
2	6.9	6.9	5.6	4.9
3	3.8	3.8	3.8	3.8

## ESPERANZA DE VIDA AL NACER -HOMBRES

GRUPO	1980	1985	1990
1	18.0	36.3	36.3
2	36.3	36.3	36.3
3	73.9	73.9	73.9

## ESPERANZA DE VIDA AL NACER -MUJERES

GRUPO	1980	1985	1990
1	20.0	39.0	39.0
2	39.0	39.0	39.0
3	77.5	77.5	77.5

## POBLACION FEMENINA

GRUPO	1980	1985	1990	1995
1	1000.0	1074.6	1222.3	1311.7
2	1000.0	1119.6	1227.4	1306.6
3	1000.0	1080.7	1179.3	1287.0

## POBLACION MASCULINA

GRUPO	1980	1985	1990	1995
1	1000.0	1064.7	1222.8	1300.9
2	1000.0	1119.2	1226.2	1303.9
3	1000.0	1088.3	1191.1	1303.1

GRUPO	POBLACION TOTAL			
	1980	1985	1990	1995
1	2000.0	2139.4	2455.1	2612.6
2	2000.0	2238.8	2453.6	2610.6
3	2000.0	2168.9	2370.4	2590.0

#### d. Opciones del programa de computación.

Como se indicó anteriormente, el programa pide al operador que ingrese el número de la población de cada uno de los grupos con que se está trabajando. Ese número lo distribuye según la estructura etaria de la población estable, calculada sobre la base de la fecundidad y la mortalidad inicial. Esta es una de las opciones que permite pruebas de simulación bajo condiciones en las cuales no se dispone del número de la población de cada grupo distribuido por edad y sexo. Ante la falta de estos datos, el programa puede operar. Sin embargo, puede ocurrir que el operador disponga del número de personas por edad y sexo. En éste caso, el programa tiene una opción que permite introducir estos valores numéricos. El operador sólo debe indicarle al programa cual de las opciones elige.

Con respecto a la fecundidad el programa genera una tasa global de fecundidad a partir de los datos de nupcialidad y del control de la natalidad. Esta tasa global se contrasta con la estimación empírica que se supone se dispone, para cada grupo y en el caso que ambos números sean iguales implica que los datos de la nupcialidad y del control son consistentes con la fecundidad global. El programa también genera la distribución de tasas por edad que se supone que es un dato de difícil acceso. Sin embargo, puede ocurrir que el operador disponga de tales datos a partir de fuentes empíricas. Si este es el caso, se puede comprobar si la función numérica de nupcio-fecundidad que arroja el programa se ajusta al dato empírico. Lo más probable es que no se ajuste. En este caso, el programa incluye una operatoria que permite cambiar la estructura de la función de Coale-Mc Neil-Trussel a una idéntica a la empírica, sin modificar la tasa global. Para ello el programa le pide al operador que introduzca factores de corrección que se

calculan afuera del programa de acuerdo con la siguiente formula:

$$\text{factor de corrección por grupo de edad } i = \frac{\text{tasa específica empírica por edad } (i)}{\text{tasa específica coale-trussel } (i)}$$

Para calcular este factor de corrección se procede de la siguiente manera:

- 1) se hace una (o varias) corridas de proyección a cinco años de modo tal que la tasa global de fecundidad del modelo Coale-Mc Neil-Trussel sea igual al dato empírico;
- 2) se calcula, en el escritorio, el factor de cada edad, según la relación anterior.
- 3) se vuelve a correr el programa y cuando llegue a la opción se introducen los factores de corrección del patrón de nupcio-fecundidad. El resultado ha de ser que el programa reproduce la curva empírica. Los factores de corrección quedan fijos durante todo el período de proyección.

Con respecto a la mortalidad, el programa a partir de la mortalidad infantil genera las relaciones de supervivencia de todos los grupos de edad, según las Tablas Modelo de Coale-Demeny. En ausencia de mejores datos, el programa utiliza dichas Tablas. Puede ocurrir que se disponga de una tabla de vida empírica que difiera de las Tablas Modelo. En este caso, el programa tiene una opción que permite modificar la forma de la curva utilizando factores de corrección para las relaciones de supervivencia que se calculan según un procedimiento análogo al utilizado con la fecundidad.

