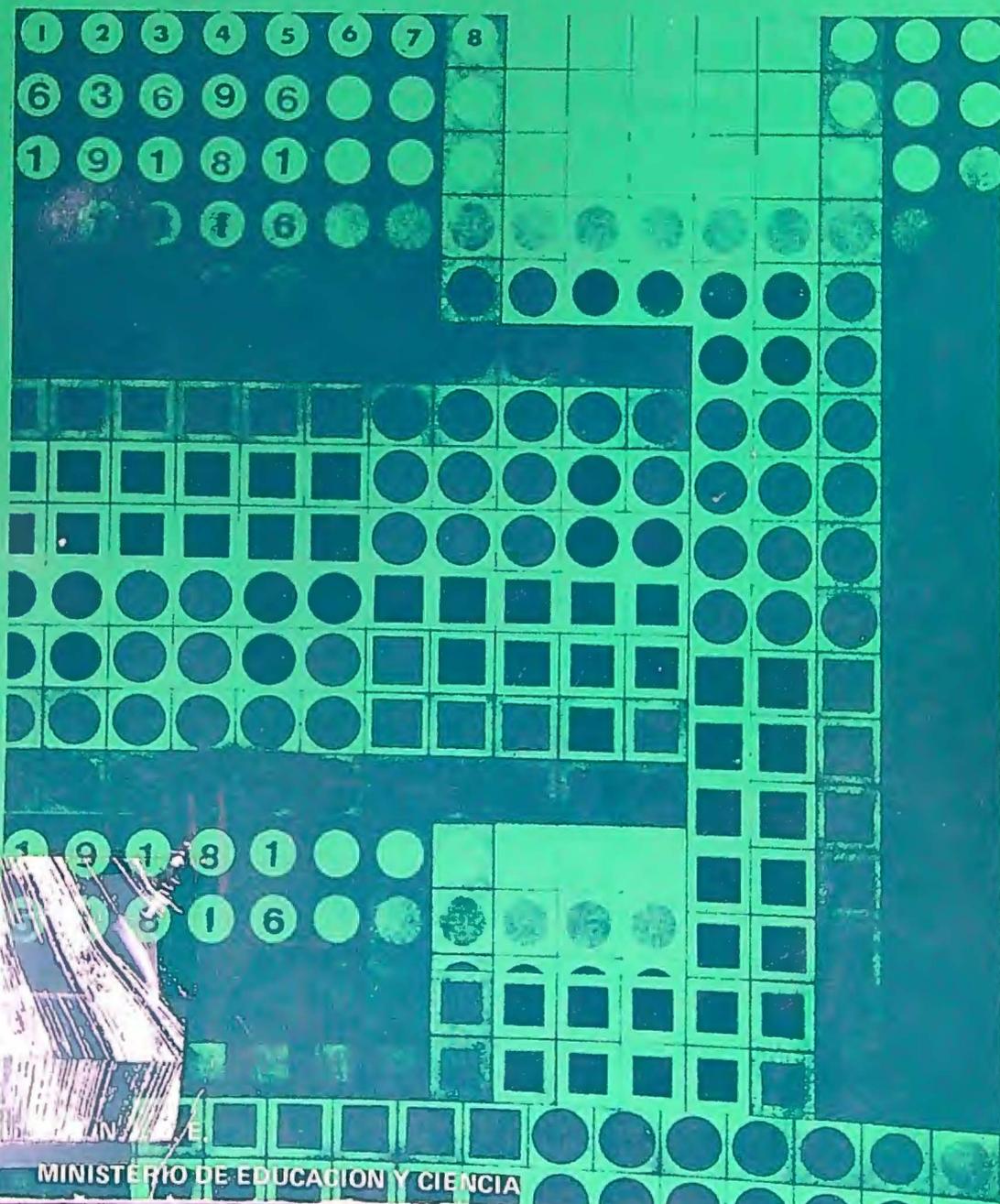

seminario internacional de modelos matemáticos aplicados a la enseñanza



42677



H/6832

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO DE LA EDUCACION

Seminario Internacional de Modelos Matemáticos aplicados a la Educación

8 - 13 de junio de 1970

~~R. E. H. 9~~



MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

A.154078



El Centro Nacional de Investigaciones para el Desarrollo de la Educación (CENIDE) se creó por el Decreto 1.678/1969, de 26 de Julio, y su regulación básica se contiene en las Ordenes de 28 de noviembre de 1969 y 5 de enero de 1971.

Las funciones atribuidas al CENIDE son:

- Coordinación de la actividad científica de los Institutos de Ciencias de la Educación (ICEs).*
- Investigación en aquellos campos que por su ámbito o singularidad no sean propios de los ICEs.*
- Experimentación, como última fase de la Investigación y previa a la aplicación de sus resultados al sistema educativo.*
- Innovación tanto a nivel tecnológico como metodológico.*
- Formación, consistente en organizar la preparación y el perfeccionamiento del Profesorado de los ICEs.*
- Asesoramiento técnico al Ministerio de Educación y Ciencia.*

Los Institutos de Ciencias de la Educación son organismos existentes en cada una de las Universidades estatales y que, al nivel regional del distrito correspondiente, se ocupan de la formación pedagógica de los universitarios, tanto en la etapa inicial previa a su incorporación a la enseñanza, como en la posterior de perfeccionamiento del profesorado en ejercicio, de la Investigación activa en el dominio de las Ciencias de la Educación, y de prestar el necesario asesoramiento técnico en el tratamiento de la respectiva problemática educativa.

PRESENTACION

Del 8 al 13 de junio de 1970 tuvo lugar en el Centro Nacional de Investigaciones para el Desarrollo de la Educación, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia de España y bajo el patrocinio de la UNESCO, un Seminario Internacional de Modelos Matemáticos aplicados a la Educación.

A lo largo de las diferentes sesiones de trabajo quedó bien patente el frecuente uso de modelos matemáticos aplicados a la Educación por parte de muchos países, así como la fuerte demanda existente por parte de otros.

El contenido del Seminario se estructuró en dos grandes sectores: uno, el de los modelos matemáticos aplicados en el Planeamiento de la Educación, y otro, el de los trabajos que pretendían fundamentalmente describir y analizar las posibilidades, limitaciones y exigencias de la utilización de modelos matemáticos.

El presente volumen recoge diferentes comunicaciones presentadas y que reflejan este doble aspecto del Seminario, precedidas del discurso de apertura a cargo del Presidente del CENIDE, don Ricardo Díez Hochleitner.

Como experiencias realizadas se incluyen el Modelo de Simulación de Sistemas Educativos de la UNESCO, el Modelo Español de Desarrollo Educativo, y un modelo para evaluar las políticas educacionales de Chile.

El «Modelo UNESCO» y el «Modelo Español» (adaptación de aquél) describen las interrelaciones del sistema educativo diferenciando tres partes distintas: cálculo del número de estudiantes, oferta y demanda de profesores y costos. El principal concepto metodológico que incluyen estos modelos consiste en considerar a la educación como un sistema a través del que se mueve un flujo de personas.

La diferencia básica entre el Modelo Unesco y el Modelo Español consiste más que en la formulación matemática, en el grado de flexibilidad del programa de ordenador que la sustenta. En este sentido el programa

ECENSE-2 supone que la estructura del sistema educativo (las interrelaciones entre cursos) puede ser variable, siendo un dato más a dar al ordenador

En estrecha conexión con el «Modelo Unesco» y el «Modelo Español» se incluyen dos trabajos que desarrollan algunos aspectos parciales y de metodología general. Nos referimos a la comunicación presentada por el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid y al estudio presentado por el doctor Jaroslav Habr, de la Academia de Ciencias de Checoslovaquia.

Otro de los modelos que aquí se recoge es el de «evaluación de las Políticas Educativas» mediante la utilización de la programación lineal: el criterio del modelo es la minimización de costes de operación de todos los niveles del sistema, admitiendo ciertas restricciones iniciales. Asimismo en el plano de realizaciones se incluye un resumen de «Experiencias sobre utilización de Modelos Económicos en la Política Económica Española».

En el plano de posibles vías de desarrollo de los modelos aplicados a la educación se presentan tres trabajos de interés: modelos estocásticos de la educación (frente a modelos deterministas), el uso de las medidas taxonómicas en la fijación de metas basado en comparaciones internacionales (frente a la extrapolación de tendencias) y el modelo de demanda social ENAP-1 (ejemplo de modelo analítico-contable frente a los modelos de previsión).

Junto a estos trabajos se recoge un apunte sobre la función de los modelos en la demanda de estadísticas educativas, así como el fuerte condicionante que representa la deficiente situación estadística en el desarrollo de modelos matemáticos operativos.

SUMARIO

	<u>Págs.</u>
I. DISCURSO DE APERTURA DEL PRESIDENTE DEL GENIDE	9
II. MODELO ESPAÑOL DE DESARROLLO EDUCATIVO. Ministerio de Educación y Ciencia	15
III. MODIFICACIONES Y ADICIONES AL PROGRAMA ECENSE - 2. F. Briones, L. Carbonell y M. Sánchez Marcos	79
IV. MODELO DE SIMULACION DE SISTEMAS EDUCATIVOS DE LA UNESCO. Erwin S. Solomon	87
V. LOS DATOS ESTADISTICOS EN LOS MODELOS ECONOMICOS APLICADOS A LA EDUCACION Y A LA POLITICA CIENTIFICA. Fernando Rodríguez Garrido	101
VI. MODELOS ESTOCASTICOS DE LA EDUCACION. Angel Alcaide.	105
VII. EXPERIENCIAS SOBRE UTILIZACION DE MODELOS ECONOMETRICOS EN LA POLITICA ECONOMICA ESPAÑOLA. Antonio Pulido	115
VIII. LA MODELACION EDUCACIONAL. Jaroslav Habr	145
IX. EL USO DE LAS MEDIDAS TAXONOMETRICAS EN EL ASENTAMIENTO DE METAS BASADO EN COMPARACIONES INTERNACIONALES. Zygmunt Gostkowski	187
X. UN MODELO PARA EVALUAR LAS POLITICAS EDUCACIONALES DE CHILE. Ernesto Schlefelbein	199
XI. EL MODELO ENAP-1. José Manuel Paredes Grosso y Juan de Dios García Martínez	221
XII. LISTA DE PARTICIPANTES	295

I. Discurso de apertura
del
Presidente de Cenide

DISCURSO DE APERTURA DEL PRESIDENTE DEL CENIDE

Antes de entrar de lleno en lo que será el Seminario, conviene reflexionar sobre lo que son los modelos. Sobre los beneficios que nos reportan o si, por el contrario, somos víctimas, en cierta medida, de algún espejismo tecnológico. Asimismo debemos preguntarnos cómo los modelos pueden estar al servicio del desarrollo o de la planificación de la educación. La reflexión, basada en experiencias y en esperanzas, nos hace ver sus grandes posibilidades y, al mismo tiempo, sus limitaciones.

Han pasado muchos años, pronto dos décadas, desde que en el mundo occidental se inició un movimiento de interés, de preocupación por los temas de la planificación de la educación.

En los días que siguieron a la Segunda Guerra Mundial la planificación del desarrollo económico fue un tema que nació como consecuencia de la urgente necesidad de proceder a la reconstrucción.

En este marco de preocupación por el desarrollo, apareció, con fuerza, la idea de planificar la educación, teniendo en cuenta la necesidad de lograr para el sector educativo las mismas ventajas conseguidas en el sector económico, considerándolo como un sector productivo, económico en gran medida.

Hoy en día hay clara conciencia de que la educación es la vía para lograr la movilidad social y el desarrollo económico. Estas ideas, unidas al crecimiento de la demanda social, pusieron de manifiesto que la planificación de la educación es la técnica más indicada para determinar una acción, en tiempo previamente fijado, teniendo en cuenta la limitación de recursos y los logros de determinados objetivos.

Así, en esta segunda década, la planificación de la educación ha ido en la vanguardia de los Planes de Desarrollo general.

En la planificación de la educación se han incorporado técnicas antiguas y técnicas modernas, adaptadas a la planificación general, de todos los países. En los últimos años se ha hecho un gran esfuerzo en este sen-

tido. Se han elaborado planes y estudiado objetivos a largo plazo, relacionados con el desarrollo económico. Pero la verdad es que ha habido insatisfacción, por muchas razones: unas veces, los objetivos no eran adecuados a las posibilidades reales; otras, no se tenía en cuenta la estructura del empleo y su futuro.

El tema de nuestro Seminario hace poco tiempo que ha atraído la atención de los educadores, economistas y otros especialistas de las ciencias sociales.

Hoy es algo corriente afirmar que la planificación económica no se puede concebir sin incluir la planificación educativa a largo plazo. Semejante afirmación se ha visto impulsada por el perfeccionamiento de las técnicas matemáticas de análisis que si son eficaces en la solución de problemas económicos, también lo pueden ser en el campo de la educación.

La finalidad de un modelo aplicado a la planificación de la enseñanza debe interrelacionar la expansión económica y el desarrollo del sistema de enseñanza de cada nación, en otras palabras, facilitar el proceso de planificación de la educación en el mercado de obra. Por tanto, la aplicación sistemática de los métodos cuantitativos debe permitir mejorar considerablemente la precisión de las previsiones, ampliar la base de conocimientos sobre la que descansa la planificación y constituir para los planificadores un instrumento de trabajo. Una política educativa coherente necesita contemplar el sistema educativo como un todo y esto sólo es posible en el caso de que este sistema se considere bajo una perspectiva amplia y a largo plazo, en función de las necesidades sociales y económicas, por un lado, y de los recursos humanos y financieros de otro.

Pero si los modelos son una técnica de ayuda al planificador, no por ello hay que olvidar que por su misma naturaleza no puede englobar todos los factores, principalmente los de orden social y psicopedagógico que influyen en la economía de la educación. Ningún modelo, por realista y perfeccionado que sea, podrá aplicarse a todas las circunstancias ni responder a todas las cuestiones. Un modelo pretende facilitar la solución de ciertos problemas cuantitativos de la planificación de la enseñanza a largo plazo. Los aspectos cualitativos de esta planificación se dejan de lado, salvo en la medida en que influyen en ciertos coeficientes (relación maestro-alumno, tasa de abandonos, etc.). De ahí que nunca se deben perder de vista las limitaciones de los modelos.

En España, en el momento de poner en marcha la Reforma Educativa, decidimos utilizar la técnica de los modelos matemáticos para analizar

adecuadamente el sistema educativo. Pensamos que para la realización de una política educativa eficaz era indispensable utilizar cuantos instrumentos de análisis estuviesen disponibles para garantizar el mayor grado de acierto de aquélla. Por ello, se consideró conveniente la elaboración de un modelo y así se hizo.

El modelo se elaboró con la finalidad de poder conocer de antemano las posibles implicaciones de la Reforma Educativa española en una serie de aspectos cuantitativos relevantes, tales como rendimiento numérico del sistema educativo, necesidades del profesorado y costes, entre otros aspectos. El modelo, que se construyó teniendo en cuenta el propio modelo utilizado por la UNESCO en Asia, refleja la evolución, a lo largo del tiempo, de los efectivos de alumnos en los distintos niveles de enseñanza.

Este modelo presenta dificultades, y desde luego limitaciones. Sin duda, algunos aspectos de este modelo tendrán que ser posteriormente perfeccionados. Las dificultades son las inherentes a cualquier planificación a largo plazo en la que intervienen factores externos incontrolados que obligan a un reajuste.

Con todo, este modelo español pretende constituir un elemento científicamente riguroso que permita adoptar unas decisiones racionales en la política de educación, especialmente en lo que se refiere a la planificación.

Finalmente, sólo me queda expresar mi agradecimiento al director general de la UNESCO, porque su ayuda ha hecho posible la celebración del Seminario que ahora se inicia. Igualmente, agradezco a todos los asistentes la labor meritoria que van a realizar en este momento crucial de la aplicación de la Reforma Educativa.

Ricardo Díez Hochleitner

II. Modelo español
de
desarrollo educativo

MODELO ESPAÑOL DE DESARROLLO EDUCATIVO

1 MODELO TEORICO

1.1. INTRODUCCION

Los modelos econométricos han demostrado ya, en múltiples países y en los más variados campos de aplicación, su elevado valor como instrumento de previsión y análisis.

Un modelo econométrico está constituido por una o varias ecuaciones matemáticas que establecen las relaciones existentes entre variables, cuyo comportamiento queremos explicar. De esta forma, un modelo econométrico permite cuantificar las relaciones causa-efecto, tomando como datos, para esta cuantificación, series numéricas, lo más amplias posibles sobre las variables en estudio.

En general, la aplicación de un modelo econométrico exige el paso por las siguientes fases:

Especificación del modelo: determinación de las variables implicadas, relación funcional que las liga, variables aleatorias complementarias.

Estimación de parámetros: o cuantificación del modelo con base en la información estadística disponible.

Verificación: o contraste del modelo con la realidad.

Previsión: realizada aplicando el modelo para uno o varios posibles valores futuros de las variables que intervienen como explicativas.

Simulación: análisis de las posibles repercusiones en el sistema de relaciones causa-efecto que el modelo permite establecer por cambios en variables o en parámetros «políticos».

La utilización de modelos econométricos como instrumento básico de la planificación de la política educativa ha sido una preocupación constante

de diversas instituciones internacionales, que se ha concretado en recomendaciones y aplicaciones a diversos países.

La UNESCO ha realizado una gran labor en este campo de los modelos econométricos de planificación de la educación, y, fruto de sus trabajos, fue el denominado: «Modelo de la UNESCO de desarrollo educativo».