## VI. PROYECCIONES REGIONALES

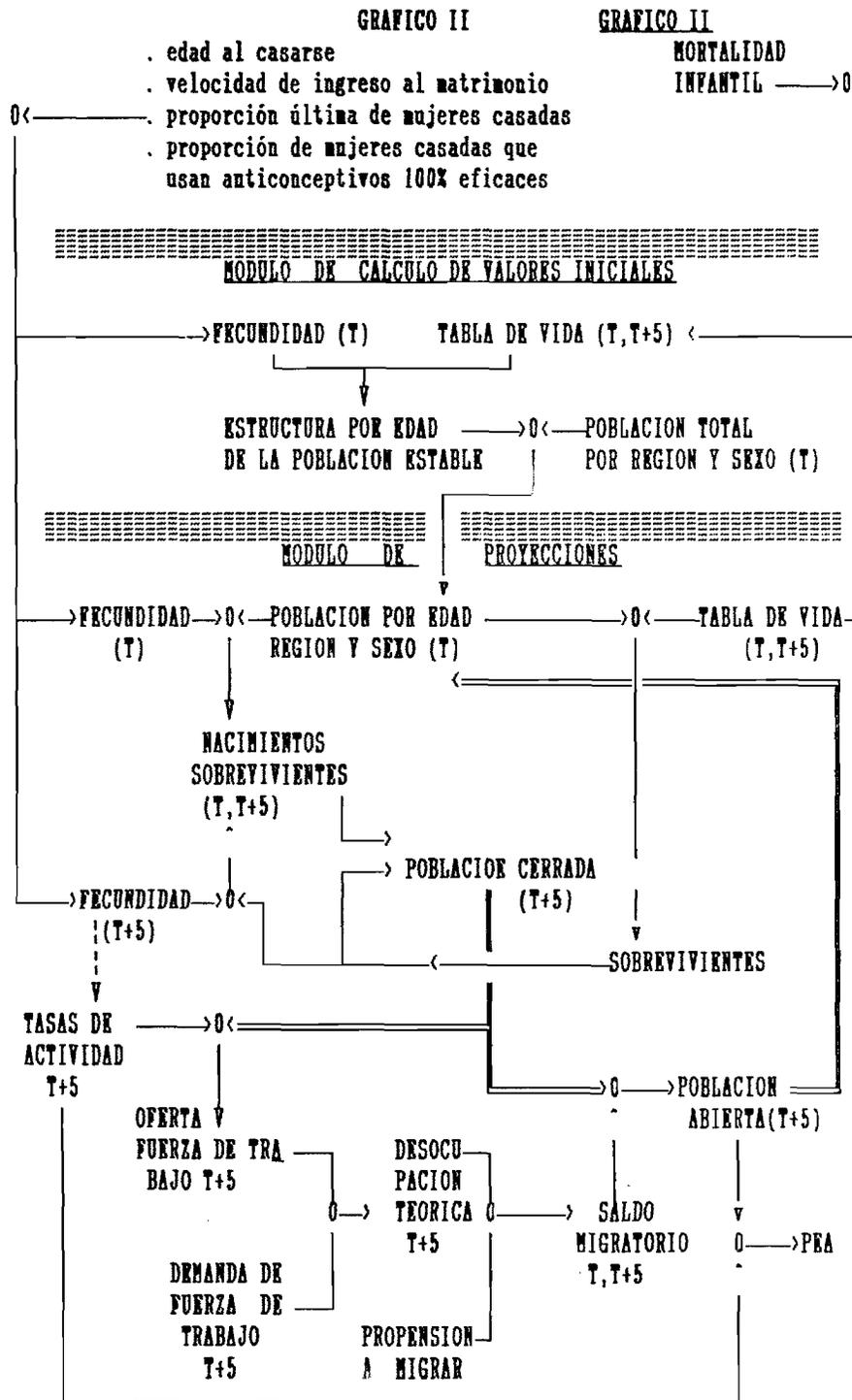
Como se dijo en la introducción, se consideró completar el programa mediante la incorporación de un módulo que permitiera hacer proyecciones por regiones aprovechando la facilidad que otorga el uso de Tablas Modelo. Para ello es necesario tratar explícitamente el problema de la movilidad de personas entre regiones y en este caso no basta con sumar un grupo como se sugirió en el caso de los grupos sociales. Aquí se requiere proyectar la población abierta y por lo tanto incorporar algún procedimiento que permita hacerlo. Existen diversos procedimientos que van desde soluciones donde la migración es exógena hasta aquellas donde la migración es una función endógena y dentro de este último también existen diversos enfoques que van desde aquellos propuestos por Willikens y Rogers <sup>1/</sup> que utiliza tablas de vida multirregionales que incluyen la influencia de la mortalidad y la migración, hasta los propuestos por la OIT en el modelo Bachue-Filipinas que incluye una función micro y de otra macro de propensión a migrar que depende de varios factores entre los que se cuenta la distribución del ingreso y los salarios relativos.

En este trabajo se adoptó un enfoque simple que descansa en la hipótesis que el flujo migratorio depende de lo que aquí se ha llamado la "desocupación teórica", que surge por diferencia entre la oferta de fuerza de trabajo de la población cerrada y la demanda de la región. La demanda regional de fuerza de trabajo, a su vez, es una variable que se da como un dato exógeno, calculado por otro modelo o por el plan de inversiones si éste existe o por cualquier otro procedimiento.

---

<sup>1/</sup> Willekens, Frans & Rogers, Andrein Spatial population análisis: methods and computer programs. International Institute for Applied System Analysis, Austria, 1978.

En el Gráfico II se presenta la secuencia de cálculo en sus grandes líneas. Como se puede observar, al módulo de cálculo de la población cerrada se le agregó uno que estima la población abierta. Una vez estimada la población cerrada el programa calcula la oferta total de fuerza de trabajo -que surge por suma de la oferta por edad y sexo- y la contrasta con la demanda total de la región. Surge así una "desocupación teórica" o desocupación que existiría si no hubiera migración, que puede tener signo positivo o



negativo <sup>2/</sup>. Una propensión a migrar se aplica a la desocupación teórica de donde surge el saldo migratorio que incorporado a la población cerrada resulta en la población abierta que se constituye en el dato inicial de la proyección del quinquenio siguiente.