Según declaración de principio de la propia UNESCO, la finalidad en la aplicación de este tipo de modelos es triple: «En primer lugar, es un intento de visualizar en términos cuantitativos las previsiones de desarrollo educativo, teniendo en cuenta el pasado y la situación actual. En segundo término, se ha diseñado para ilustrar la interrelación entre algunos de los principales factores implicados en el desarrollo educativo y mostrar cómo estos factores pueden ser planteados en combinaciones diferentes. En tercer lugar, trata de llamar la atención sobre algunas de las importantes implicaciones del desarrollo educativo, que se ponen claramente de manifiesto cuando los datos específicos son examinados de forma cuantitativa y sistemática.

1.2. MODELO DE LA UNESCO DE DESARROLLO EDUCATIVO

La aplicación al sistema español del modelo econométrico elaborado por la UNESCO sobre desarrollo educativo consta de cuatro fases:

- Estudio y adaptación del modelo.
- Recogida de información estadística.
- Diseño del programa de ordenador.
- Simulación de políticas alternativas.

La primera fase exige realizar los siguientes trabajos parciales:

- Relación de variables que aparecen en el modelo, así como aquellas otras que, no apareciendo en él, sirven para definir a las anteriores.
- Esquema explicativo de las relaciones entre todo tipo de variables.
- Adaptación del modelo al sistema educativo español.

La recogida de información ha de hacerse sobre aquellas variables que hayan sido seleccionadas como básicas en la fase anterior, y coincidiendo con la recogida de datos se efectúa el diseño del programa. La terminación de cada una de las etapas anteriores permite efectuar simulaciones de políticas alternativas.

El modelo teórico propuesto por la UNESCO para su aplicación al desarrollo educativo de diversos países analiza, a través de cuarenta ecuaciones y más de trescientas variables diferentes, tres aspectos básicos de la evolución de un sistema educativo: evolución de la población escolarizada, necesidades de profesores y costes de enseñanza.

El modelo se estructura en los diferentes aspectos de:

- Matriculación de alumnos (8 ecuaciones).
- Disponibilidades y necesidad de profesores (4 ecuaciones).
- Matriculación en Instituciones de formación del profesorado (3 ecuaciones).
- Alfabetización y educación de adultos (3 ecuaciones).
- Costes corrientes y de capital (18 ecuaciones).

El Modelo de la UNESCO es un modelo congruente y supone un planteamiento conjunto de los problemas educativos, si bien la parte de alfabetización y educación de adultos constituye realmente una añadidura, no integrada al modelo.

En el presente trabajo nos limitamos a recoger en un Anexo la interrelación entre las variables fundamentales que determinan el flujo de alumnos y profesores, a lo largo de una serie de años, así como un listado de las variables implicadas en el modelo, indicando la **ecuación** del modelo que sirve para definir las relaciones de causa a efecto y su **procedencia** (según sean datos originarios del sistema educativo, datos originarios de variables no estrictamente educativas o variables obtenidas a partir de otras del modelo).

Debemos indicar que esta relación de variables es más amplia que la propuesta por la UNESCO, ya que incluyen todas las variables necesarias para el cálculo de tasas, porcentajes o índices, mientras que en el modelo original se consideran como un dato.

1.3. MODELO ESPAÑOL DE DESARROLLO EDUCATIVO

1.3.1. INTRODUCCION

El modelo aplicado al desarrollo de la educación en España tiene como características fundamentales:

a) La evolución de la población estudiantil matriculada en los diferentes niveles y grados de enseñanza se convierte en un flujo demográfico perfectamente cuantificable en el momento en que se establecen unas tasas de promoción de un curso a otro, de repetición, de abandono y de elección entre diferentes tipos de enseñanza. En este aspecto es una fiel adaptación del Modelo de la UNESCO a la estructura española.

b) En lugar de considerar estos flujos de población escolarizada con un enfoque determinista, el modelo se plantea en forma tal que puedan simularse los efectos que tendría el alterar cualquiera de los parámetros del modelo: tasas de promoción, abandono, repetición, etc. De esta forma, más que un modelo que sirva para predecir cuál ha de ser la composición de la población estudiantil dentro de unos años, es un modelo que permite cuantificar la influencia que dentro de unos años tendrá el que **ahora** se tomen determinadas medidas de política educativa.

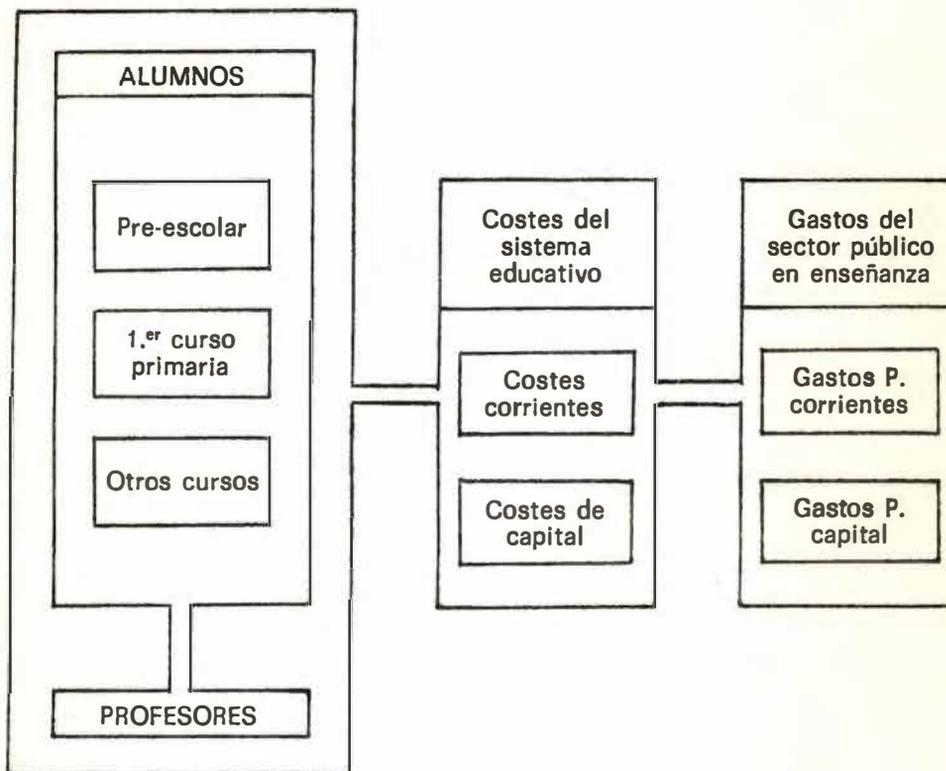
c) Por otra parte, el modelo español está concebido por las propias exigencias de aplicación, de forma tal, que la estructura del sistema educativo va modificándose con el tiempo. Sin embargo, se ha cuidado —y en esto consideramos que está la auténtica innovación del modelo español que la propia UNESCO ha subrayado— que el modelo sea adaptable a cualquier estructura, de forma que sirva también como instrumento de análisis que nos ayude a definir un nuevo sistema educativo más perfecto.

d) Al igual que en el Modelo de la UNESCO, para la estimación de costes de la educación se parte de unos módulos de coste por alumno para los diferentes niveles educativos y según diferentes conceptos de gastos.

A continuación damos un esquema con los aspectos más importantes que se han tenido en cuenta al formular el modelo: alumnos, profesores, costes del sistema educativo y gastos del sector público en enseñanza.

Esquema 1.3.1/1

Esquema general del Modelo Español de Desarrollo Educativo



1.3.2. FORMULACION DEL MODELO

1.3.2.1. Símbolos utilizados.—Los símbolos utilizados en el Modelo español son fundamentalmente los del Modelo de la UNESCO. De esta forma, se facilita el análisis comparativo de ambas formulaciones. Las variables que aparecen en el Modelo español se refieren a alumnos, profesores o costes. Cada una de las variables puede venir afectada por diversas características: año, edad, curso, etc.

A continuación recogemos un listado de variables y de características:

Esquema 1.3.2.1/1

Listado de variables y características del Modelo

Características:

a = edad.

c = curso del sistema educativo.

y = año.

t = conjunto formado por uno o varios cursos.

n = número de cursos de procedencia.

Variables fundamentales:

ALUMNOS

E = número de matriculados (alumnos de dedicación plena).

P = población.

e = proporción de matriculados por primera vez.

o = tasa de abandonos.

r = tasa de repetición.

d = coeficiente de distribución: proporción de alumnos que, habiendo pasado un curso, se matriculan en otro.

PROFESORES

T = número de profesores de dedicación plena.

f = relación alumno/profesor.

COSTES DEL SISTEMA EDUCATIVO

COSTES CORRIENTES

v = costes corrientes por alumno.

F = salario medio profesor.

f = relación alumno/profesor.

\widehat{vb} , \widehat{vc} , \widehat{vd} , \widehat{ve} , \widehat{vf} , \widehat{vg} , \widehat{vh} , \widehat{vi} = diversos conceptos de costes tales como salario de profesores, de otro personal, administración, mantenimiento y operación, comidas, transportes, becas, material auxiliar.

V = costes corrientes totales.

A = gastos de administración general.

L = proporción de gastos corrientes totales sin incluir gastos de administración general.

COSTES DE CAPITAL

u = costes de capital por alumno.

c = coste por metro cuadrado.

q = metros cuadrados necesarios por alumno.

s = proporción del coste de edificación destinado a muebles y equipo.

z = proporción del coste de edificación para urbanización y campos de deporte.

U = costes totales de capital.

x = proporción de plazas existentes que han de reemplazarse para el año próximo.

COSTES TOTALES DEL SISTEMA

W = costes totales.

GASTOS DEL SECTOR PUBLICO EN ENSEÑANZA

X = gastos públicos corrientes.

b = proporción de alumnos matriculados en centros de enseñanza estatal.

Y = gastos públicos de capital.

cp = proporción de costes de capital de nuevas construcciones financiados por el Estado.

m = proporción de costes de capital, en reemplazamiento a cargo del Estado.

Z = gastos públicos totales.

1.3.2.2. Formulación del modelo.

MODELO DE PREVISION DEL NUMERO DE ALUMNOS MATRICULADOS

La estructura de cualquier sistema educativo puede reducirse a un conjunto de cursos directa o indirectamente relacionados, distribuidos por niveles de enseñanza. Todo curso está formado por un grupo de alumnos del mismo grado dentro de un nivel.

El movimiento de los alumnos de un curso cualquiera puede representarse, con la máxima generalidad, por el esquema 1.3.2.2/1. **Procedencia y destino de los alumnos de un curso.**

Los alumnos (A) que inician un curso pueden ser:

- Nuevos alumnos que comienzan sus estudios en este curso (N).
- Alumnos que provienen de cursos anteriores (E).
- Alumnos que repiten el mismo curso que el año anterior.

Los alumnos (A) que terminan un curso pueden ser:

- Alumnos que han de repetir el mismo curso el año próximo (R).
- Alumnos que dejan de estudiar (O).
- Alumnos que continúan estudiando (P) y que se distribuyen entre diferentes cursos si hay ramificación (D).

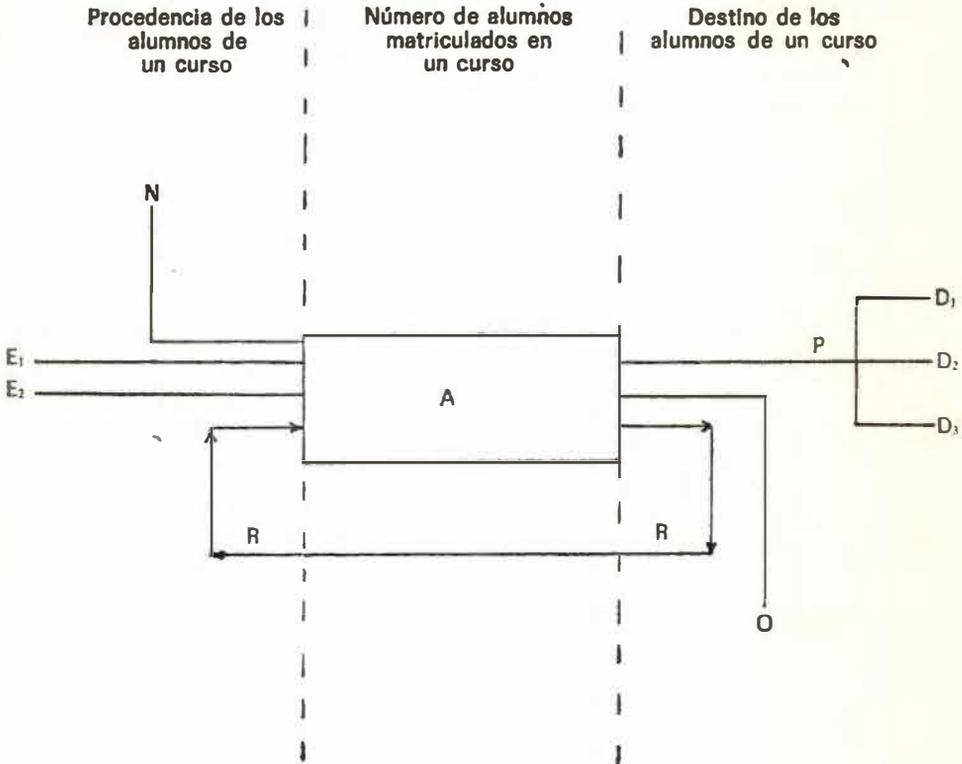
Es evidente que partimos de un supuesto; el número de alumnos que inician un curso es igual al número de los que terminan. La simplificación adoptada consiste en reunir todos los alumnos que abandonan el sistema por diversas causas o motivos y en distintos momentos del tiempo bajo un mismo epígrafe de «abandonos» y en aceptar que la salida del sistema educativo se produce al comienzo del curso académico siguiente. De esta forma, los alumnos que en el año (y) comienzan un curso siguen dentro del sistema educativo hasta el momento en el que comienza el año académico siguiente.

La variable (N) (nuevos alumnos) Incluye:

- Alumnos que se matriculan por primera vez en el sistema educativo.
- Alumnos que vuelven a matricularse después de permanecer varios años fuera del sistema.
- Inmigrantes netos que entran en el sistema.

Esquema 1.3.2.2/1

Procedencia y destino de los alumnos de un curso



La estructura del sistema educativo español permite distinguir, sin pérdida de generalidad, tres tipos de fórmulas para la predicción del flujo de alumnos de acuerdo con la diferenciación hecha en el esquema 1.3.1/1.

Pre-escolar.—Cada uno de los cursos o grados de este nivel se caracteriza por estar formado por alumnos de la misma edad, no existiendo posibilidad de que un alumno repita curso. De acuerdo con el estado actual del programa, el número de cursos de este nivel puede llegar a ser del orden de diez.

El criterio adoptado para calcular el número de alumnos matriculados (E_y^c) en cada grado (c) de pre-escolar en un año (y) ha sido el de aplicar una proporción (e_y^c) a la población (P_y^a) en el año (y) de edad (a).

La expresión matemática del criterio anterior es:

$$[1] \quad E_y^c = e_y^c P_y^a \quad 0 \leq e_y^c \leq 1$$

donde, comúnmente, $c = 1, 2, 3, 4, 5$ y $a = 2, 3, 4, 5$.

De acuerdo con el estado actual del programa de ordenador diseñado, el número de grados de pre-escolar ($c \leq 10$) viene determinado por el primer curso de Primaria, es decir, por el primer curso en el que existe la posibilidad de que los alumnos repitan.

Primer curso de Primaria.—Los alumnos matriculados en este curso o son repetidores del año anterior o alumnos no previamente matriculados en el sistema educativo. El número de repetidores se determina aplicando a los alumnos matriculados en este curso el año anterior una tasa de repetición ($0 \leq r \leq 1$). El número de nuevos alumnos es una proporción [$e \geq 0$] de la población con edad de escolarizarse.

$$[2] \quad E_y^c = e_y^c P_y^a + r_{y-1}^c E_{y-1}^c$$

siendo, generalmente, $c = 5$ y $a = 6$.

El hecho de que la proporción (e) pueda ser mayor que la unidad, se debe a que puede haber, y de hecho las hay, incorporaciones tardías al sistema. El valor óptimo de (e) es la unidad.