Caben algunas consideraciones adicionales respecto a la participación en la actividad económica y la migración que se hacen enseguida.

#### La participación en la actividad económica.

Las tasas de actividad de los hombres, por edad y región, se dan para el año inicial y para el año final. El programa interpola los años intermedios. Sobre el comportamiento de la participación masculina no se introduce ninguna hipótesis de comportamiento dentro del programa. Más bien éstas han de quedar reflejadas por los valores numéricos de las tasas específicas. Por ejemplo, si existe una política educativa tendiente a retener un número mayor de jóvenes en el sistema escolar, ello se refleja numericamente en una disminución de la participación en la actividad económica de las personas de esos grupos de edad. Y si existe una política de jubilaciones anticipadas, la participación de esos grupos etarios disminuirá.

En el caso de las mujeres el tratamiento es diferente y el modelo incorpora la hipótesis de que la participación femenina es una función (numérica) de la fecundidad. Para el año inicial se introducen las tasas por edad, por región, de participación femenina en la actividad económica y el valor empírico de la tasa global de fecundidad asociada a tal participación. El programa pide

---

<sup>2/</sup> En el caso de signo negativo se trata de un déficit de mano de obra en la región.

también datos de participación femenina de algún modelo tipo correspondiente a una tasa global de fecundidad baja que en la operatoria será utilizado como punto de referencia. Queda entonces, un conjunto de tasas específicas de participación femenina para el año inicial, para cada región, asociadas a un nivel determinado de fecundidad global (en adelante se llamará "tasa asociada inicial", TAI); y, un único patrón de participación que corresponde a una tasa de fecundidad baja (tasa asociada de referencia, TAR)

Con el patrón de nupcialidad dado, el modelo calcula la tasa global de fecundidad (TG) y la compara con la "tasa asociada inicial" (TAI) y con la de referencia (TAR):

- si  $TG \geq TAI$  el programa usa las tasas de participación del año inicial.
- si  $TG < TAI$  el programa interpola las tasas de participación entre TAI y TAR, para el valor de TG estimado según el patrón de nupcialidad.
- si  $TG < TAR$  el programa usa las tasas de participación del modelo tipo de referencia.

#### La migración.

La migración ha sido tratada mediante una hipótesis simple: ella dice que la migración total de una región es una función de la oferta y demanda de mano de obra de esa región. El implícito de esta hipótesis es que si hay un exceso de oferta de mano de obra en una región, de un lado habrá desocupación y del otro los salarios estarán deprimidos respecto a otras regiones. En este caso una fracción del exceso de oferta emigrará de esa región. Y al revés un exceso de demanda de fuerza de trabajo inducirá a un aumento de salarios que constituirá factor de atracción hacia esa región.

Para el cálculo de la oferta de fuerza de trabajo, el programa calcula la población cerrada de la región. A esa población cerrada le aplica las tasas de participación, obteniéndose una oferta que se contrasta con la demanda de fuerza de trabajo, que es exógena para el modelo. Tratándose de un programa de desarrollo regional, con su plan de inversiones, la demanda de fuerza de trabajo y su proyección futura es una consecuencia lógica del mismo. Una fracción del exceso de oferta constituye el total de migrantes cuyo carácter -o sea si se trata de familias completas o sólo de personas adultas o sólo de mujeres, etc.- queda determinado por la fracción mencionada y la distribución por edad y sexo de la migración que es un dato para el modelo y que el operador debe estimar empíricamente.

*APENDICE I. Antecedentes de modelos económicos-demográficos.*

### a. Los modelos económicos-demográficos.

El desarrollo de modelos económico-demográficos, en el período que va desde 1958 hasta 1970 generados en los países desarrollados, estuvieron sesgados por el afán de demostrar los beneficios económicos de una población declinante. Suponen que la fecundidad es una variable de política, desvinculando los nacimientos y las muertes de las condiciones materiales de vida y olvidando que tales hechos en el humano es más una resultante social que biológica, sobretodo cuando se trata de sociedades en las cuales la fecundidad y la mortalidad infantil tienen altos niveles y muestran diferencias por grupos sociales <sup>3/</sup>. En ninguno de esos estudios se explora la conexión inversa: esto es, el efecto que tiene el proceso de desarrollo sobre el comportamiento demográfico.

En cuanto a América Latina, los primeros modelos que incluyeron variables demográficas construidos en la Región son: uno desarrollado por el CENDES <sup>4/</sup> y el otro efectuado en un proyecto colaborativo entre el ILPES y el CELADE. Ambos fueron desarrollados casi simultáneamente hacia fines de la década del 60.

El objeto del proyecto del CENDES se centró en la elaboración de un marco formal para el análisis de políticas de desarrollo "haciendo hincapié en algunos aspectos habitualmente descuidados en los modelos de planificación como son las relaciones entre crecimiento demográfico y desarrollo económico o los efectos de modificaciones en la distribución del ingreso" <sup>5/</sup>. Dentro del conjunto de modelos elaborados por el CENDES existe uno de población, <sup>6/</sup> cuyos parámetros son las tasas de mortalidad por edad, sexo y residencia; las tasas de fecundidad por grupos de edad de la mujer y por residencia; y las tasas de migración rural-urbana e internacional por edad y sexo; coeficientes de participación en

---

<sup>3/</sup> Véase el trabajo de Coale-Hoover ....  
Tempo,....