Otros cursos.—De acuerdo con el esquema 1.3.2.2/2, el número de alumnos matriculados (E_y^c) en un curso (c) en el año (y) es igual a:

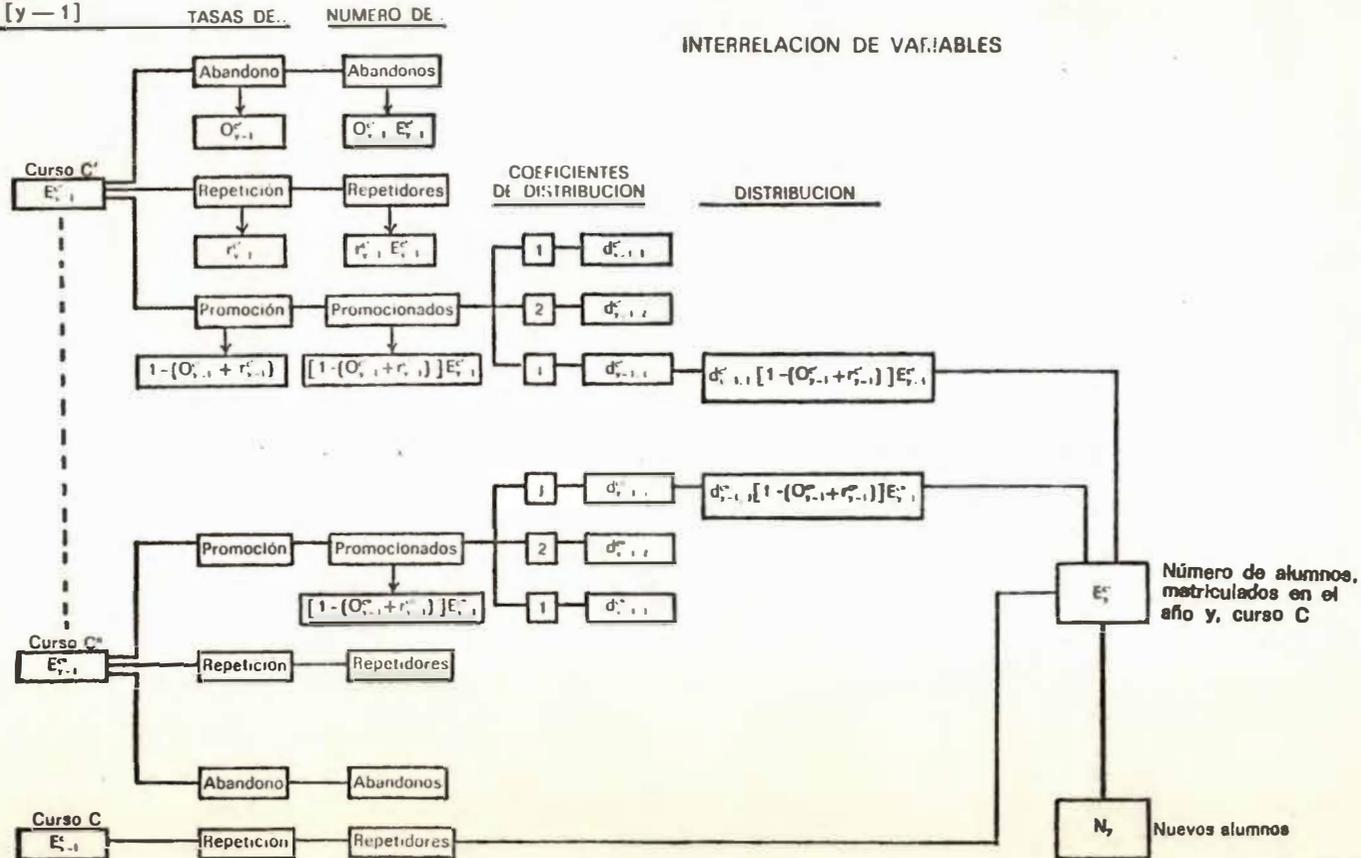
$$[3] \quad E_y^c = d_{y-1}^{c'} \left[1 - \left(O_{y-1}^{c'} + r_{y-1}^{c'} \right) \right] E_{y-1}^{c'} + \dots + \dots + d_{y-1}^{cn} \left[1 - \left(O_{y-1}^{cn} + r_{y-1}^{cn} \right) \right] E_{y-1}^{cn} + r_{y-1}^c E_{y-1}^c + N_y^c$$

en donde: $0 < d \leq 1$ y $n =$ número de cursos de procedencia, pudiendo llegar a ser incluso cero.

Número de Alumnos matriculados en el año $[y - 1]$

MODELO DE PREVISION DEL FLUJO DE ALUMNOS

INTERRELACION DE VARIABLES



Esquema 1.3.2.2/2

La ecuación [3] nos dice que el número de alumnos matriculados $\left[E_y^c \right]$ en un curso (c) en el año (y) es la suma de los alumnos procedentes de otros cursos $\left[\sum_0^n d [1 - (O + r)] E \right]$ de los repetidores $[r \cdot E]$ y de los alumnos nuevos $[N = \text{inmigrantes netos y retornos}]$.

Los coeficientes de distribución (d) toman el valor uno cuando afectan a alumnos que sólo tienen un lugar de destino: el curso c.

En el apartado 2 se describen las características del programa de ordenador, diseñado de acuerdo con el modelo, así como las normas para su utilización.

Información necesaria

De acuerdo con la formulación del Modelo, para llegar a determinar el número de alumnos matriculados en una serie de años consecutivos, comprendidos entre dos años extremos, que designamos por (y) año base e (y + n) año objetivo, hemos de partir del conocimiento de ciertos datos estadísticos y de determinadas relaciones estructurales. Es evidente que la información necesaria es tanto mayor cuanto mayor sea la amplitud (n) del intervalo (y . y + n) al que se refiere la predicción.

En el supuesto de que (n) sea igual a la unidad, nuestro objetivo es el de llegar a conocer el número de alumnos matriculados en el año (y + 1) por niveles y grados de enseñanza. La información que precisamos viene recogida en los siguientes puntos:

- Estructura del sistema educativo por niveles y grados de enseñanza en el año base.
- Número de alumnos por niveles y grados de enseñanza en el año base.
- Estructura de cambio de los alumnos matriculados en el año (y) al (y + 1), pudiendo ser idéntica o diferente la estructura del sistema educativo en esos dos años.
- Tasas de repetición y abandono y coeficientes de distribución referidos a los alumnos matriculados en el año base.
- Población de dos, tres, cuatro, cinco y seis años, año (y + 1).

- Proporciones de alumnos matriculados por primera vez en el sistema educativo.

En el supuesto más general de que (n) tome un valor cualquiera, el problema aumenta en tamaño, pero no en complejidad. Por una parte, la información necesaria es del mismo tipo para todos los años, como puede verse en el esquema 1.3.2.2/3.

Por otra, las interrelaciones entre todas las variables que intervienen en la determinación del flujo de alumnos (esquema 1.3.2.2/3 es la misma en todo el proceso.

Esquema 1.3.2.2/3

Información necesaria

N.º de orden	CONCEPTO	AÑO	Dato
Y AÑO BASE	— Estructura del sistema educativo por niveles y grados de enseñanza.	y	•
	— Número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza.	y	•
	— Estructura de cambio.	$y \rightarrow (y + 1)$	•
	— T a s a s de repetición, abandono y coeficientes de distribución.	y	•
	— Población de dos, tres, cuatro, cinco y seis años.	y + 1	•
	— Proporciones de alumnos matriculados por primera vez en el sistema educativo.	y + 1	•

Número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza.	y + 1	Calculados por el ordenador.
---	-------	------------------------------

	CONCEPTO	AÑO	
N.º de orden	— Número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza.	$y + 1$	Dato
AÑO Y + 1			
	— Estructura de cambio.	$(y + 1) \rightarrow (y + 2)$	•
	— T a s a s de repetición, abandono y coeficiente de distribución.	$y + 1$	•
	— Población de dos, tres, cuatro, cinco y seis años.	$y + 2$	•
	— Proporciones de alumnos matriculados por primera vez en el sistema educativo.	$y + 2$	•

Número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza.	$y + n$	Calculados por el ordenador.
---	---------	------------------------------

N.º de orden	— Número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza.	$y + n - 1$	Dato
AÑO Y + n			
	— Estructura de cambio.	$(y+n-1) \rightarrow (y+n)$	•
	— T a s a s de repetición, abandono y coeficiente de distribución.	$y + n$	Calculados por el ordenador.
	— Proporciones de alumnos matriculados por primera vez en el sistema educativo.	$y + n - 1$	•
	— Número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza.	$y + n$	•
	— Población de dos, tres, cuatro, cinco y seis años.	$y + n$	•

DISPONIBILIDADES Y NECESIDADES DE PROFESORES

Una vez determinado el número de alumnos por niveles y grados de enseñanza, el número de profesores (t), dedicación plena en el año (y) se obtiene para un conjunto de cursos (t), una vez fijada la relación (f) alumno-profesor mediante

$$[4] \quad T_y^t = E_y^t / f_y^t$$

Hemos de tener en cuenta que siendo (t) un conjunto formado por uno o varios cursos, podemos identificar cada conjunto (t) con un nivel de enseñanza. El número de grupos distintos que se pueden formar no puede ser superior a treinta, según el estado actual del programa de ordenador diseñado. En el supuesto de que exista cálculo de costes, las agrupaciones han de hacerse conjuntamente para profesores y costes. Las normas a seguir en la utilización del programa vienen en el apartado 2.4.

COSTES DEL SISTEMA EDUCATIVO

La formulación del modelo en el aspecto de costes sigue un esquema bastante simple; una vez calculado el número de alumnos matriculados obtenemos los diferentes conceptos de coste mediante la aplicación de unos módulos por alumno.

Costes corrientes

Costes corrientes por alumno del conjunto (t) en el año (y)

$$[5] \quad v_y^t = F_y^t / f_y^t + \widehat{vb}_y^t + \widehat{vc}_y^t + \widehat{vd}_y^t + \widehat{ve}_y^t + \widehat{vf}_y^t + \widehat{vg}_y^t + \widehat{vh}_y^t + \widehat{vi}_y^t$$

en donde: v = coste corriente por alumno del conjunto (t) en el año (y).

F = salario medio por profesor.

f = relación alumno/profesor.

\widehat{vb} , \widehat{vc} , \widehat{vd} , \widehat{ve} , \widehat{vf} , \widehat{vg} , \widehat{vh} , \widehat{vi} = son diversos conceptos tales como mantenimiento y operación, comidas, transporte, etc.

**Costes corrientes totales del conjunto (t) en el año (y)
sin incluir gastos de administración general**

$$[6] \quad V_y^t = v_y^t E_y^t$$

Gastos de administración general en el año (y)

Si dentro de los módulos de costes corrientes no han quedado diluidos los gastos de administración general, es necesario, para llegar a obtener los costes corrientes totales, sumarle a la ecuación [6] dichos gastos calculados mediante la expresión:

$$[7] \quad A_y = L \sum_{t=1}^n V_y^t$$

Consideramos que los gastos de administración general son proporcionales a los costes corrientes totales del sistema educativo (sin incluir los gastos de administración general).

Costes corrientes totales del sistema educativo en el año (y)

$$[8] \quad V_y = \sum V_y^t + A_y = (1 + L) \sum_{t=1}^n V_y^t$$

Costes de capital

Costes de capital por alumno del conjunto (t) en el año (y)

$$[9] \quad u_y^t = c_y^t q_y^t \left[1 + s_y^t + z_y^t \right]$$

en donde: c = coste por metro cuadrado edificado.

u = coste de capital por alumno.

q = metros cuadrados necesarios por alumno.

s = proporción sobre el coste de edificación destinado a muebles y equipo.

z = proporción sobre el coste de edificación para urbanización y campos de deporte.

El coste de capital por alumno viene desagregado en tres tipos de costes por alumno:

- Coste de edificación por alumno.
- Coste por alumno del mobiliario y equipo.
- Coste por alumno de urbanización y creación de campos de deporte.

Los dos últimos costes se consideran proporcionales al primero.

Costes totales de capital del conjunto (t) en el año (y)

$$[10] \quad U_y^t = u_y^t \left[E_{y+1}^t - (1 - x_y^t) E_y^t \right]$$

El coste total de capital del conjunto (t) en el año (y) es igual al coste de la creación de nuevas plazas $[u_y^t (E_{y+1}^t - E_y^t)]$ más el coste de las plazas a reemplazar $(x_y^t E_y^t)$ que se considera proporcional al número de alumnos matriculados.

Costes totales de capital en el año (y)

$$[11] \quad U_y = \sum_{t=1}^n U_y^t$$

Costes totales

Costes totales del conjunto (t) en el año (y)

$$[12] \quad W_y^t = V_y^t + U_y^t$$

Costes totales del sistema educativo

$$[13] \quad W_y = V_y + U_y$$

GASTOS DEL SECTOR PUBLICO EN ENSEÑANZA

Gastos corrientes

**Costes corrientes del conjunto (t) en el año (y)
correspondientes al sector público**

$$[14] \quad X_y^t = b_y^t V_y^t$$

en donde el parámetro (b) es la proporción de alumnos matriculados en centros del Estado.

**Costes corrientes totales en el año (y)
correspondientes al sector público**

$$[15] \quad X_y = \sum_{t=1}^n X_y^t + A_y$$

en donde A = gastos de administración general.

Gastos de capital

**Coste de capital del conjunto (t) en el año (y)
correspondientes al sector público**

$$[16] \quad Y_y^t = \widehat{cp}_y^t \cdot u_y^t \cdot [E_{y+1}^t - E_y^t] + m_y^t \cdot u_y^t \cdot x_y^t \cdot E_y^t$$

siendo: \widehat{cp} = proporción de costes de capital de nuevas construcciones financiados por el Estado.

m = proporción de coste de capital en reemplazamiento de cargo del Estado.

**Costes totales de capital en el año (y)
correspondientes al sector público**

$$[17] \quad Y_y = \sum Y_y^t$$

Gastos totales del sector público

$$[18] \quad Z_y = X_y + Y_y$$

En resumen, el modelo español que acabamos de formular consta de las siguientes ecuaciones:

ALUMNOS

Pre-escolar

$$[1] \quad E_y^c = e_y^c P_y^a \quad 0 \leq e_y^c \leq 1$$

donde, comúnmente, $c = 1, 2, 3, 4$, y $a = 2, 3, 4, 5$.

Primer curso de Primaria

$$[2] \quad E_y^c = e_y^c P_y^a + r_{y-1}^c E_{y-1}^c \quad e \geq 0$$

siendo, generalmente, $c = 5$ y $a = 6$.

Otros cursos

$$[3] \quad E_y^c = d_{y-1}^{c'} \left[1 - \left(O_{y-1}^{c'} + r_{y-1}^{c'} \right) \right] E_{y-1}^{c'} + \dots + \dots + d_{y-1}^{c^n} \left[1 - \left(O_{y-1}^{c^n} + r_{y-1}^{c^n} \right) \right] E_{y-1}^{c^n} + r_{y-1}^c E_{y-1}^c + N_y^c$$

en donde: $0 \leq d \leq 1$.

n = número de cursos de procedencia, pudiendo llegar a ser incluso cero.

DISPONIBILIDADES Y NECESIDAD DE PROFESORES

$$[4] \quad T_y^t = E_y^t / f_y^t$$

COSTES DEL SISTEMA EDUCATIVO

Costes corrientes

$$[5] \quad v_y^t = F_y^t / f_y^t + \widehat{vb}_y^t + \widehat{vc}_y^t + \widehat{vd}_y^t + \widehat{ve}_y^t + \widehat{vf}_y^t + \widehat{vg}_y^t + \widehat{vh}_y^t + \widehat{vi}_y^t$$

$$[6] \quad V_y^t = v_y^t E_y^t$$

$$[7] \quad A_y = L_t \sum_{t=1}^n V_y^t$$

$$[8] \quad V_y = \sum V_y^t + A_y = (1 + L) \sum_{t=1}^n V_y^t$$

Costes de capital

$$[9] \quad u_y^t = c_y^t q_y^t [1 + s_y^t + z_y^t]$$

$$[10] \quad U_y^t = u_y^t [E_{y+1}^t - (1 - x_y^t) E_y^t]$$

$$[11] \quad U_y = \sum_{t=1}^n U_y^t$$

Costes totales

$$[12] \quad W_y^t = V_y^t + U_y^t$$

$$[13] \quad W_y = V_y + U_y$$

GASTOS DEL SECTOR PUBLICO EN ENSEÑANZA

Gastos corrientes

$$[14] \quad X_y^t = b_y^t \cdot V_y^t$$

$$[15] \quad X_y = \sum_{t=1}^n X_y^t + A_y$$

Gastos de capital

$$[16] \quad Y_y^t = \widehat{cp}_y^t \cdot u_y^t \cdot [E_{y+1}^t - E_y^t] + m_y^t \cdot u_y^t \cdot x_y^t \cdot E_y^t$$

$$[17] \quad Y_y = \sum Y_y^t$$

Gastos totales del sector público

$$[18] \quad Z_y = X_y + Y_y$$

2. PROGRAMA ECENSE (1)

2.1. INTRODUCCION

Las características lógicas del modelo formulado anteriormente aconsejan diseñar un programa de ordenador que nos permita efectuar los largos y pesados cálculos necesarios para hacer previsiones, tanto del flujo de alumnos como de los costes corrientes y de capital que implica todo sistema educativo. El tiempo y el esfuerzo invertidos en la elaboración de un programa para modelos como el que nos referimos son altamente rentables y suponen el disponer de resultados en cuestión de poco tiempo.

En las aplicaciones del Modelo de la UNESCO, realizadas por la propia UNESCO en otros países, se han elaborado programas que reflejan la estructura propia del sistema educativo de cada país, lo que supone una pérdida de generalidad.

La aplicación de este Modelo al caso español se caracteriza por el hecho de que no podemos suponer fija la estructura del sistema educativo para los próximos años, en los que se va a llevar a cabo una reforma importante del sistema.

El primer programa diseñado suponía fija dicha estructura, lo que hacía necesario, en caso de cambio, elaborar un nuevo programa o bien establecer una equivalencia de estructuras. Para evitar estos problemas se pensó en la posibilidad de salvar tal limitación, elaborando un programa en el que la estructura fuese un dato más a suministrar.

El programa ECENSE-2, en su forma actual, tiene dos características especialmente importantes:

- a) Pueden realizarse previsiones para cualquier estructura, por diferen-

(1) Es necesario que todo programa de ordenador se designe por un nombre que no tiene por qué responder a un significado concreto. En nuestro caso, ECENSE viene a significar «Estudio Costes Enseñanza».

te que sea de la española, dentro de ciertas limitaciones que diremos más adelante. Esto hace que el programa pueda ser utilizado por otros países.