<sup>4/</sup> CENDES, Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela.

<sup>5/</sup> Modelo PROD.PRODICTO, empleo, inversiones, comercio exterior. CENDES, noviembre, 1967, Segunda versión preliminar para discusión, p.1./

<sup>6/</sup> CENDES, Modelo Matemático para Estudiar Políticas de Población en Relación con el Desarrollo. Serie III, Ensayos y Exposiciones.

la actividad económica por sexo, edad y residencia. Dadas esas tasas y coeficientes y los datos de la población inicial, se calculan las proyecciones de población y de población económicamente activa; además se calcula el número de familias y su tamaño, variable ésta que luego se conecta con el modelo económico y con el sistema de distribución del ingreso. A su vez, la población, en los tramos de edad pertinente se vincula con un submodelo de educación el cual suministra el personal médico profesional y paramédico necesario, que constituye un insumo del submodelo de salud.

En lo que a esta síntesis se refiere es conveniente hacer una distinción entre lo que se podría denominar la parte contable del modelo demográfico -es decir, aquella parte que comprende el sistema ecuaciones que contabiliza las defunciones, los nacimientos y los migrantes- de aquella otra que establece los vínculos entre los aspectos demográficos y los económicos. Utilizando esta distinción, el conjunto de modelos del CENDES está estructurado de manera que los resultados del modelo demográfico constituyen insumos para los otros modelos, pero éstos no repercuten sobre los valores de la fecundidad, mortalidad y migración. En otros términos, las variables demográficas están dadas exógenamente, a pesar que fácilmente se podrían haber endogenizado, puesto que el modelo económico genera la distribución del ingreso y el nivel de educación; variables éstas conectables con las variables básicas de la dinámica demográfica: fecundidad, mortalidad y migración.

Por su parte, el modelo desarrollado en el proyecto colaborativo entre ILPES y el CELADE, durante 1967, contiene dos submodelos: uno económico y otro demográfico. La parte económica del modelo está determinada por la demanda final que es función de la distribución del ingreso y de la población. El modelo económico fue diseñado para probar una política de sustitución de importaciones, una política de integración económica regional, una política de ampliación del mercado interno mediante modificaciones de la distribución del ingreso y una política de empleo mediante usos alternativos de la tecnología. En consecuencia el modelo es sectorial y comprende bloques de países latinoamericanos que comercian entre sí <sup>7/</sup>. Por su parte el modelo demográfico <sup>8/</sup> fue

---

<sup>7/</sup> Véase, ILPES-CELADE, Elementos para la Elaboración de una Política de Desarrollo con Integración para América Latina, ILPES-INST.S.3L.3. Santiago, julio, 1968, Cap.VIII.

<sup>8/</sup> Fucaraccio, Angel, Un Modelo Económico-Demográfico, ditto., CELADE, julio, 1969, Santiago.

preparado con la intención que reciba los efectos del modelo económico y con tal objeto se siguió una estrategia un tanto distinta a la del CENDES en el sentido que desde un comienzo se diferenció el aspecto contable de aquella otra destinada a establecer el vínculo entre indicadores demográficos globales con variables económicas. Los parámetros del programa de cómputo del modelo demográfico son la fecundidad global, por área y sexo; la tasa de participación en la actividad económica por área, sexo y el grado de urbanización, indicadores éstos vinculables a los resultados del modelo económico; la tasa de mortalidad infantil por área y sexo y el grado de urbanización.

La parte contable de este modelo difiere de la del CENDES y del BACHUE en el manejo más fácil de la información al utilizarse "tablas tipo" por edad, tanto de fecundidad como de mortalidad y de participación. A cada tabla tipo le corresponde un valor global de los indicadores demográficos antes indicados que entran como parámetros de la parte contable del modelo demográfico. El programa construye tablas por edad que corresponden al valor global de cada indicador en cada año de la proyección y en caso necesario el programa interpola entre tablas <sup>8/</sup>. Si bien ambos submodelos -el económico y el demográfico- fueron corridos por separado, quedó inconclusa la tarea de engarzarlos en un único programa de cómputo en el cual las variables demográficas y las económicas resultaran endógenas. A pesar de ello se efectuaron algunos análisis del comportamiento demográfico haciendo que la tasa global de fecundidad dependiera del nivel de ingreso, de la distribución del ingreso y de la tasa de crecimiento del mismo, estimación que se generó fuera del programa. La mortalidad se mantuvo como parámetro exógeno con el mismo patron de variación en todas las corridas y la participación femenina se hizo endógena a

---

<sup>8/</sup> Fucaraccio, Angel y Carmen Arretx, Relaciones entre Variables Económicas y Demográficas: Ensayo de un Modelo Publicado en los Estudios Demográficos en la Planificación, CELADE, 1975.

Fucaraccio, Angel, Algunos Efectos del Desarrollo sobre la Población, CELADE, Serie A.

<sup>9/</sup> Cabe destacar que el modelo Bariloche "Catastrophe or new society? A Latin America World Model", IDRC-064e, Canadá, 1976, incorporó en bloque el modelo demográfico del proyecto ILPES-CELADE con algunas pequeñas modificaciones en la parte contable al eliminarse el corte urbano-rural y al reducir las tablas-tipo a funciones analíticas, no-lineales, básicamente con el propósito de limitar los requerimientos de memoria del computador.

los niveles de fecundidad siendo por tanto una función de función de los determinantes de la fecundidad. También se hicieron estimaciones por grupos sociales que incluyó diferenciales de mortalidad y fecundidad cuya evolución en el tiempo estuvo determinada por el vínculo que se estableció entre el nivel de ingreso de cada grupo social y la fecundidad; por la evolución del ingreso per cápita y su distribución y por la evolución de la mortalidad. Pero, cabe destacar que la evolución de estos indicadores se efectuó fuera del programa de computación.

b. Los vínculos endógenos entre variables demográficas y económicas.

El estado actual de las artes, respecto a los vínculos endógenos que se establecen entre los modelos económicos y los demográficos, puede ser sintetizado sobre la base de tres modelos: dos que fueron formulados en América Latina el modelo Bariloche y el modelo SERES <sup>10/</sup> y el tercero formulado por la OIT conocido como modelo EACHUE.

Los tres modelos persiguen propósitos de diseño de políticas: el **MODELO BARILOCHE** tiene el propósito de mostrar la posibilidad material de construir una nueva sociedad, liberada del subdesarrollo, la opresión y la miseria (p.10) y en este sentido es explícitamente normativo. El sistema productivo tiene como objeto la satisfacción de las necesidades básicas -nutrición, habitación, educación y salud- asignándose los recursos productivos, trabajo y capital, a cada sector de manera que se maximice la esperanza de vida al nacer en cada punto del tiempo.

En este modelo la tasa de natalidad es una función de: i) la población económicamente activa en el sector secundario; ii) la nutrición; iii) la habitación; iv) la educación y v) la esperanza de vida al nacer. Todas las variables influyen con signo negativo sobre la tasa de natalidad; es decir que un aumento de cualquiera de las variables listadas de i) a v), disminuyen la tasa de natalidad.

La esperanza de vida al nacer es una función de las variables iii) (la habitación) y iv) (la educación) que las afecta positivamente; de vi) (la tasa de natalidad) y de vii) (la población económicamente activa en el sector primario). Estas últimas dos variables se asocian negativamente con la esperanza de

---

<sup>10/</sup> Corporación Centro Regional de Población de Colombia.

vida.

La tasa de natalidad y la esperanza de vida al nacer, mediante calculos apropiados aplicados a la población inicial, generan los datos de población económicamente activa y mediante un proceso de optimización se asigna trabajo y capital a los sectores proveedores de las necesidades básicas. Estos a su vez generan los datos de fecundidad y mortalidad que han de entrar como insumos del período siguiente. Cabe hacer notar que es éste un modelo orientado por la producción y que los autores aclaran que las relaciones que establecen son funcionales y no necesariamente causales (p. 51).

El **MODELO SERES** <sup>11/</sup> tiene por objetivo estudiar políticas de desarrollo y las implicaciones que sobre el proceso de desarrollo puedan tener diversas alternativas en el comportamiento de ciertos sectores claves de la realidad.

Respecto de la fecundidad, ésta resulta de la diferencia entre los nacimientos esperados y los nacimientos evitados. Los nacimientos esperados se encuentran en función de la educación y el área de residencia. A su vez, el sub-modelo de educación calcula la distribución de la población por nivel educacional, que queda determinado por la distribución del ingreso y los gastos del gobierno. De esa manera los nacimientos esperados quedan como una función de función de la distribución del ingreso y de los gastos públicos, ambas variables rezagadas en el tiempo.

Los nacimientos evitados se estiman en un submodelo de planificación familiar cuyo componente de política son los gastos públicos en control natal. El total de muertes se calcula en función de los gastos gubernamentales efectuados en el programa de salud y es diferencial por sexo pero no por área de residencia. La migración es un parámetro exógeno. Dados ciertos valores iniciales, la parte demográfica del modelo calcula la población que obra como insumo para el submodelo de salud y de educación que son, junto con el sub-modelo de planificación familiar, los instrumentos que generan los datos de fecundidad y mortalidad del período siguiente.

El **MODELO BACHUE-FILIPINAS** estima la tasa bruta de reproducción por área de residencia como una función de i) la tasa de participación femenina en la actividad económica; ii) la esperanza de vida al nacer; iii) el porcentaje de analfabetas; y

---

<sup>11/</sup> Sistema para el Estudio de las Relaciones Económicas, Sociales y Demográficas. Modelo SERES, Area Socio-Económica, Documento Técnico N.6, Bogotá, enero, 1975.

iv) el porcentaje de empleo agrícola. Las variables i) y ii) influyen negativamente sobre la tasa bruta de reproducción y las iii) y iv) en forma positiva. A su vez, las tasas específicas, por edad y área de residencia, se obtienen en función de la tasa bruta de reproducción y de la proporción de mujeres casadas, variables ésta última que depende de la estructura educacional y de la participación femenina en la fuerza de trabajo. Cabe llamar la atención que dado el nivel global de la fecundidad, se pasa luego a determinar la forma de la curva y su estructura por edad en función de variables económicas y sociales. En otros términos, que las tablas-tipo utilizadas en el modelo ILPES-CELADE y en el modelo BARILOCHE, en el BACHUE se reemplazan por una función que genera dichas tablas dependiendo de factores económicos y sociales. La esperanza de vida al nacer por área de residencia es una función de la distribución del ingreso -se utiliza el índice de Gini- y del Producto Bruto disponible per-cápita. Las tasas específicas de mortalidad se obtienen mediante las tablas modelo de Coale y Demeny.