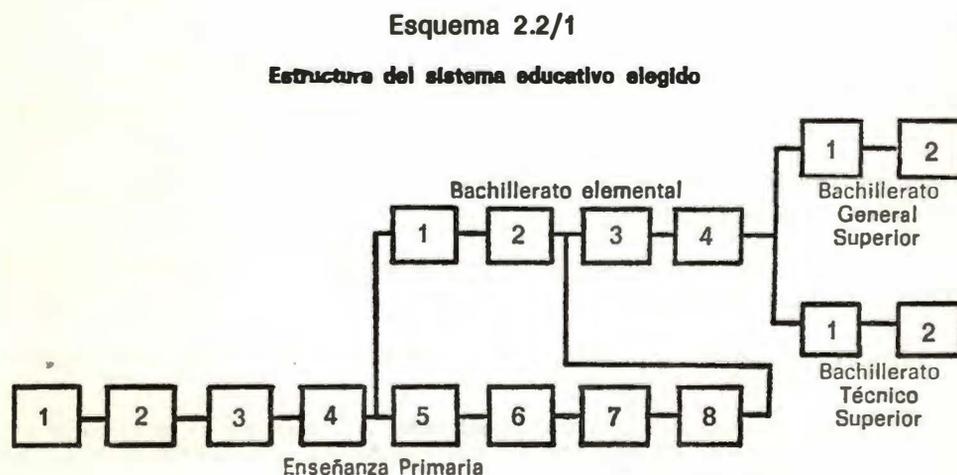
b) En el supuesto de que en el proceso de previsión haya algún cambio de estructura, sólo hay que suministrar al ordenador aquello que cambia. Esto lo hace especialmente útil para simular diferentes tipos de reformas a introducir en el sistema educativo.

El programa ECENSE-2, con estas importantes características, nos sirve para calcular el número de alumnos matriculados por niveles y grados de enseñanza en un año determinado. Conocido el número de alumnos, se calculan las tasas de escolaridad correspondientes a las edades del alumnado, el número de profesores necesario en cada uno de los niveles y el incremento de alumnos del año siguiente. Finalmente, con el programa ECENSE-2 se pueden calcular los costes, tanto corrientes como de capital que se necesitan para conseguir los resultados alcanzados.

2.2. EL MODELO Y SU PROGRAMA

La conexión entre el modelo y su programa vamos a describirla mediante la utilización de un ejemplo sencillo.

Supongamos un sistema educativo que tenga como estructura una fracción de la estructura del sistema educativo actual y que recogemos en el esquema 2.2/1.



INFORMACION NECESARIA

Como hemos dicho anteriormente, al estar diseñado el programa para hacer los cálculos relativos a una estructura cualquiera, la forma concreta que se quiera estudiar tiene que darse como dato a la calculadora. Para ello escribiremos una línea por curso, que contenga un nombre que lo identifique, un número que indique el nivel al que pertenece, la edad ideal de los alumnos del curso, un número de orden general y el o los números de orden de los cursos que le siguen:

Nombre del curso	Grado	Nivel	Edad ideal	N.º de curso	Curso siguiente
Enseñanza primaria	1	1	6	1	2
	2	1	7	2	3
	3	1	8	3	4
	4	1	9	4	5 9
	5	1	10	5	6
	6	1	11	6	7
	7	1	12	7	8
	8	1	13	8	11
Bachiller elemental	1	2	10	9	10
	2	2	11	10	11
	3	2	12	11	12
	4	2	13	12	13 15
Bachiller general	1	3	14	13	14
	2	3	15	14	
Bachiller general técnico.	1	4	14	15	16
	2	4	15	16	

Como puede verse en el ejemplo, no es necesario poner el nombre completo en cada curso; un número superior para identificar el nivel no indica que el nivel sea superior, sino sólo distinto; la edad ideal no es la de todos los alumnos del curso, sino la de la mayoría (los alumnos del curso «Bachillerato elemental 3» que provengan del «Enseñanza primaria 8» tendrán en general catorce años y no doce); el número del curso es, estricta-

mente, el número de la línea en que figura el curso; normalmente habrá un solo curso siguiente, pero puede haber más (en las ramificaciones) o ninguno (en los terminales). (En el ejemplo se supone que después del bachillerato no hay nada más que estudiar.)

Estas líneas, convenientemente perforadas en tarjetas, son datos que hay que dar a la calculadora.

Tal como está actualmente escrito, el programa admite un máximo de 150 cursos, 30 niveles y veinticinco años de edad máxima de los estudiantes. También existe la limitación de que un curso puede tener como máximo 10 cursos que le sigan (en ramificación).

De acuerdo con el esquema 1.3.2.2/2, los datos que hay que dar a la calculadora, referentes a cada curso, aparte de los ya dados en la estructura, son:

- Número de estudiantes que había en el curso durante el año de partida.
- Proporción de repetidores.
- Proporción de abandonos.
- Proporción, de entre los que continúan que pasan a cada uno de los cursos siguientes, si hay más de uno.
- Número de nuevos alumnos.

Estos datos se dan, salvo el primero, para cada año, si varían con respecto a los del año anterior.

PROCESO DE CALCULO

Supuesto que ya hemos calculado los alumnos que habrá en 1971 en cada curso del ejemplo, y que conocemos los datos mencionados para la transición de 1971 a 1972, es fácil ver que los alumnos que habrá en 1972 en el curso 1 será:

$$A(1, 1972) = A(1, 1971) \times R(1, 1972) + N(1, 1972)$$

Es decir, el número de alumnos que habrá en 1972, en el curso 1, será igual al número de alumnos que había en 1971 multiplicado por la proporción de los que han de repetir en 1972, más los nuevos alumnos que entran en 1972.

El número de alumnos que habrá en el curso 11 será:

$$A(11, 1972) = A(11, 1971) \times R(11, 1972) + N(11, 1972) + \\ + A(8, 1971) \times P(8, 1972) + A(10, 1971) \times P(10, 1972)$$

donde los dos primeros sumandos tienen significado análogo al caso anterior; el tercer sumando es el número de alumnos que en 1971 estudiaron el curso 8, multiplicado por la proporción de alumnos que continuarán estudiando, y el cuarto, lo mismo, para los que estudiaron el curso 10.

Finalmente, el número de alumnos que habrá en el curso 13 será:

$$A(13, 1972) = A(13, 1971) \times R(13, 1972) + N(13, 1972) + \\ + A(12, 1971) \times P(12, 1972) \times D(12, 13, 1972)$$

donde el último sumando es el número de alumnos que habrá en 1971 en el curso 12, multiplicado por la proporción de los que continuarán estudiando en 1972 y por la proporción de estos que estudiarán el curso 13.

La proporción de los que continúan estudiando no se da como dato, sino que se calcula a partir de la proporción de los que repiten y la proporción de los que abandonan o terminan sus estudios:

$$P(12, 1972) = 1 - R(12, 1972) - O(12, 1972)$$

Es claro, por otra parte, que las proporciones de alumnos que continuarán con uno u otro curso deben sumar 1:

$$D(12, 13, 1972) + D(12, 15, 1972) = 1$$

El número de nuevos alumnos no se da de hecho como tal número absoluto, sino que para el período preescolar y para el primer curso de Primaria se da la proporción de alumnos sobre el total de personas de la edad correspondiente, mientras que para el resto de los cursos se da la proporción de nuevos alumnos sobre el total de los alumnos del curso. Las fórmulas del ejemplo quedarán modificadas de la siguiente manera:

$$A(1, 1972) = A(1, 1971) \times R(1, 1972) + N(1, 1972) \times POBL(6, 1972)$$

$$A(11, 1972) = [A(11, 1971) \times R(11, 1972) + A(8, 1971) \times P(8, 1972) + A(10, 1971) \times P(10, 1972)] \times [1 + N(11, 1972)]$$

$$A(13, 1972) = [A(13, 1971) \times R(13, 1972) + A(12, 1971) \times P(12, 1972) \times D(12, 13, 1972)] \times [1 + N(13, 1972)]$$

Una vez calculados los alumnos curso por curso, y con los datos que figuran en las tarjetas, en las que se describe la estructura, se reagrupan los alumnos por edades y, con los datos que hay que dar sobre la población total de dichas edades, se calculan por simple división las tasas de escolaridad; por ejemplo:

$$TE(10, 1972) = [A(5, 1972) + A(9, 1972)] / POBL(10, 1972)$$

Puede ocurrir que las tasas sean superiores a la unidad; esto se explica porque no todos los alumnos de los cursos 5 y 9 tienen de hecho diez años: diez años es sólo la edad ideal de los alumnos.

A continuación, y también basándose en los alumnos calculados y en los datos de la estructura, se calculan los totales de alumnos en cada nivel, y dividiendo por el número de alumnos que, a ese nivel, debería haber por profesor, se calcula el número de profesores que deberá de haber preparados para cada nivel en el año que se está calculando. Para el Bachillerato elemental, por ejemplo, se tendrá:

$$NPROF(12, 1972) = [A(9, 1972) + A(10, 1972) + A(11, 1972) + A(12, 1972)] / ALPROF(2, 1972)$$

Con los datos anteriormente calculados, y conociendo para cada nivel el sueldo medio de un profesor, los costes por alumno en operación y mantenimiento, personal auxiliar, administración, libros, material auxiliar, becas, etc., se calculan los costos corrientes por nivel y totales.

Con el número de alumnos por nivel en dos años sucesivos se calcula el número de nuevas plazas que hay que crear y, dado el coste del metro cuadrado, los metros que se necesitan por alumno y las proporciones de costes por metro en mobiliario y urbanización, se calculan los costos de capital.

Con estos costos totales, y conocida la proporción en cada nivel de estudiantes, que reciben enseñanza en centros privados y estatales, se calculan los costes públicos corrientes y de capital.

Tanto los datos (que pueden variarse o mantenerse fijos de año en año) como los resultados son listados en forma tabular para cada año del período que se está simulando. A continuación, y para un máximo de diez años preseleccionados, se imprimen una serie de tablas comparativas con las cifras totales y las tasas de crecimiento de los resultados más significativos.

2.3. POSIBLES UTILIZACIONES DEL PROGRAMA

Un ejemplo de utilización del programa puede ser el estudiar, mediante una serie de simulaciones, cuál es la forma óptima de llevar a cabo la transición de una estructura del sistema educativo a otra.

También puede utilizarse para comparar cuantitativamente los rendimientos que darían la aplicación de dos o más estructuras diferentes.

Conocidos por la experiencia de años anteriores, números tales como las proporciones de repetidores, de abandonos y de alumnos que, al llegar a una ramificación, seleccionan continuar sus estudios por una u otra rama, puede hacerse una simulación suponiendo que estos parámetros no van a variar. De los resultados obtenidos podrá deducirse en algunos casos que, dentro de un cierto número de años, el número de profesionales de una cierta rama será claramente deficitario; esto indicará la conveniencia de hacer, con la debida antelación, una campaña propagandística, por ejemplo, para conseguir que la proporción de alumnos que escogen dicha rama sea mayor de lo que es en las condiciones actuales.

También puede indicar la conveniencia de que haya un menor número de repetidores (mejorando la enseñanza) o de abandonos.

Finalmente, y sin que esto quiera decir que no haya más aplicaciones posibles, el programa puede ser útil para prever a plazo más o menos largo los gastos que el sistema educativo va a suponer.

2.4. PREPARACION DE LOS DATOS PARA EL PROGRAMA ECENSE-2

A continuación se exponen las normas a seguir al suministrar los datos para el programa ECENSE-2.

FORMATOS

Se utilizan tres tipos de formatos:

1. **Formato entero.**—El número se escribe en las columnas indicadas, a tope a la derecha y sin puntos ni comas.
2. **Formato real.**—El número se escribe en las columnas indicadas, con punto decimal (no coma).
3. **Formato libre.**—El número se escribe con o sin punto decimal, ocupando tantas columnas como haga falta.

DATOS

Los datos para el programa ECENSE-2 están constituidos por una tarjeta para las tablas finales y un grupo de tarjetas para el año base, seguidas de un grupo de tarjetas para cada año consecutivo que se quiera simular:

- Tarjeta tablas finales.
- Datos año base (año Y).
- Datos año (Y + 1).
- Datos año (Y + 2).
-
- Datos año (Y + n).

Tarjeta tablas finales

- Columnas 1 a 6, 7 a 12..., 54 a 60.—Años cuyos resultados quieren incluirse en las tablas comparativas finales (máximo, 10) (enteros).

Datos año base

- 1.ª tarjeta: columnas 1 a 4.—Año base (entero); columnas 5 a 8: Número de cursos en la estructura (entero).
- 2.ª tarjeta: columnas 1 a 10.—Producto nacional bruto en el año base (real) en millones (es decir, con el punto para indicar las fracciones de millón, no las cifras decimales).
- Tarjetas siguientes: En estas tarjetas debe perforarse, por orden, el número de alumnos que, durante el año base, habrá en cada curso. Hay que dar 8 datos por tarjeta, de 10 en 10 columnas (formato real). Habrá tantas tarjetas como sea necesario (si C es el número de cursos habrá (parte entera de $[(N + 7)/8]$ tarjetas).

Datos del año Y + K

- 1.ª tarjeta: columnas 1 a 4: Año Y + k (entero); columna 8: 1 si hay nueva estructura (para el año Y + 1 siempre la hay), 0 si no la hay; columna 12: 1 si hay que calcular los costos para el año Y + k, 0 si no hay que calcularlos.

A continuación hay que poner:

- Tarjetas de estructura (si se puso un 1 en la primera tarjeta).
 - Tarjetas \$ CURS Ø (siempre).
 - Tarjetas \$ PBLC (siempre).
 - 1.ª tarjeta de costes.
 - Tarjeta de costos corrientes
 - Tarjetas de costos de capital
- } (si se puso un 1 en la 1.ª tarjeta)

Tarjetas de estructura

El formato de estas tarjetas es el siguiente:

- Columnas 1 a 23: Nombre del nivel al que pertenece el curso, o blancos.
- Columna 24: Número de curso (u otra identificación o blanco) dentro del nivel.
- Columnas 25 a 27: Número del nivel al que pertenece el curso (entero).

- Columnas 28 a 30: Edad ideal de los alumnos del curso (entero).
- Columnas 31 a 33: Número del curso dentro de la estructura (números consecutivos empezando por 1) (entero).
- Columnas 34 a 36, 37 a 39, 40 a 42... hasta 61 a 63: Números de los cursos (del año $Y + k$) a los que pueden acceder los alumnos de este curso (enteros).

La primera vez (para el año $Y + 1$) deben darse tantas tarjetas como cursos hubiera en el año 0. Para el año $Y + k$ sólo hay que dar las tarjetas que difieran de las del año anterior y la última tarjeta.

Tarjetas \$ CURS Ø

- Columna 1: en blanco.
- Columnas 2 a 7: \$ CURS Ø.
- Columna 8: en blanco.
- Columnas 9 a 11: NC =

A continuación, y con formato libre, el número del curso (del año $Y + k - 1$) al que corresponde esta tarjeta. Después, los tres caracteres «,R = » y, con formato libre, la proporción de alumnos que repiten curso. Después, «,Ø = » y la proporción de alumnos que abandonan o terminan sus estudios (formato libre). «,PRDD = », proporción de alumnos que pasan de un curso a cada uno de los siguientes, en formato libre, separados por comas, y en el mismo orden en que dichos cursos se han dado en las tarjetas de estructura (columnas 34 a 63). Para terminar, se coloca un \$.

La suma de los valores PRDD, si los hay (si hay más de un curso siguiente), debe ser la unidad. Si sólo hay un curso que siga a éste no se pone PRDD.

PRDD, R y Ø sólo hay que ponerlas la primera vez que sean distintas de cero y si cambian con respecto al año anterior. Sólo es necesario poner cada año la tarjeta correspondiente al último curso del año anterior.

Tarjetas \$ PBLC

- Columna 1: en blanco.
- Columnas 2 a 6: \$ PBLC.
- Columna 7: en blanco.
- Columnas 8 a 12: P Ø BL =

A continuación, con formato libre y separados por comas: población de dos años, población de tres años, etc.

A continuación «,GN = », proporción de gente nueva en el curso 1, proporción de gente nueva en el curso 2, etc.

A continuación «,REEMPL = », proporción de plazas a reemplazar en el nivel 1, proporción de plazas a reemplazar en el nivel 2, etc.

A continuación «,NPROF = », número de alumnos por profesor en el nivel 1, número de alumnos por profesor en el nivel 2, etc.

Si los datos no cupieran en una tarjeta, pueden utilizarse varias, terminando cada una con una coma (y blancos, si hace falta) y empezando la siguiente en columna 2 (sin \$ PBLC). La última llevará un \$ después del último dato.

Si un grupo de datos es igual que el año anterior (o cero, la primera vez), no hay que darlo (nombre incluido).

Si un grupo de datos es igual que el año anterior (o cero, la primera vez) a partir de un cierto dato, tampoco hace falta dar esta cola.

Hasta el primer curso de «Primaria» (el primero que tiene un curso siguiente en las tarjetas de estructura), GN es la proporción (sobre la población total de la edad correspondiente al curso) de alumnos que entran en este curso. Después del primer curso de «Primaria», GN es la proporción (sobre el número de alumnos que se calcula para el curso) de alumnos que entran nuevos en el sistema.

1.ª tarjeta de costos

- Columnas 1 a 10: Proporción de gastos de administración general sobre el total de gastos corrientes (real).
- Columnas 11 a 20: Tasa de incremento del producto nacional bruto en términos reales (real).
- Columnas 21 a 30: Tasa de incremento del producto nacional bruto debida al incremento de precios (real).
- Columnas 31 a 40: Porcentaje de participación del presupuesto del Estado en el producto nacional bruto (real).

Tarjeta de costos corrientes

- Columnas 1 a 6: Nivel al que corresponde esta tarjeta (entero).

- Columnas 7 a 12: Sueldo medio de un profesor o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 13 a 18: Coste por alumnos de personal extra o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 19 a 24: Coste por alumno de administración general o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 25 a 30: Coste por alumno de mantenimiento y operación o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 31 a 36: Coste por alumno de libros o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 37 a 42: Coste por alumno en comida, etc., o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 43 a 48: Costes auxiliares por alumno (transporte, etc.) o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 49 a 54: Coste por alumno de becas, etc., o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 55 a 60: Coste por alumno de material de enseñanza o proporción de incremento sobre el año anterior (real).

Puede darse una tarjeta por nivel, pero pueden omitirse aquellas tarjetas que sean iguales a las del año anterior (o nulas, la primera vez), debiendo estar siempre la correspondiente al último nivel. Si para uno de los datos se da un valor mayor que 1, el programa interpreta que éste es el valor del concepto. Si es menor que 1, interpreta que es la proporción de incremento. Si es nulo, interpreta que el dato no varía con respecto al año anterior (proporción de incremento nulo). Para hacer que se anule este concepto hay que poner - 1.

Tarjeta de costos de capital y otros datos

- Columnas 1 a 6: Nivel al que corresponda esta tarjeta (entero).
- Columnas 7 a 12: Coste de la unidad de área o proporción de incremento sobre el año anterior (real).
- Columnas 13 a 18: Área necesaria por alumno (real).
- Columnas 19 a 24: Proporción de coste de muebles y equipo sobre el coste de la unidad de área (real).
- Columnas 25 a 30: Proporción de coste de urbanización sobre el coste de la unidad de área (real).
- Columnas 31 a 36: Proporción de gasto público sobre el de costes corrientes en este nivel (real).

- Columnas 37 a 42: Proporción de gasto público sobre el total de coste de capital adicional a este nivel (real).
- Columnas 43 a 48: Proporción de gasto público sobre el total de costes de capital a reemplazar a este nivel (real).
- Columnas 49 a 54: Número de profesores que han de ser reciclados (real).
- Columnas 55 a 60: Coste unitario del reciclaje o proporción de incremento sobre el año anterior (real).

Si una tarjeta de este último grupo se da, deben darse todos sus datos, aunque alguno sea igual que el del año anterior.

Anexo

1. NUMERO DE MATRICULADOS Y NUMERO DE PROFESORES

1.1. LISTA DE VARIABLES

Véase cuadro 1.1/1 (los símbolos se explican posteriormente en la nota aclaratoria 1.2.2).

1.2. NOTAS ACLARATORIAS

1.2.1. Años que intervienen

Hay que disponer de información para un conjunto de años comprendidos entre el año base ($y - 1$) y un año objetivo ($y + n$). Los datos necesarios para cada año vienen recogidos en el punto 1.2.2.

1.2.2. Datos necesarios para cada año

En el cuadro 1.1/1 adjunto aparecen aquellas variables de las que hay que dar información:

- a) Para el año base ($y - 1$) se necesita la siguiente información:
 - a.1. Número de matriculados por edades y grados (E^{ag}).
 - a.2. Número de matriculados por tipos y grados (E^{tg}).
 - a.3. Número de profesores por tipos y grados (T^{tg}).
- b) Para el año (y) hay que tener datos de las siguientes variables:
 - b.1. Número de matriculados por primera vez en el sistema, por edad y grado, es decir, aquellos que, con anterioridad, nunca habían estado matriculados (G^{ag}).
 - b.2. Número de matriculados repetidores, distribuidos por grados (S^g).

- b.3. Número de matriculados no repetidores, distribuidos por grados (A^g).
- b.4. Número de inmigrados netos que entran en el sistema por edades y grados (I^{ag}).
- b.5. Número de retornados al sistema, por edades y grados, es decir, aquellos que, habiendo estado matriculados, se retiran por uno o varios años y después vuelven (N^{ag}).
- c) Para los demás años es necesario hacer previsiones del número de inmigrados netos que entran en el sistema por edades y grados (I^{ag}) y del número de retornados al sistema por edades y grados (N^{ag}).

2. COSTES

2.1. LISTA DE VARIABLES

Véase cuadro 2.1/1 adjunto.

2.2. NOTAS ACLARATORIAS

2.2.1.—El número de variables que intervienen en la elaboración de los costes de enseñanza quedan agrupados en los siguientes grandes apartados.

- a) Costes corrientes.
- b) Costes de capital.
 - b.1. Coste de capital en escuelas.
 - b.2. Coste de capital en residencias para estudiantes.
 - b.3. Coste de capital en residencias para profesores.

2.2.2.—En el cuadro 2.1/1 aparece la lista de variables básicas para el cálculo de los costes corrientes y los costes de capital en escuelas. Así, pues, queda por elaborar la lista completa de los apartados b.2 y b.3 para los que necesitaremos una relación de variables análoga a la b.1, pero referida a residencias para estudiantes y residencias de profesores.

Cuadro 1.1/1
Alumnos y profesores

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
1	E_{y}^{ag}	Número de matriculados en el año (y), de edad (a) y grado (g).	$2 \times 7 + 6 \times 3 \times 9 + 12 \times 3 \times 13 + 15 + 16$	$[A-1] E_{y}^{ag} = B_{y}^{a} e_{y}^{ag} + s_{y-1}^{a-1}$ $r_{y-1}^{g \rightarrow g} E_{y-1}^{a-1, g} + s_{y-1}^{a-1}$ $p_{y-1}^{g-1 \rightarrow g} E_{y-1}^{a-1, g-1} +$ $+ i_{y}^{ag} + N_{y}^{ag}$
2	B_{y}^{a}	Población previamente no matriculada en el año (y), de edad (a).	$3 \times (4-5)$	$[A-2] B_{y}^{a} = s_{y-1}^{a-1} \left(p_{y-1}^{a-1} - \right.$ $\left. - \sum_{i=n}^{i=n} E_{y-1}^{(a-1, g \pm 1)} \right)$
3	s_{y-1}^{a-1}	Tasa de supervivencia demográfica.	dato base (d.b.)	
4	p_{y-1}^{a-1}	Población en el año (y-1), de edad (a-1).	(d.b.)	

Cuadro 1.1/1 (Cont.)

Alumnos y profesores

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
5	E_{y-1}^{a-1}	Número de matriculados en el año (y-1), de edad (a-1).	$\sum_g (6)$	[A-4] $E_y^a = \sum_{i=0}^{n-1} E_y^{a-g} \pm i$
6	$E_{y-1}^{a-1,g}$	Número de matriculados en el año (y-1), de edad (a-1) y grado (g).	(d.b.)	
7	e_y^{ag}	Tasa de matriculados por primera vez.	8:2	
8	G_y^{ag}	Matriculados por primera vez.	(d.b.)	
9	$r_{y-1}^{g,g}$	Tasa de repetición en el año (y-1) con el grado (g).	10:11	
10	S_{y-1}^g	Número de repetidores.	(d.b.)	
11	E_{y-1}^g	Matriculados en el año (y-1) y en el grado (g).	$\sum_a (6)$	[A-3] $E_y^g = \sum_{i=0}^{n-1} E_y^{a \pm i, g}$

Cuadro 1.1/1 (Cont.)

Alumnos y profesores

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
12	$E_{y-1}^{a-1, g-1}$	Matriculados en el año (y-1) y en el grado (g-1), de edad (a-1).	Igual a 6	
13	P_{y-1}^{g-1}	Tasa de promoción.	14 : 11	
14	A_{y-1}^g	Número de alumnos que continúan.	(d.b.)	
15	I_y^{ag}	Inmigrantes netos.	(d.b.)	
16	N_y^{ag}	Retornados al sistema.	(d.b.)	
17	d_y^{tg}	Tasa de distribución de matriculados.	18 : 19	$[A-5] E_y^{tg} = d_y^{tg} E_y^g$
18	E_y^{tg}	Número de matriculados en el año (y), en el tipo (t) y grado (g).	(d.b.)	

Cuadro 1.1/1 (Cont.)

Alumnos y profesores

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
19	E_y^g	Número de matriculados en el año (y) y en el grado (g).	$\sum (1)$ a	
20	T_y^{tg}	Número de profesores con dedicación plena.	(d.b.)	$[B - 1] T_y^{(tg)} = \frac{E_y^{(tg)}}{f_y^{(tg)}}$
21	$f_y^{(tg)}$	Relación alumno-profesor.	18 : 20	

Cuadro 2.1/1

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
1	W	Coste total.	2+3	[E-18] $W_y^{(tg)} = V_y^{(tg)} + U_y^{(tg)}$
2	V	Gastos totales corrientes.	4×5 9+12+14+16+19+ +24+29+34+39	[E-7] $V_y^{tg} = v_y^{tg} E_y^{tg}$
3	U	Costes totales de capital.	42×73	[E-11] $U_y^{tg} = u_y^{tg} O_y^{tg} +$ $+ \dot{u}_y^{tg} O_y^{tg} + \ddot{u}_y^{(tg)} \cdot O_y^{tg}$
4	v	Gastos corrientes por alumno.	2:5 6+11+13+15+17+ +22+27+32+37	[E-1] $v_y^{tg} = v_a^{tg} + v_b^{tg} +$ $+ v_c^{tg} + v_d^{tg} + v_e^{tg} +$ $+ v_f^{tg} + v_g^{tg} + v_h^{tg} +$ $+ v_i^{tg}$

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
5	E	Número de alumnos matriculados.	Primera parte del modelo	
6	va	Coste de salario de profesor por alumno.	7 : 8 9 : 5	[E-2] $va = \frac{F^{tg} y}{f^{tg} y}$
7	F	Salario medio profesor.	9 : 10	
8	f	Proporción alumno-profesor.	5 : 10	
9	Va	Coste salario profesores.	(d.b.)	
10	T	Número de profesores necesarios para enseñar.	Primera parte del modelo	
11	vb	Coste de personal por alumno, excluido (va).	12 : 5	
12	Vb	Coste de personal.	(d.b.)	
13	vc	Coste de administración por alumno.	14 : 5	
14	Vc	Coste de administración.	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
15	vd	Coste de mantenimiento de establecimientos educativos por alumno.	16 : 5	
16	Vd	Coste de mantenimiento de establecimientos educativos.	(d.b.)	
17	ve	Coste en libros/alumno.	18×21 19 : 5	[E—3] $ve \frac{tg}{y} = \frac{tg}{y} \frac{tg}{y}$
18	$\dot{V}e$	Coste por alumno en libros entre alumnos que han recibido libros.	19 : 20	
19	Ve	Coste en libros.	(d.b.)	
20	Ee	Número de alumnos que han recibido libros.	(d.b.)	
21	μ	Proporción de estudiantes que han recibido libros.	20 : 5	
22	vf	Costes «benéficos» por alumno.	23 : 26 24 : 5	
23	$\dot{v}f$	Costes «benéficos» por alumno entre alumnos beneficiados.	24 : 25	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
24	Vf	Costes «benéficos».	(d.b.)	
25	Ef	Número de alumnos acogidos a la beneficencia.	(d.b.)	
26	μ	Proporción de alumnos que se han acogido a la beneficencia.	25 : 5	
27	vg	Costes auxiliares (transportes) por alumno.	$\frac{28 \times 31}{29 : 5}$	[E-5] $vg_y = \frac{.tg_y}{y}$
28	vg	Costes auxiliares por alumno entre alumnos beneficiados.	29 : 30	
29	Vg	Costes auxiliares.	(d.b.)	
30	Eg	Número de alumnos beneficiarios de los costes auxiliares.	(d.b.)	
31	v	Proporción de alumnos beneficiarios de los costes auxiliares.	30 : 5	
32	vh	Costes de becas y estipendios por alumno.	$\frac{33 \times 36}{34 : 5}$	[E-6] $vh_y = \frac{.tg_y}{y}$
33	vh	Coste de becas y estipendios por alumno entre alumnos beneficiados.	34 : 35	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
34	Vh	Costes de becas y estipendios.	(d.b.)	
35	Eh	Número de alumnos beneficiarios de becas y estipendios.	(d.b.)	
36	v	Proporción de alumnos beneficiarios de becas y estipendios.	35 : 5	
37	vi	Costes de materiales educativos por alumno, excluidos (Ve).	38×41 39 : 5	
38	vi	Costes de materiales educativos por alumno entre alumnos beneficiados.	39 : 40	
39	VI	Costes materiales educativos.	(d.b.)	
40	Ei	Número de alumnos beneficiarios de material educativo.	(d.b.)	
41	φ	Proporción de alumnos beneficiarios de material educativo.	40 : 5	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
42	\hat{u}	Coste capital por plaza de alumno en escuelas.	$45 \times 48 + 49 \times 52 + 53 \times 56 + 57 \times 60 + 61 \times 64 + 65 + 67 + 69 + 71$ 43 : 44	$[E-8] u_y = ca_y \frac{tg}{y} + qa_y \frac{tg}{y} +$ $+ cb_y \frac{tg}{y} + qb_y \frac{tg}{y} + cc_y \frac{tg}{y} + qc_y \frac{tg}{y} +$ $+ cd_y \frac{tg}{y} + qd_y \frac{tg}{y} + ce_y \frac{tg}{y} + qe_y \frac{tg}{y} +$ $+ ub_y \frac{tg}{y} + uc_y \frac{tg}{y} + ud_y \frac{tg}{y} +$ $+ ue_y \frac{tg}{y}$
43	\hat{U}	Coste capital del total de plazas.	$46 + 50 + 54 + 58 + 62 + 64 + 68 + 70 + 72$	
44	L	Número de plazas-alumno.	$75 + 77 + 79$	
45	ca	Coste unitario del solar para escuelas.	46 : 47	
46	Ca	Coste total solar escuelas.	(d.b.)	
47	Aa	Extensión del solar.	(d.b.)	
48	qa	Extensión por plaza -alumno necesaria para escuelas.	47 : 44	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
49	cb	Coste unitario de la construcción de escuelas.	50 : 51	
50	Cb	Coste total de la construcción de escuelas.	(d.b.)	
51	Ab	Extensión en áreas construidas.	(d.b.)	
52	qb	Extensión por plaza -alumno necesaria para enseñar y servicios comunes.	51 : 44	
53	cc	Coste por unidad de área para laboratorios.	54 : 55	
54	Cc	Coste extensión para laboratorios.	(d.b.)	
55	Ac	Extensión en áreas para laboratorios.	(d.b.)	
56	qc	Extensión por plaza alumno necesaria para laboratorios.	55 : 44	
57	cd	Coste por unidad de área para auditorio y gimnasio.	58 : 59	
58	Cd	Coste total para auditorio y gimnasio.	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
59	Ad	Extensión en zonas para auditorio y gimnasio.	(d.b.)	
60	qd	Extensión por plaza/alumno para auditorio y gimnasio.	59 : 44	
61	ce	Coste por unidad de área para talleres y otros servicios de escuelas.	62 : 63	
62	Ce	Coste total para talleres y otros servicios de escuelas.	(d.b.)	
63	Ae	Extensión en áreas para talleres y otros servicios de escuelas.	(d.b.)	
64	qe	Extensión por plaza/alumno necesaria para talleres y otros servicios de escuelas.	63 : 64	
65	ub	Coste por plaza/alumno en muebles y equipo, etc., para enseñar y servicios comunes.	66 : 44	
66	Ub	Coste total en muebles y equipo para enseñar y servicios comunes.	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
67	uc	Coste por plaza/alumno en muebles y equipo, etc., para laboratorio.	68 : 44	
68	Uc	Coste total en muebles y equipo para laboratorios.	(d.b.)	
69	ud	Coste por plaza/alumno en muebles y equipo, etc., para auditorio y gimnasio.	70 : 44	
70	Ud	Coste total en muebles y equipo, etc., para auditorio y gimnasio.	(d.b.)	
71	ue	Coste por plaza/alumno en muebles y equipo, etc., para talleres y otros servicios de escuelas.	72 : 44	
72	Ue	Coste total en muebles y equipo, etc., para talleres y otros servicios de escuelas.	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
73	Q	Número de plazas/alumno a construir.	$(80 \times 74) + (87 \times 90 \times 93) + (100 \times 76 \times 80) + (103 \times 106 \times 109) + (116 \times 119 \times 93) + (121 \times 78 \times 80)$	$[E-16] \quad Q_y^{tg} = \beta_y^{tg} D_y^{tg} + \oplus_y^{tg} \beta_{y+1}^{tg} D_{y+1}^{tg} + \oplus_y^{tg} \beta_y^{tg} D_y^{tg} + \delta_y^{tg} \beta_{y+2}^{tg} D_{y+2}^{tg} + \delta_y^{tg} \beta_{y+1}^{tg} D_{y+1}^{tg} + \delta_y^{tg} \beta_y^{tg} D_y^{tg}$
74	β	Proporción de plazas/alumno que necesitan un año para terminarse.	75 : 44	
75	\hat{L}	Número de plazas que duran un año y se terminan este año.	(d.b.)	
76	β	Proporción de plazas/alumno que necesitan dos años para terminarse.	77 : 44	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
77	\dot{L}	Número de plazas que duran dos años y se terminan este año.	(d.b.)	
78	β	Proporción de plazas/alumno que necesitan tres años para terminarse.	79 : 44	
79	\dot{L}	Número de plazas que duran tres años y se terminan este año.	(d.b.)	
80	D	Número de plazas/alumno que han de estar terminadas para el año siguiente.	(81 : 86) — (5 : 85) + + [(82 × 5) : 85]	[E — 17] $\hat{D}^{tg}_y = \frac{E^{tg}_{y+1}}{\lambda_{y+1}^{tg}} - \frac{(1 - x^{tg}_y) E^{tg}_y}{\lambda_y^{tg}}$
81	E_{+1}	Número de alumnos matriculados en el año (y + 1).	Primera parte del modelo	
82	x	Proporción de plazas a sustituir.	83 : 84	
83	X	Plazas a sustituir en el año (y + 1).	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
84	ΣX	Número total de plazas existentes.	(d.b.)	
85	λ	Factor de utilización: alumnos-plaza.	5 : 84	
86	λ_{+1}	Factor de utilización: alumnos-plaza en el año (y + 1).	81 : 97 81 : (84+44)	
87	δ	Proporción de construcciones de primer año de plazas de alumno que necesitan dos años para terminarse.	89 : 88	
88	\varnothing	Coste de las obras de dos años de duración que se empiezan este año.	(d.b.)	
89	\varnothing'	Coste imputable a este año de las obras de dos años de duración que empiezan este año.	(d.b.)	
90	β_{+1}	Proporción de plazas/alumno que necesitan dos años para terminarse en el año (y + 1).	91 : 92	
91	L_{+1}	Número de plazas que duran dos años y que terminan en el año (y + 1).	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
92	L_{+1}	Número de plazas/alumno en el año (y + 1).	(d.b.)	
93	D_{+1}	Número de plazas/alumno que han de terminarse en el año (y + 2).	(94 : 98) — (81 : 86) + (95 × 81) : 86	
94	E_{+2}	Número de alumnos matriculados en el año (y + 2).	(d.b.)	
95	x_{+1}	Proporción de plazas a sustituir en el año (y + 2).	96 : 97	
96	X_{+1}	Número total de plazas a sustituir en el año (y + 2).	(d.b.)	
97	ΣE_{+1}	Número total de plazas existentes en el año (y + 1).	84 + 44	
98	λ_{+2}	Factor utilización para el año (y + 2).	94 : 97 + 92	
99	L_{+2}	Número plazas/alumno en el año (y + 2).	(d.b.)	
100	δ	Proporción de construcciones del segundo año de plazas/alumno que necesitan dos años para terminarse.	102 : 101	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
101	\varnothing	Coste de las obras de dos años de duración que están en el segundo año.	(d.b.)	
102	\varnothing'	Coste imputable a este año de las obras de dos años de duración que empiezan este año.	(d.b.)	
103	δ	Proporción de construcciones del primer año de plazas/alumno que necesitan tres años.	105 : 104	
104	Δ	Coste de las obras de tres años que se empiezan este año.	(d.b.)	
105	Δ'	Coste imputable a este año de las obras de tres años de duración que se empiezan este año.	(d.b.)	
106	β_{+2}	Proporción de plazas/alumno que necesitan tres años para terminarse y terminan el (y+2).	107 : 108	
107	L_{+2}	Número de plazas que duran tres años y se terminan el (y + 2).	(d.b.)	
108	L_{+2}	Número de plazas/alumno en el año (y + 2).	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
109	D_{+2}	Número de plazas/alumno que han de terminarse en el año $(y + 3)$.	$110 : 114 - 94 : 98 + (111 \times 94) : 98$	
110	E_{+3}	Número de alumnos matriculados en el año $(y + 3)$.	Primera parte del modelo	
111	x_{+2}	Proporción de plazas/alumno a sustituir en el año $(y + 3)$.	112 : 113	
112	X_{+2}	Plazas a sustituir en el año $(y + 3)$.	(d.b.)	
113	ΣX_{+2}	Número total de plazas existentes en el año $(y + 2)$.	97 + 92	
114	λ_{+3}	Factor utilización: Número de alumnos/plaza en el $(y + 3)$.	110 : 113 + 115	
115	L_{+3}	Número de plazas/alumno en el $(y + 3)$.	(d.b.)	
116	δ	Proporción de construcciones de dos años de plazas/alumno que necesitan tres para terminarse.	118 : 117	
117	Δ	Coste de las obras de tres años de duración que están en el segundo.	(d.b.)	