La oferta de fuerza de trabajo resulta de multiplicar la población por las tasas de actividad. Tanto una como otra variable se encuentran discriminadas por edad, sexo, estado marital -en el caso de las mujeres, o jefes y no jefes de hogar cuando se refiere a los hombres-, nivel educativo y área de residencia. Las tasas específicas de participación, con la discriminación antes señalada, dependen de la estructura del empleo, de la distribución del ingreso y de la edad del niño más joven.

La migración en el modelo BACHUE es tratada con bastante detalle: hay una micro-propensión a migrar que detalla el flujo migratorio desde el área urbana hacia la rural. Ambas funciones se detallan por edad y educación y dependen de las tasas específicas de fecundidad, de la estructura educacional y de la edad. Otro par de funciones se refiere a la macro-propensión a migrar en ambos sentidos, discriminando por nivel educativo; ambas funciones dependen de los salarios relativos entre el área rural y urbana y de la distribución del ingreso. Finalmente, la migración neta es función de la micro y de la macro propensión a migrar y de la población del período anterior clasificada por edad, sexo, educación y área de residencia.

La parte económica del modelo, que contiene una matriz de insumo-producto, recibe la influencia del sistema demográfico a través de la demanda final -gastos del gobierno y consumo familiar- y repercute sobre éste a través de los indicadores antes mencionados.

El gran mérito del modelo BACHUE es el haber incorporado

el estado del conocimiento bajo la forma de ecuaciones que plasman los vínculos teóricos existentes entre las variables demográficas y las económicas-sociales dentro de un esquema general de mutuas interrelaciones. Pero, la gran dificultad de este modelo es la enorme cantidad de datos iniciales que se requiere elaborar y la cantidad de ecuaciones de regresión a estimar, necesarias para que el modelo pueda funcionar.

Otro aspecto importante a señalar se vincula con el grado de agregación. En la literatura se encuentran modelos como los antes mencionados que tratan agregados de población hasta aquellos que se refieren a la unidad individual. Entre estos últimos se puede mencionar el modelo elaborado por Ridley y Sheps <sup>12/</sup>. El modelo sigue los eventos por los cuales puede pasar una mujer hasta el fin de su vida fértil según un conjunto de probabilidades. A una determinada edad la mujer se casa según una probabilidad y cada mes está sujeta a una probabilidad de quedar embarazada. En ausencia de uso de anticonceptivos, la probabilidad de concebir depende de la frecuencia y espaciamiento del contacto sexual así como de la edad de la mujer. El embarazo tiene una probabilidad de resultar en un nacido muerto o en un nacimiento con vida. Este nacimiento con vida puede conducir a dos eventos: una muerte o una sobrevivencia infantil. Cada uno de esas alternativas determina la longitud del período post-parto, el cual condiciona el tiempo en el cual la mujer queda susceptible para una nueva concepción. La esterilidad está contemplada en el modelo y se refleja como una probabilidad de concebir igual a cero.

El estado de susceptible de concepción termina por cuatro causas: por muerte de la mujer, cuya edad se determina mediante un número al azar que es función de la edad; por esterilidad que si ocurre antes que la muerte también se determina con un número aleatorio que depende de la edad; por muerte del marido que conduce a viudez y cuya probabilidad depende de la diferencia de edad entre los esposos y de la mortalidad del hombre; y, por último por causa de divorcio que también tiene una probabilidad de ocurrir.

El modelo es uno de carácter probabilístico procesándose mujer por mujer a lo largo de todo su período de vida fértil. Cada resultado individual se suma posteriormente y se recompone el curso que ha seguido el agregado de la cohorte de mujeres. Si se toma un número adecuado de mujeres, el resultado puede considerarse como una muestra y se la analiza como tal.

---

<sup>12/</sup> Ridley, J.C y Sheps, M.C, "An Analytic Simulation Model..." Population Studies.Vol XIX no.5, March.1966.

El principal inconveniente de este tipo de planteamiento es el tiempo de computación requerido para procesar el modelo. Si se considera el número 1000 como una muestra representativa de mujeres para la población que se está estudiando, el modelo debe ser operado 1000 veces, cada una de ellas durante alrededor de 300 meses. Y, si después se pretende analizar qué ocurre cuando cambia el patrón de nupcialidad, de divorcio, de mortalidad (masculina o fememina o infantil) o del riesgo de concepción por la introducción de prácticas anticonceptivas, el número de experimentos se eleva considerablemente.