Cuadro 2.1/1 (Cont.)

Costes

N.º	Variable	Significado	Procedencia	Ecuación del modelo
118	Δ'	Coste imputable a este año de las obras de tres años de duración que están en el segundo año.	(d.b.)	
119	β_{+1}	Proporción de plazas/alumno que necesitan tres años para terminarse y terminan en el (y + 1).	120 : 92	
120	L_{+1}	Número de plazas que necesitan tres años para terminar y se terminan el (y + 1).	(d.b.)	
121	δ	Proporción de construcciones de tres años que necesitan tres años para terminarse.	123 : 122	
122	Δ	Coste de las obras de tres años que están en el tercer año.	(d.b.)	
123	Δ'	Coste imputable a este año de las obras de tres años de duración que están en el tercer año.	(d.b.)	

EPILOGO

El Modelo no es de ninguna manera la Reforma, sino un instrumento de la misma. En este sentido se ha utilizado para la realización de un estudio sobre costes del nuevo sistema, en base a diversas alternativas posibles, obteniendo para los diez próximos años unos resultados que pueden calificarse de óptimos. A lo largo de este trabajo se ha podido comprobar la elasticidad del Modelo Español de Desarrollo Educativo para adaptarse tanto a las diversas circunstancias que pueden surgir en el medio en el que ha de aplicarse como a los criterios y prioridades de carácter político que pueden influir en la implantación del nuevo Sistema.

III. Modificaciones
y adiciones
al Programa
ECENSE - 2

MODIFICACIONES Y ADICIONES AL PROGRAMA ECENSE-2

Por
FLORENTINO BRIONES MARTINEZ
LORENZO CARBONELL SOTO
MARTIN SANCHEZ MARCOS

I. INTRODUCCION

Cuando el Ministerio de Educación y Ciencia español pidió al Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid que escribiese un programa basado en el MODELO DE SIMULACION PARA LA EDUCACION DE LA UNESCO (1) para ser usado en conexión con la nueva LEY DE REFORMA DE LA ENSEÑANZA, se escribió un programa al cual se le dio el nombre de ECENSE (Estudio Costes Enseñanza).

En seguida observamos que, en la forma en que se presentaba, el MODELO era solamente útil para el estudio de una estructura estacionaria, es decir, una estructura educativa que no variase con el tiempo.

Este no era el caso español, donde uno de los aspectos más importantes de la nueva ley era una profunda reestructuración del sistema actual. Se escribió, entonces, una segunda versión del modelo, a la que se llamó ECENSE-2.

La principal modificación introducida, respecto de la versión anterior, fue un truco de programación que permite al programa ser aplicado al estudio de estructuras variables con el tiempo, manteniendo invariables las fórmulas esenciales del Modelo de la UNESCO.

Ahora, después de la experiencia obtenida mediante la aplicación del Modelo para España y, por encargo de la UNESCO, para los países árabes,

(1) «An Asian model of educational development: perspectives for 1965-80», Ed. 66/D. 33/A, UNESCO, 1966.

se está escribiendo una nueva versión, el ECENSE-3, a la vez que se piensa en un futuro ECENSE-4.

Las modificaciones y adiciones al ECENSE-2 son esencialmente las siguientes:

1. Simplificación de los datos de entrada.
2. Incorporación de un análisis de pérdidas al sistema.
3. Incorporación de un estudio sobre la mano de obra ofrecida por el sistema educativo.

No todos los puntos que se van a discutir están ya programados, pero consideramos que este Seminario es una gran oportunidad para exponer nuestras ideas y conocer la opinión sobre las mismas de los expertos aquí congregados.

Especialmente nosotros deseamos conocer su opinión acerca del futuro ECENSE-4, en el cual queremos introducir un estudio de los márgenes de error cometidos en el cálculo mediante una especie de método de Montecarlo que, aunque será caro en tiempo de computación, creemos será valioso.

II. SIMPLIFICACION EN LOS DATOS DE ENTRADA

El ECENSE-2 fue escrito de tal forma que, cuando un dato no variaba a lo largo de un conjunto de años, solamente era necesario darlo en el programa una vez.

Hemos observado, sin embargo, que muchos de los datos requeridos varían de año en año, pero que su variación presenta ciertas regularidades que permiten la introducción de dos tipos de variables, que llamaremos variables de tipo α y de tipo β , respectivamente.

Variables de tipo α

Consideramos variables de este tipo aquellas que, como sucede en la mayoría de los costes, normalmente son alteradas por el usuario de forma que los valores de los datos para un año son proporcionales a los respectivos valores en el año anterior. Para estas variables, si el dato requerido se llama A_y (donde y es el año).

El dato necesitado para calcular A_y le llamaremos α_y y será tal que

$$\begin{array}{ll} \text{si } \alpha_y \text{ no es dado,} & \alpha_y = \alpha_{y-1} \\ \text{si } \alpha_y \geq 2 & A_y = \alpha_y \\ \text{si } \alpha_y < 2 & A_y = (1 + \alpha_y)A_{y-1} \end{array}$$

De esta forma, si el coste por metro cuadrado edificado es de 10.000 pesetas y se espera un incremento anual del 5 por 100, daremos $\alpha_y = 10.000$ para el primer año, $\alpha_y = 0,05$ para el segundo, y no será necesario un nuevo valor en adelante.

Variables de tipo β

Son aquellas que, como sucede con el coeficiente de repetición, son alteradas normalmente por el usuario de forma tal que la variación de un año a otro es lineal. En estas variables si al dato requerido lo llamamos B_y al dato realmente le llamaremos β_y , y tendremos:

$$\begin{array}{ll} \text{si } \beta_y \text{ no es dado} & \beta_y = \beta_{y-1} \\ \text{si } \beta_y \leq 1 & B_y = \beta_y \\ \text{si } \beta_y > 1 & B_y = B_{y-1} - \beta_y + 2 \end{array}$$

Por ejemplo, si nosotros deseamos tener como coeficiente de repetición 0.20, 0.18, 0.16, 0.14, 0.12, en años consecutivos, y a continuación 0.10 durante una serie de años. Daríamos como datos los siguientes:

$\beta_y = 0.20$ para el primer año, $\beta_y = 2.02$ para el segundo, no daríamos datos para los años tercero, cuarto y quinto, daríamos $\beta_y = 0.10$ para el sexto año y no daríamos datos para esta variable en los años siguientes.

III. INCORPORACION DE UN ANALISIS DE PERDIDAS AL SISTEMA EDUCATIVO

En un documento de la UNESCO (2) se hace un estudio de las pérdidas de un sistema educativo y estamos adaptando algunas de las ideas allí

(2) «Les types de deperdition des effectifs scolaires et leur evolution». Ed./conf. 10/3. UNESCO, 1969.

expuestas al programa ECENSE-3, aunque poseemos programas independientes para estos estudios, que han sido utilizados por la UNESCO para estudiar la pérdida en más de cincuenta países diferentes.

Este estudio utiliza como datos en el primer año (año base) la población estudiantil clasificada por cursos y dentro de éstos por edades, y en años sucesivos únicamente los correspondientes al primer curso de estudios. Con el conocimiento de estos datos el ECENSE-3 calcula para cada año la situación de los estudiantes en el sistema clasificándolos por cursos y edades. (En el ECENSE-2 se suponía que todos los estudiantes de un cierto curso poseían la misma edad «ideal».) Con estos datos la proporción de matriculación real por edad puede ser simulada junto con la ideal calculada por el ECENSE-2.

Hemos supuesto que los coeficientes de promoción y repetición dependen únicamente del curso (y no de la edad dentro de un curso) para cada año.

En el ECENSE-3 haremos a continuación un estudio de cohorte, siguiendo el flujo de los estudiantes a través del sistema o bien de una parte del mismo. A partir de esta cohorte pueden calcularse algunos índices que sirven para valorar la pérdida (o la mejora) del sistema.

Uno de estos índices puede ser la EDAD MEDIA de los estudiantes para cada curso del sistema. Comparando este índice obtenido con la EDAD IDEAL tendríamos un dato para valorar la pérdida o mejora del sistema.

Otro índice es el NUMERO MEDIO DE AÑOS empleados para aprobar todos los cursos del sistema (o de la parte del mismo objeto de estudio), o mejor aún, para hacer una valoración del sistema, el cálculo del cociente de este número por el mínimo de años necesarios.

IV. INCORPORACION DE UN ESTUDIO DE LA MANO DE OBRA OFRECIDA POR EL SISTEMA

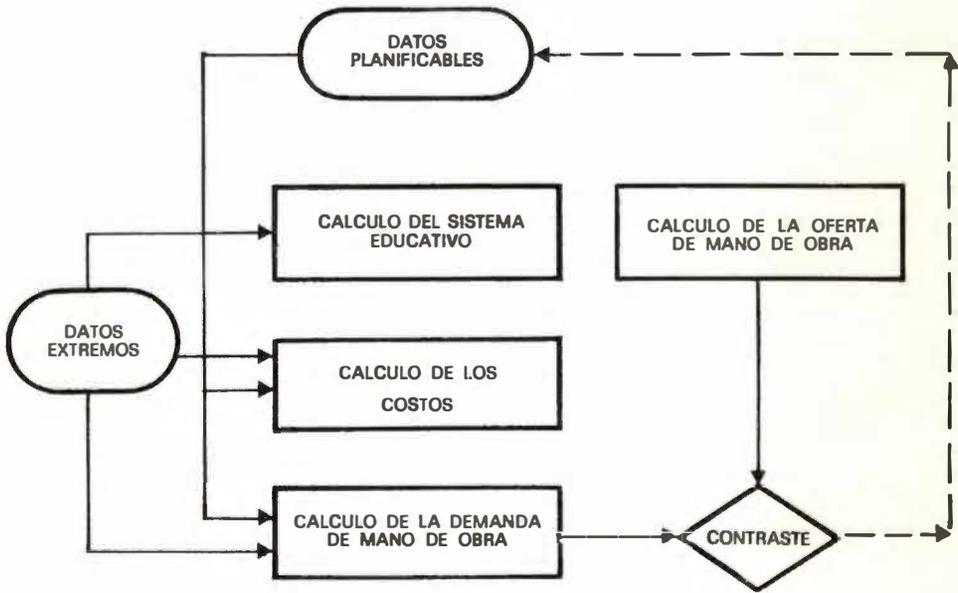
Utilizando básicamente las fórmulas del Modelo de simulación de la mano de obra científica y técnica de la UNESCO (3) se hace, en el ECENSE-3, un estudio de la mano de obra ofrecida por el sistema.

Los resultados del sistema educativo se reagrupan en un máximo de 10 grados y 20 tipos de estudio que, año tras año, se van añadiendo al «stock» preexistente. Los cambios en el «stock» se calculan teniendo en

(3) «Guidelines for the drafting of a «national summary» analysing the present situation of, and future prospects for, science policy in a european member state of UNESCO/NS/» ROU/163, 1968.

cuenta promociones, retiros, defunciones, etc. Sólo una parte de este «stock» estará realmente trabajando (hemos cambiado de orden las fórmulas 2 y 3 de la UNESCO) y, finalmente, esta parte se distribuye entre los diferentes sectores de la actividad económica, y una proporción, en cada sector, se calcula como personal dedicado a la investigación.

Sabemos que las dos últimas fórmulas no son muy útiles, ya que la distribución de la mano de obra depende no sólo de la oferta, sino fundamentalmente de la demanda de los diferentes sectores. En el futuro esto debe ser calculado mediante un modelo especial de demandas, pudiendo quedar constituido el programa por diferentes partes interrelacionadas en la forma siguiente:



V. LA FUTURA VERSION ECENSE-4

La utilidad del modelo que estamos examinando es relativa, debido al hecho de que desconocemos los márgenes del error cometido en los cálculos.

Los datos externos están afectados por errores y los datos planificados no serán cumplidos con la exactitud deseada. ¿Cuál será la variación máxima que podremos esperar en los resultados si dichos datos cambian dentro de ciertos límites razonables?

El cálculo exacto de los márgenes de error puede ser excesivamente complicado. Por ello, nuestra intención es dar simplemente una idea de dichas variaciones máximas. Para hacer esto, supondremos que los datos dados son los valores medios de funciones de densidad normales cuyas desviaciones típicas son las mismas para cada tipo de datos. El programa funcionará, junto con un generador de números pseudoaleatorio, un cierto número de veces (por ejemplo, 100), y, junto a los valores calculados como exactos, aparecerán los valores máximos y mínimos obtenidos para las variables más significativas.

IV. Modelo de Simulación de sistemas educativos de la UNESCO

MODELO DE SIMULACION DE SISTEMAS EDUCATIVOS DE LA UNESCO (ESM) *

Por ERWIN S. SOLOMON

I. INTRODUCCION

1. Este modelo fue desarrollado y usado en primer lugar en conexión con la Conferencia de Ministros de Educación y Ministros Responsables de la Planificación Económica de los estados miembros asiáticos, organizada por la UNESCO en Bangkok del 22 al 29 de noviembre de 1965, siendo publicado a continuación (1). Subsecuentemente el Modelo fue usado —con algunas adaptaciones— en España durante la preparación de su Reforma Educativa, para planificar la transición del viejo al nuevo sistema y para calcular los costos implicados por la misma (2). Más recientemente ha sido utilizado para estudiar las perspectivas de la educación en los estados árabes, y será incluido en una publicación correspondiente a la Tercera Conferencia Regional de Ministros de Educación y Ministros Responsables de la Planificación Económica de los Estados Arabes, organizada por la UNESCO en Marrakesh, del 12 al 20 de enero de 1970. El Modelo aquí presentado es una versión revisada a la luz de la experiencia obtenida.

2. El Modelo describe las interrelaciones del sistema educativo. El principal concepto metodológico consiste en considerar la educación como un sistema a través del que se mueve un flujo de personas. El propósito del Modelo no es **predecir** el futuro desarrollo educativo, sino **simular** las consecuencias cuantitativas de las condiciones impuestas que afectan al flujo. Así, pues, el Modelo, al cuantificar los efectos a largo plazo de las diversas hipótesis generalmente utilizadas por los planificadores de la

* Prepared by the Human Resources Analysis Division, COM/ST.