Como se pudo haber apreciado en la apretada síntesis anterior el aspecto general que adquiere una representación de la dinámica demográfica, depende en gran medida del tipo de problema que se pretende atacar y del objetivo que se persiga. Si de lo que se trata es de analizar el comportamiento de la población cerrada cuando sólo pueden cambiar el patrón de mortalidad y de fecundidad, ello conducirá a un modelo que tendrá un aspecto distinto a otro que pretenda examinar el comportamiento de una población abierta o el comportamiento de una población en la cual se masejen medidas de política que incidan indirectamente sobre el comportamiento demográfico. También su configuración será distinta si se enfrenta a una situación de déficit de información.

*APENDICE II. Instructivo para el uso del programa.*

Cuando el programa empiece a correr, el programa le va a pedir un nombre y aparece el signo ?. Escriba un nombre, sin extension. El programa genera un archivo con el NOMBRE que dio y extension .LST, donde ha de grabar los resultados. Con el mismo nombre y otras extensiones el programa guarda DATOS para hacer otras corridas sin necesidad de volver a entrar tales datos. NO BORRE ESOS ARCHIVOS. Si quiere entrar otra corrida distinta, CAMBIE EL NOMBRE. El archivo .LST puede retomararlo con un procesador de texto y escribir comentarios a los resultados obtenidos sin necesidad de copiar nuevamente tales resultados.

```

DEME SU NOMBRE
? X

```

En seguida aparece en pantalla las opciones del recuadro siguiente:

```

                PROYECCIONES
1 REGIONES, MIGRACION FUNCION DE DESOCUPADOS, PART.FEM.FUNCION DE
  FEC
2 GRUPO SOCIAL
  ? 2

```

Despues del signo de interrogacion si se escribe un 1, el programa va a ejecutar las rutinas de proyeccion de regiones. Caben hasta 8 regiones. El manual de esta parte no esta aun disponible. En el recuadro, a continuacion del signo ? se escribio un 2. Ese 2 significa para el programa que va a hacer proyecciones por grupos sociales. Caben hasta 8 simultaneamente. El manual de la operatoria de grupos esta en su poder. Lo que aparece a continuacion son las preguntas que el programa hace usando la opcion 2.

A continuacion el programa pregunta lo que figura en el recuadro siguiente. Despues del signo ? se da la respuesta. En el recuadro hay un ejemplo

```

NUMERO DE ANOS DE PROYECCION. MINIMO 5 ? 5
ANO INICIAL, EJ. 1980 ? 1980
NUMERO DE GRUPOS SOCIALES
  ? 1

```

En este ejemplo se proyecta un (1) grupo social, a 5 años, comenzando en el año 1980.

Para la entrada de los datos de poblacion hay dos opciones. Hay que indicarle al programa la opcion que elige.

TIENE LAS SIGUIENTES OPCIONES PARA ENTRAR DATOS DE POBLACION  
DE CADA GRUPO SOCIAL

- 1 TOTAL DE AMBOS SEXOS, EL PROGRAMA PARTICIONA LOS SEXOS  
Y ESTIMA LA ESTRUCTURA INICIAL DE EDAD
- 2 VALORES ABSOLUTOS DE POBLACION POR EDAD
- ? 1

En este caso se eligio la opcion 1, o sea, al programa se le va dar como dato la poblacion total de ambos sexos y lo que sigue son las preguntas que el programa hace en esta opcion.

GRUPO SOCIAL 1

POBLACION AMBOS SEXOS	? 2000
MASCULINIDAD:HOMBRES POR MUJER	? 1

Para el grupo 1 (puede interpretarse como el país, puesto que se esta proyectando un solo grupo social), el programa pide que se le de el NUNERO TOTAL DE LA POBLACION DE AMBOS SEXOS. En el ejemplo se consideraron 2000 personas, con una relacion de masculinidad de 1. Si hay más grupos sociales el programa ira pidiendo los datos de los otros grupos, hasta 8 que es el máximo que caben simultaneamente.

A continuacion el programa va a pedir los datos requeridos para estimar las tasas especificas de fecundidad, usando las ecuaciones de Coale-Trussel. El manual está en su poder.

```

GRUPO SOCIAL 1
EDAD DE INGRESO AL MATRIMONIO. LA MENOR ES 11 ANOS
ANO          1980 ? 11
ANO          1985 ? 11
DEME LA PROPORCION ULTIMA DE CASADAS EJ. .95
ANO          1980 ? 1
ANO          1985 ? 1
EL 50% DE LA COHORTE SE CASA AL CABO DE CUANTOS ANOS
EJEMPLO 5,10 ETC.
ANO          1980 ? 5
ANO          1985 ? 5
GRADO GENERAL DE CONTROL NATAL.
EJ. 0.15 SIGNIFICA QUE 15% DE LAS CASADAS CONTROLAN
EJ. 0.0 SIGNIFICA QUE NADIE DE LAS CASADAS CONTROLAN
ANO          1980 ? 0
ANO          1985 ? 0

```

Si hay más grupos y mas años de proyeccion el programa va a pedir los datos para los otros grupos y para los distintos años.

A continuacion aparece en pantalla una opción vinculada con la fecundidad, que no se encuentra en el manual que usted tiene, que es la siguiente:

```

1 MODIFICA LA ESTRUCTURA DE FECUNDIDAD  2 CONTINUA? 2

```

En esta corrida el programa va a correr por la opción 2, es decir, va a tomar la curva de fecundidad estimada por el modelo de Coale-Trussel.