(1) «An Asian Model of Educational Development: Perspectives for 1965-80», Ed. 66/D. 33/A, UNESCO, 1966.

(2) «Modelo Español de Desarrollo Educativo», Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 1970.

educación, puede contribuir a un mejor entendimiento de las interrelaciones del sistema y ayudar a identificar más claramente el espectro del posible futuro desarrollo.

3. El Modelo es modular en el sentido de que está compuesto por tres partes distintas: cálculo del número de estudiantes, oferta y demanda de profesores y costos, pudiendo ser utilizadas, hasta cierto punto, independientemente.

II. NUMERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS

4. El punto de arranque del Modelo es la incorporación de la población del país al sistema educativo. Como la entrada en el sistema educativo ocurre sólo una vez y, por definición, en el primer grado del sistema, el orden de magnitud de la posible demanda de incorporación es el de la población de la edad correspondiente a dicho primer grado. La proporción de esta población que entra en el sistema es un importante parámetro para la planificación. Así, pues, los alumnos matriculados en el primer grado inicial son aquellos que se incorporan por primera vez, más los que repiten el grado, más los que entran de afuera del sistema (migrantes)

$$[1] \quad E_y^c = e_y^c P_y^a + s_{y-1}^c r_{y-1}^c E_{y-1}^c + M_y^c$$

donde: E = número de alumnos matriculados.

P = población.

M = migrantes netos (estudiantes).

c = curso.

y = año.

e = proporción de matriculados por primera vez en el grado inicial.

a = edad.

s = proporción de supervivencia demográfica.

v = proporción de repetidores

y donde: c = 1 (grado inicial).

$$M > 0$$

Nota 1: Si las proporciones de matriculados por primera vez en el grado inicial y de distintas edades están disponibles y son relevantes puede sustituirse $e_y^c p_y^a$ por $\sum_a e_y^{c,a} p_y^a$.

Nota 2: Un curso educativo (c) significa, en este Modelo, un año de estudios (grado) dentro de un tipo particular de estudios.

5. El número de alumnos matriculados en un curso que no sea el primero es el de los promocionados a él desde otros cursos, más los repetidores, más los migrantes.

$$\begin{aligned}
 [2] \quad E_y^c &= s_{y-1}^{c'} d_{y-1}^{c',c} p_{y-1}^{c'} E_{y-1}^{c'} + \dots + \\
 &+ s_{y-1}^{c^n} d_{y-1}^{c^n,c} p_{y-1}^{c^n} E_{y-1}^{c^n} + s_{y-1}^c r_{y-1}^c + M_y^c
 \end{aligned}$$

donde: c' = un curso distinto de c

d = proporción de distribución de los alumnos matriculados

n = identificación de un curso

p = proporción de promoción

y donde: $c = 2, 3, \dots, n$.

Nota: La notación $d_{c^n,c}^{c^n}$ significa proporción de alumnos que proceden del curso c^n y se matriculan del c . Obviamente, si del curso c^n sólo se puede llegar al curso c , $d_{c^n,c}^{c^n} = 1$. Si pueden ir a más cursos, las diferentes proporciones aplicadas a los alumnos del curso c^n tienen que sumar la unidad, o sea $\sum_c d_{c^n,c}^{c^n} = 1$.

6. El flujo de estudiante a través del sistema puede ser identificado con los siguientes criterios: un estudiante repite el mismo curso que el año anterior, promociona a un curso superior o abandona el sistema. Entre los que abandonan el sistema hay que distinguir aquellos que lo abandonan después de completarlo con éxito (de acuerdo con los criterios que

se definan) de aquellos que lo abandonan sin éxito. El número de los que completan con éxito un curso puede ser calculado con la siguiente fórmula

$$[3] \quad L_y^C = 1_y^C E_y^C = \left[1 - \left(p_y^C + r_y^C + w_y^C \right) \right] E_y^C$$

donde: L = Número de alumnos que terminan con éxito

1 = proporción de alumnos que terminan con éxito

w = proporción de alumnos que abandonan sin éxito

y donde: $p_y^C + r_y^C + w_y^C + 1_y^C = 1$

Obviamente, el número de abandonos sin éxito se puede calcular mediante

$$[4] \quad W_y^C = w_y^C E_y^C$$

donde W = alumnos que abandonan sin éxito y el abandono total de un curso cualquiera será

$$[5] \quad O_y^C = L_y^C + W_y^C$$

donde: O = total de alumnos que abandonan el sistema.

7. Los cursos pueden ser reunidos de cualquier forma significativa, por ejemplo por grados, niveles y tipos de educación, lo que puede expresarse en la forma:

$$[6] \quad E_y^t = \sum_c E^{c,t}$$

donde t = cualquier grupo de cursos.

III. OFERTA Y DEMANDA DE PROFESORES

8. El «stock» total de profesores necesarios cada año pueden ser calculados a partir del número de alumnos matriculados.

$$[7] \quad T_y^t = \frac{E_y^t}{f_y^t}$$

donde T = número de profesores necesarios.

f = proporción alumno-profesor.

Nota: Tanto el número de alumnos como el de profesores se usan aquí en unidades de tiempo completo. Los profesores (o alumnos) en tiempo compartido deben ser convertidos en sus equivalentes en tiempo completo para hacer los cálculos. Los profesores pueden ser desagregados según su cualificación mediante

$$[8] \quad T_y^{t,q} = b_y^{t,q} T_y^t$$

donde q = cualificación de los profesores (en términos educacionales).

b = proporción de distribución de los profesores.

9. El número de nuevos profesores requeridos, en cada cualificación, se define esencialmente como la diferencia entre los necesarios y los que había el año anterior:

$$[9] \quad R_y^{t,q} = T_y^{t,q} - s_{y-1}^{t,q} T_{y-1}^{t,q} - k_{y-1}^{t^1,t,q} T_{y-1}^{t^1,q} + \left(j_{y-1}^{t,q} + h_{y-1}^{t,q} + k_{y-1}^{t,t^1,q} \right) T_{y-1}^{t,q} - N_y^{t,q}$$

donde: R = profesores adicionales necesarios.

N = migrantes netos (profesores).

k = proporción de transferencia de un grupo de cursos a otro.

j = proporción de retiros.

h = proporción de abandono de profesorado (aparte de retiros).

t^1 = un grupo de cursos distinto de t .

El número de profesores adicionales necesario de todas las categorías es, para un grupo de cursos

$$[10] \quad R_y^t = \sum_q R_y^{t,q}$$

10. Bajo condiciones ideales, el número adicional de profesores que necesiten debería ser igual al número de profesores que terminan con éxito sus estudios en las instituciones de preparación del profesorado, aparte

de aquellos que decidan no dedicarse a la profesión. Esto puede expresarse en la forma

$$[11] \quad L_y^c = 1_y^c E_y^c = \frac{R_{y+1}^{t,q}}{1-z_y^{t,q}}$$

donde: z = proporción de profesores que no se dedican a la profesión.

c = grado terminal de un tipo específico de institución de preparación de profesores correspondiente a las cualificaciones requeridas.

11. Esta condición ideal se cumplirá muy raramente en un caso práctico, de forma que habrá que emplear un procedimiento de ajuste para cumplir la condición (11). Este ajuste para conseguir un equilibrio entre la demanda y la oferta de profesorado se limita aquí a las fórmulas de [7] a [11]. Consiste esencialmente en establecer un rango aceptable de valores para aquellos parámetros en que esto sea posible y en decidir el orden de prioridad con el que deben tratarse dichos rangos. Si, por ejemplo, en la fórmula [11] el valor de $R_{y+1}^{t,c} / (1-z_y^{t,c})$ es mayor que $1_y^c E_y^c$ el siguiente tipo de ajuste puede ser hecho:

- a) el valor de (z) puede ser disminuido (teniendo en cuenta, por supuesto, las implicaciones, como, por ejemplo, un posible aumento de salarios, etc.;
- b) el valor de (1) puede ser aumentado (teniendo en cuenta que esto puede afectar la calidad de los profesores);
- c) alguno de los parámetros que determinan $R_{y+1}^{t,q}$ (fórmula [9]) puede ser reajustado; por ejemplo, edad de retiro (j), proporciones de transferencia (k), etc.;
- d) la relación alumno-profesor (fórmula [7]) (f) también puede ser reajustada.

Otro ejemplo en el que puede ser necesario hacer ajustes es cuando, en la fórmula [10], $R_{y+1}^{t,q}$ es negativa (como, por ejemplo, cuando un cierto tipo de educación está siendo eliminado). Los parámetros que pueden ser

ajustados incluyen las proporciones de transferencia (k) de la fórmula [9], la relación alumno-profesor (f) de la fórmula [7], etc.

12. Análogamente, el procedimiento de ajuste puede ser ampliado a los parámetros que determinan el flujo de estudiantes: proporciones de promoción, repetición, abandono y distribución de los alumnos, etc. En cualquier caso las prioridades y procedimientos de ajuste a seguir deben ser claramente definidos en relación con la operación de que se trate.

IV. COSTOS

13. El concepto básico utilizado para calcular los costos del flujo educativo es el costo unitario, siendo la unidad, para los costos corrientes, el alumno. Los costos corrientes por alumno son suma de los costos de los componentes relevantes:

$$[12] \quad v_y^t = \frac{F^t}{f_y^t} + \alpha_y^t + \beta_y^t + \gamma_y^t + \delta_y^t + \varepsilon_y^t + \zeta_y^t + \eta_y^t + \theta_y^t$$

donde: v = coste unitario por alumno.

F = salario medio por profesor.

α = costo de otro personal necesario, por alumno.

β = costo por alumno de administración general.

γ = costo por alumno del mantenimiento y operación de las instalaciones.

δ = costo por alumno de los libros.

ε = costo por alumno de comidas, etc.

ζ = costo por alumno de materias auxiliares (transporte, etc.).

η = costo por alumno de becas y estipendios.

θ = costo por alumno de material educativo (aparte de los libros).

Los costos corrientes para un grupo de cursos serán:

$$[13] \quad V_y^t = v_y^t E_y^t$$

donde: V = costos corrientes.

Los costos corrientes totales del sistema completo serán

$$[14] \quad V_y = (1 + i) \sum_y^t V_y^t$$

donde: i = costo proporcional de la administración central (no atribuible a un agregado de cursos) con respecto a los demás costos corrientes.

14. Al determinar los costos de capital, el concepto básico sigue siendo el costo unitario; en este caso la unidad será la plaza ocupada por un alumno, y , de nuevo, el costo por plaza de capital se calculará como suma de sus componentes relevantes

$$[15] \quad u_y^t = x_y^t \lambda_y^t + \psi_y^t v_y^t + \xi_y^t \pi_y^t + \rho_y^t$$

donde: u = costo de capital por plaza.

x = costo de la unidad de superficie.

λ = superficie necesaria por plaza.

ψ = costo por unidad de área de edificios para enseñanza y servicios comunes.

v = área necesaria por plaza para enseñanza y servicios comunes.

ξ = costo por unidad de área de edificios para laboratorios y talleres.

π = área requerida por plaza para laboratorios y talleres.

ρ = costo por plaza de mobiliario y equipo.

El número de plazas a construir será la suma de las necesarias debido al aumento de alumnos más aquellos de los existentes que hayan de ser reemplazados:

$$[16] \quad D_y^t = E_{y+1}^t - (1 - x_y^t) E_y^t$$

donde: D = número de plazas que hay que construir (equivalente en tiempo completo).

x = proporción de plazas existentes que han de ser reemplazadas.

Nota: Puede ocurrir que D_y^t sea negativa, por ejemplo, cuando un determinado grupo de cursos está siendo eliminado. Si se considera útil, se puede hacer un ajuste de forma que las plazas sobrantes para un (t) puedan utilizarse para reducir el (D) de otro (t) .

15. Los costos de capital para un grupo de cursos serán por tanto:

$$[17] \quad U_y^t = u_y^t D_y^t$$

donde: U = costos de capital

y, naturalmente, los costos totales de capital del sistema serán:

$$[18] \quad U_y = \sum_t U_y^t$$

Los costes totales para un grupo de cursos serán:

$$[19] \quad C_y^t = V_y^t + U_y^t$$

donde: C = costes totales

y para el sistema completo:

$$[20] \quad C_y = V_y + U_y$$

Nota: Si la administración central no está incluida en los tipos (fórmula [14]) ocurrirá que

$$C_y > \sum_t C_y^t$$

V. INTEGRACION CON OTROS MODELOS

16. Este Modelo educativo ha sido concebido de tal forma que puede ser conectado a otros Modelos a través de los datos o de los resultados. Por ejemplo, el flujo de la población (fórmula [1]) puede conectarse con un modelo demográfico. Los costos pueden conectarse con modelos de flujos financieros. Los resultados, con Modelos sobre mano de obra, empleo y recursos humanos. Una primera aproximación en este sentido ha sido ya probada en algunos países para estudiar la oferta de mano de obra científica y técnica. Una más amplia aplicación en este sentido está siendo comenzada en cooperación con el ILO, como parte de Programa Mundial de Empleo, para investigar la conexión entre la salida del sistema educativo y el potencial de empleo.

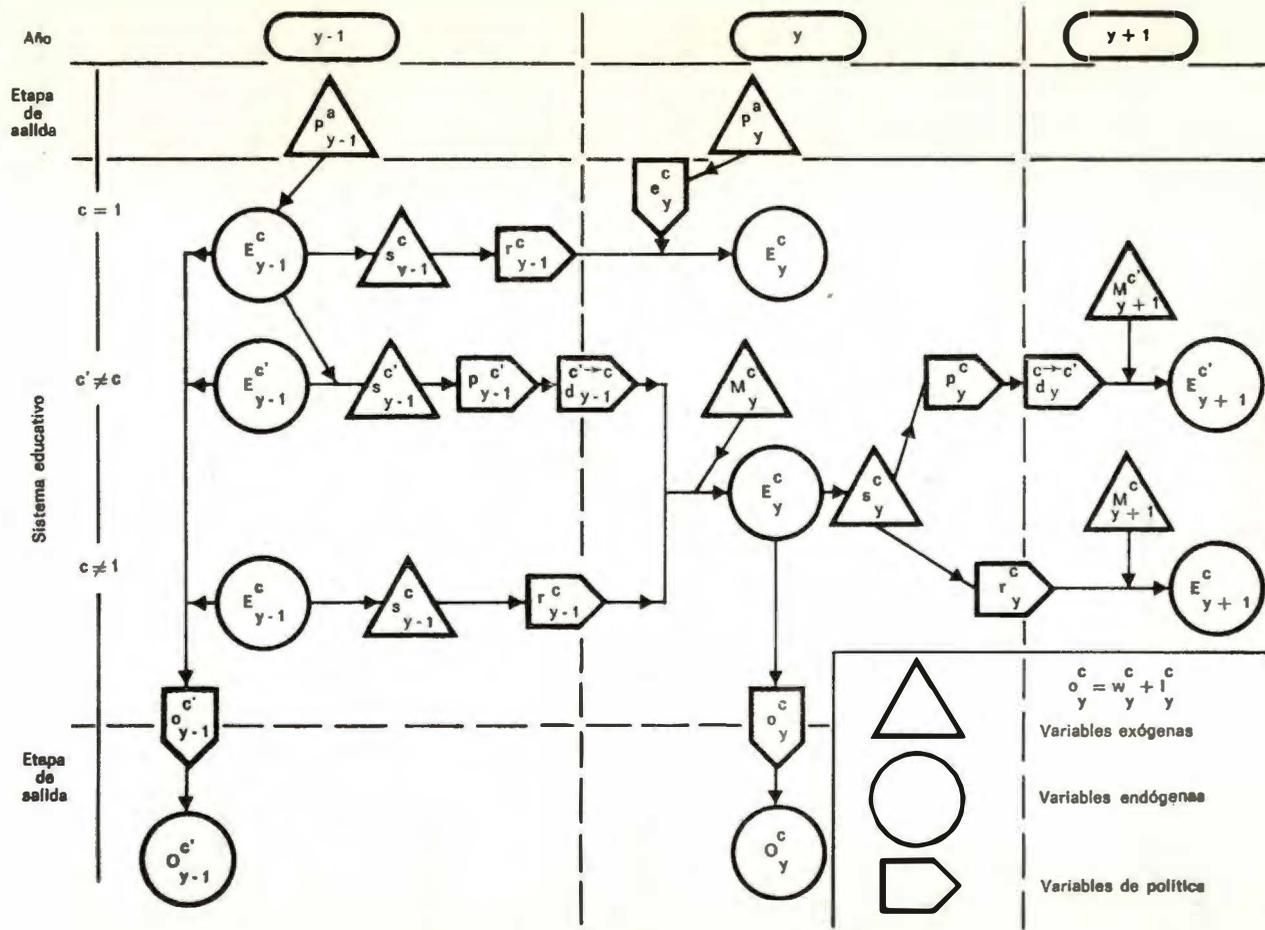
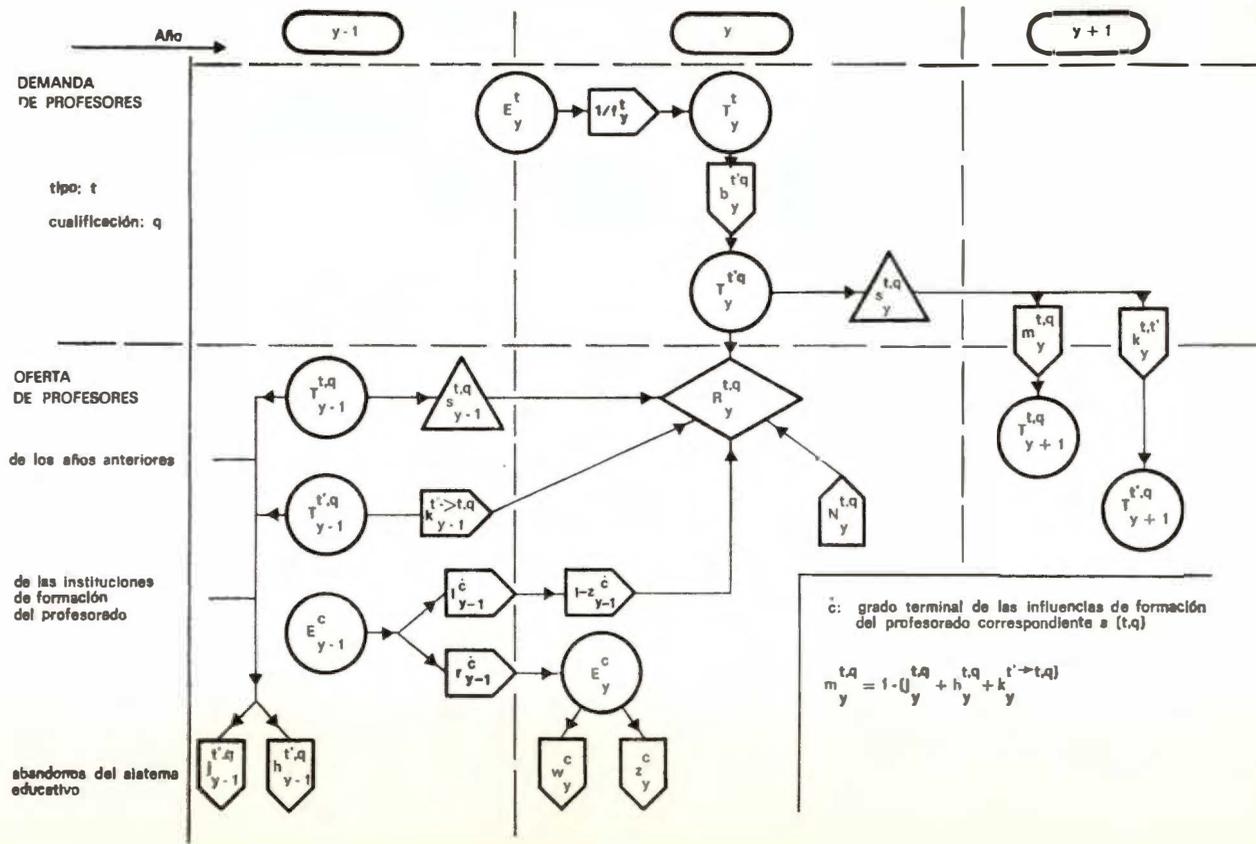