La opción 1 esta diseñada para el siguiente caso: Suponga que tiene datos estadísticos de tasas específicas de fecundidad a los cuales corresponde una determinada tasa global de fecundidad y suponga que los datos de nupcialidad introducidos, incluido el grado general de control, permite reproducir el valor de la tasa global estimada estadísticamente. Pero la estructura o forma de la curva Coale-Trussel no reproduce el dato empírico que usted tiene pero si la tasa global. En este caso el programa le permite modificar la estructura de la curva Coale-Trussel, llevándola a una exactamente igual a la empírica. Para ello usa la opción 2. Entrando por esta opción 2, el programa le va a pedir factores de corrección que hay que calcularlos afuera del programa de acuerdo con la siguiente formula:

factor de corrección =  $\frac{\text{tasa específica empírica por edad } i}{\text{tasa específica coale-trussel } (i)}$   
 por grupo de edad i

Para poder calcular ese factor de corrección proceda de la siguiente manera:

- 1) haga una (o varias corridas, a cinco años de proyección) y obtenga la curva de Coale-Trussel tal que la tasa global del programa sea igual al dato empírico suyo.
- 2) calcule el factor de cada edad, según la relación anterior.
- 3) vuelva a correr el programa y cuando llegue a la opción indiquele al programa que va a correr por la opción 2.

Por último el programa va a pedir datos de la mortalidad infantil. Hay dos opciones: entrar la probabilidad de supervivencia o la mortalidad infantil. En pantalla aparece el recuadro siguiente. Indique cuál de los dos indicadores va a entrar. En el caso de esta corrida se entro por la opción 1.

```

  PARA AMBOS SEXOS VA A INGRESAR
  1 PROBAB. SOBREVIVENCIA HASTA EDAD 1: VALOR ENTRE .60722 Y .98881
  2 MORTALIDAD INFANTIL: VALOR ENTRE .01119 Y .39278
  ? 1
  
```

Y en seguida el programa pide que le entre el valor numérico para cada uno de los grupos. En este caso se puso .61.

```

  ENTRE DATO GRUPO 1
  ANO 1980 ? .61
  
```

Al igual que en el caso de la estructura de la fecundidad tratado antes, el programa permite modificar la curva de relaciones de supervivencia. En pantalla aparece el recuadro siguiente. Con la opción 1 se puede modificar la curva con factores calculados según un procedimiento análogo al utilizado con la fecundidad.

1 ENTRA FACTORES DE CORRECCION PARA LAS RELACIONES DE SUPERVIVENCIA  
 2 USA COALE-DEMENY, MODELO OESTE SIN CORREGIR? 2

En esta corrida se marco un 2 que le indica al programa que se usara la funcion de Coale-Demeny sin corregir.

A partir de este momento el programa comienza a producir los resultados.

ANO 1980  
 TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD, GRUPO SOCIAL 1  
 MODELO DE NUPCIO-FECUNDIDAD DE COALE-TRUSSEL  
 PROPORCION ULTIMA DE CASADAS= 1  
 EL 50% DE LA COHORTE SE CASA AL CABO DE 5 AÑOS  
 PORCENTAJE DE MUJERES QUE CONTROLA 0  
 EDAD DE INGRESO AL MATRIMONIO= 11

EDAD	FECUNDIDAD			ACUMULADO DE		
	MEDIA		ACUMULADA	USUARIA	NO-USU	CASADA
	SIN CORRECCION	CON CORREGIR	SIN			
14	0.0326	0.0326	0.0979	0.0000	0.2095	0.2095
19	0.2709	0.2709	1.4522	0.0000	0.8004	0.8004
24	0.4316	0.4316	3.6103	0.0000	0.9770	0.9770
29	0.4000	0.4000	5.6104	0.0000	1.0000	1.0000
34	0.3133	0.3133	7.1772	0.0000	1.0000	1.0000
39	0.2232	0.2232	8.2929	0.0000	1.0000	1.0000
44	0.1415	0.1415	9.0005	0.0000	1.0000	1.0000
49	0.0661	0.0661	9.3310	0.0000	1.0000	1.0000

1 NO GRABO 2 GRABO?

El programa pregunta si va a conservar esos resultados en un archivo (opcion 2), en cuyo caso abrira un archivo cuya raíz es el nombre que dio y la extensión será .LST; o continuará, sin guardar los resultados (opcion 1).

Las edades que figuran son grupos quinquenales. La edad 19 es el grupo quinquenal 15-19 y así sucesivamente para las edades más elevadas. La edad 14 corresponde al grupo 11-14 años.

Cualquier consulta dirigirla a

Angel Fucaraccio  
CELADE-Casilla 91  
Santiago  
CHILE.

Sería de mucha utilidad para nosotros si tuviera la amabilidad de informarnos acerca del uso de este programa. Agradeceremos también los comentarios que pudiera realizar tendientes a mejorar el programa.

Nº: 15745

Autor: FUCARACCIO

Título: PROYECC. POBLACION

Fecha	Nombre	Firma
24/03/92	J. MARTINEZ	
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