DIAGRAMA N.º 1
El proceso educativo



Equilibrio entre la demanda y la oferta de profesores

DIAGRAMA N.º 2

V. Los datos estadísticos
en los modelos
económicos aplicados
a la educación y a la
política científica

LOS DATOS ESTADISTICOS EN LOS MODELOS ECONOMICOS APLICADOS A LA EDUCACION Y A LA POLITICA CIENTIFICA

Por FERNANDO RODRIGUEZ GARRIDO

Tradicionalmente, las estadísticas de la enseñanza han tenido un carácter que podría denominarse estático, es decir, facilitaban una información cuantitativa con referencia a un determinado momento de tiempo sobre centros, profesores y alumnos, con ciertas precisiones tales como distribución por sexo, modalidad de estudio, años de edad, etc. y, en general, no permitían obtener una visión de la dinámica del sistema educativo globalmente considerado y de sus tensiones internas.

Las modernas técnicas de planificación de la enseñanza iniciadas a partir de la Segunda Guerra Mundial, y que cada día se utilizan con intensidad creciente, han planteado problemas en cuanto a la disponibilidad de determinados datos estadísticos. La aplicación de los Modelos matemáticos a la educación y, especialmente, a la política científica, ha hecho surgir nuevas dificultades al respecto por cuanto la necesidad de datos estadísticos no se limita ya al campo de la enseñanza, sino que se extiende al económico y al profesional.

Nos atreveríamos a afirmar, apoyándonos en la experiencia de los Servicios de Estadística del Ministerio de Educación y Ciencia español, que las técnicas de planificación han avanzado a un ritmo tal que están muy por delante, en su aplicación, a las posibilidades de obtención de los datos precisos y que este fenómeno parece darse, con mayor o menor grado, en todos los países.

El problema es de tal importancia que ha sido objeto de una especial atención por parte de los Organismos especializados, tales como UNESCO y OCDE, que han realizado estudios teóricos y formulado recomendaciones sobre estructuración de las estadísticas de la enseñanza a fin de que faciliten los datos precisos que hay que introducir en los Modelos matemáticos, por ejemplo flujos de alumnos, tasas de abandonos, repeticiones y promo-

ciones, relaciones alumnos-profesor, costes unitarios, etc. La información estadística requerida no se limita al sistema educativo, sino que se extiende también a datos demográficos (previsiones de población por sexo y edad), económicos (producto interior, distribución por sectores, etc.), de empleo (demanda y oferta de personal con diversas cualificaciones), etc.

Las recientes simulaciones realizadas en España —Modelo Español de Desarrollo Educativo y Modelo de Política Científica— han producido, independientemente de su valor intrínseco en orden al desarrollo racional de la Educación y de la Política Científica, una toma de conciencia sobre la necesidad de un nuevo planteamiento de las estadísticas de educación en su más amplio sentido. Es evidente que aunque la aplicación de estos Modelos sólo hubiera producido este resultado, la experiencia podría ya considerarse como muy satisfactoria. Este nuevo planteamiento de las estadísticas de educación de forma que sean capaces de facilitar los datos necesarios para las formulaciones y revisión periódica de una política de enseñanza en constante evolución, ha sido ya iniciado en el actual Curso académico, en el cual, a nivel de enseñanza media y superior, se está recogiendo información sobre alumnos en el sistema, clasificados por años de carrera, con indicación en cada uno de los alumnos repetidores. También a efectos de duración de los estudios se conoce para las promociones de graduados en las distintas modalidades de ambos niveles, el tiempo invertido desde su primera inscripción en el Centro hasta la obtención del título.

Por supuesto, plantear un sistema teórico de recopilación de datos estadísticos que facilite información sobre los extremos antes indicados, no entraña ningún problema. Las dificultades surgen cuando se trata de llevar a la práctica el sistema teórico, y es preciso contar con la colaboración de miles de instituciones educativas distribuidas por todo el país, que en muchos casos no están organizadas para facilitar los datos requeridos o no disponen del personal en número suficiente y adecuada preparación. En estas circunstancias, que suelen ser comunes a la mayor parte de los países, la aplicación de los Modelos matemáticos a la Educación y a la Política Científica exige la introducción de hipótesis que, aunque fundadas en la experiencia del planificador y de sus colaboradores, llevan implícito un coeficiente de subjetividad que aconseja un análisis crítico riguroso de los resultados del Modelo. Pero aun con estas limitaciones creemos que deben continuarse las experiencias y aplicaciones prácticas de los Modelos matemáticos, que constituyen, hoy día, un elemento de valor incalculable en la política educativa de los países.

VI. Modelos estocásticos de la educación

MODELOS ESTOCASTICOS DE LA EDUCACION

Por ANGEL ALCAIDE INCHAUSTI

1. Los Modelos más divulgados para explicar la estructura del sistema educativo en un país y para realizar pronósticos de la enseñanza son, en general, **deterministas**, es decir, Modelos cuyas ecuaciones corresponden a relaciones perfectas entre las causas o motivos (variables explicativas) y los efectos (variables que han de ser explicadas). También puede decirse que se trata de **Modelos exactos** en el sentido de que en sus ecuaciones no figuran de una manera explícita variables que cuantifiquen los errores que se cometen al medir las variables o al formular las ecuaciones.

Por otra parte, y sin perjuicio de haber acreditado su eficacia tales Modelos, como ocurre con el «Modelo Español de Desarrollo Educativo», elaborado por el Ministerio de Educación y Ciencia (al permitir la resolución de problemas específicos del mayor interés en la programación de la política educacional), ello no impide que los Modelos de la educación no puedan diseñarse con una visión más amplia, al establecer relaciones entre las variables propiamente educativas con otras de naturaleza económica, sociológica, psicológica, geofísica, por ejemplo, que influyan en el sistema de enseñanza, pero que no estén directamente influidas por el desarrollo educativo.

Tanto las primeras como las últimas consideraciones constituyen la esencia de los Modelos econométricos, ya que el sentido actual que se asigna a dichos Modelos, no se ciñe solamente a su condición de Modelos matemáticos uni o multiecuacionales, sino que además se les exige que sean estocásticos y que entre sus variables exista una clasificación precisa en endógenas y exógenas. Por supuesto, que es también aceptable denominar «econométricos», tanto a modelos exactos como estocásticos, en tanto en cuanto sus ecuaciones establecen relaciones económicas.

Así, la publicación de la OCDE (París, 1965) titulada «Modèles économiques de l'enseignement» recoge, en primer lugar, el Modelo de Tin-

bergen y Bos sobre planificación de las necesidades de enseñanza en función del desarrollo económico, que marca su acento al relacionar la oferta de graduados creada por el sistema educativo con la demanda de los mismos, necesaria para satisfacer las necesidades del sistema productivo. Por estas características, el Modelo se califica de econométrico, aunque no sea estocástico ni exista una clasificación de las variables en exógenas y endógenas, desde el punto de vista económico.

2. El objeto de esta comunicación es el de fundamentar Modelos estocásticos o probabilísticos, cuya estimación origine el conocimiento de la estructura educativa de un país y en el que figuren variables endógenas de naturaleza educativa (aunque al mismo tiempo sean de naturaleza económica o de otra clase) y otras exógenas o explicativas de las variables endógenas.

Desde el punto de vista causal, las variables endógenas pueden influir en las demás variables endógenas y estar influidas por todas las variables del Modelo, mientras las variables exógenas pueden influir en el comportamiento de las variables endógenas, pero desde luego no están influidas por dichas variables endógenas.

Por ejemplo, si en un modelo estocástico de la educación, una de las ecuaciones intenta explicar el número de alumnos matriculados por primera vez en las escuelas de Ingenieros de Caminos —variable $(IC)_t^1$ — y este número consideramos que depende de las inversiones en Obras Públicas realizadas el año anterior $(OP)_{t-1}$, del número de alumnos matriculados por primera vez en la enseñanza superior S_t^1 y de la renta «per cápita» de los españoles Y_t , la correspondiente ecuación tomará la forma:

$$[1] \quad (IC)_t^1 = \alpha + \beta (OP)_{t-1} + \gamma S_t^1 + \delta Y_t + U_t \quad (*)$$

$(IC)_t^1$ es una variable endógena, ya que además de ser «educativa» está influida por todas las que figuran en la ecuación; de las variables del segundo miembro las $(OP)_t$ y la Y_t son variables exógenas, ya que ni son

(*) En esta ecuación el superíndice «1» significa «primer curso» y el subíndice t el año al que se refieren los datos.

«educativas», ni están influidas de una manera decisiva por el comportamiento del sistema educativo durante el año al que se refieren los datos. A los **parámetros** estructurales α , β , γ , δ y a la variable u_t nos referiremos posteriormente.

Sin embargo, si se tratara de un Modelo macroeconómico, en lugar de un Modelo educativo, tanto la variable $(OP)_t$ como la Y_t serían variables endógenas, ya que son económicas y, seguramente, habrían de ser explicadas mediante el correspondiente modelo; sin embargo, $(OP)_{t-1}$, cuyos valores ocurrieron el año anterior al que se refieren los datos, toma unos valores que no pueden estar influidos por los del año t , por lo que aunque fuese de naturaleza endógena, su comportamiento causal es exógeno; estas variables, referidas a períodos anteriores son variables desplazadas que, conjuntamente con las exógenas, serán llamadas, en lo sucesivo, **variables predeterminadas**.

Si se emplea la metodología econométrica en el tratamiento de los Modelos educativos, no parece correcto denominarlos «Modelos econométricos» y habrá que utilizar una nueva denominación para distinguirlos; quizá pudieran llamarse **Modelos paidométricos y paideométricos**, al significar la palabra griega παιδεία o paidela «educación de los niños», «instrucción», «cultura». También podría bautizarse con el término PAIDEOMETRIA, la ciencia o metodología que se ocupe de la medición de los hechos educativos.

3. Al designar con una palabra nueva las técnicas que permiten el diseño, estimación, verificación y pronóstico de los modelos matemáticos que se emplean para medir la educación, no se trata de una trivial cuestión terminológica, sin una mayor relevancia de interés científico o práctico, ya que, por el contrario, la considero imprescindible para proceder con rigor, al utilizar métodos paralelos a los econométricos para estudiar cuantitativamente el fenómeno educacional.

En efecto, hemos visto que la calificación de las variables en exógenas y endógenas en los Modelos paideométricos es independiente de la calificación que pudieran tener las mismas variables en un Modelo econométrico; pero tampoco es trivial esta clasificación de las variables, ya que, por ejemplo, un Modelo econométrico completo debe tener tantas ecuaciones como variables endógenas, la identificabilidad de una relación estructural se estudia en función del número de variables endógenas y de

variables exógenas que existen en la ecuación y en el modelo y la estimación está estrechamente vinculada al problema de la identificabilidad.

Pero, además, al elaborar unos «Métodos Paideométricos», éstos habrían de tratar, tanto los Modelos deterministas o exactos como los Modelos estocásticos, y es indudable que se plantearán problemas muy específicos, cuya resolución ha exigido ya y exigirá técnicas autónomas y axiomáticas independientes de las econométricas, como ocurre en el estudio del fenómeno turístico mediante los «Modelos teorométricos», estudiados por el autor de esta comunicación. Por otra parte, son bien conocidos los desarrollos metodológicos de la Sociometría, la Psicometría y la Biometría, por ejemplo, que utilizan técnicas propias para medir los fenómenos sociológicos, psicológicos y biológicos, respectivamente.

4. En la ecuación [1] que se ha utilizado como ejemplo para clasificar las variables del sistema educativo figuran también la variable designada por u_t , que en los Modelos econométricos se conoce con el nombre de perturbación aleatoria. Esta variable, por sí sola, califica al Modelo de **estocástico** y hace que sean probabilísticas las variables endógenas del Modelo y, por tanto, permite realizar las estimaciones en términos de probabilidad.

Es bien conocido el significado de las perturbaciones aleatorias —o **errores en las ecuaciones**— como una síntesis de todas aquellas causas que influyen en el comportamiento de la variable endógena que se quiere explicar y que no figuran explícitas en las ecuaciones del Modelo. Así, en nuestro ejemplo de la ecuación [1] podríamos encontrar muchísimas causas que influyen en el número de matriculados por primera vez en las Escuelas de Ingenieros de Caminos y que son independientes de los gastos en Obras Públicas, de los matriculados por primera vez en la enseñanza Superior y de la renta por habitante.

Por ejemplo, aquella matrícula dependerá también de la residencia habitual de los estudiantes que terminaron el bachillerato superior o de la localización de las escuelas de Caminos; de la dificultad relativa de tales estudios; de la profesión de los padres de los posibles matriculados; de la distancia de los edificios de la Escuela al Centro de la población; de las remuneraciones relativas de los Ingenieros de Caminos; y, así sucesivamente, podríamos encontrar tantas causas como queramos, aunque el Impacto de cada una de ellas en los valores que tome $(IC)_t^1$ pudieran ser insignificantes.

5. Los coeficientes α , β , γ , δ que aparecen en la ecuación [1] pueden denominarse **parámetros estructurales**, ya que una vez estimados, para cada una de las ecuaciones del Modelo, determinarán la **estructura del sistema educativo**, pudiendo, por tanto, estimarse de un mismo Modelo diferentes estructuras del sistema educativo, en el caso de que ocurriesen cambios sensibles en los valores estimados de los parámetros.

Cada uno de estos parámetros tiene un significado educacional y así, en nuestro ejemplo [1], β significa la propensión marginal a matricularse en las Escuelas de Caminos ante variaciones en las inversiones en Obras Públicas; γ corresponde al incremento de matrícula en la misma escuela por cada alumno entrado en la enseñanza superior, si permanecen constantes las demás causas y así sucesivamente.

Para puntualizar más estas consideraciones vamos a referirnos al **Modelo básico** de Tinbergen y Bos y que figura en la publicación de la OCDE a que se ha hecho referencia, aunque cambiando la notación utilizada en el trabajo original al objeto de emplear la notación Y_{it} para designar las variables paideométricas endógenas y Z_{it} las exógenas o extraeducacionales. El Modelo tendrá la expresión:

$$Y_{2t} = \alpha_2 Z_t$$

$$Y'_{2t} = (1 - \lambda_2) Y_{2, t-1} + Y'_{2t}$$

$$Y'_{2t} = Y''_{2, t-1} - Y''_{3t}$$

$$Y'_{3t} = Y''_{3, t-1}$$

$$Y_{3t} = (1 - \lambda_3) Y_{3, t-1} + Y'_{3t}$$

$$Y_{3t} = \alpha_3 Z_t + \pi_2 Y''_{2t} + \pi_3 Y''_{3t}$$

En estas variables el subíndice «2» hace referencia a la enseñanza secundaria y el «3» a la superior; las variables endógenas sin acentuar (Y_{it}) corresponden a efectivos existentes en la población con la correspondiente formación, las endógenas acentuadas (Y'_{it}) representan las entradas en el

efectivo durante los últimos seis años, que es la unidad aceptada, y las Y''_{it} el número de alumnos en cada nivel de enseñanza.

En este modelo paideométrico exacto existen seis relaciones estructurales y seis variables endógenas (Y_{2t} , Y_{3t} , Y'_{2t} , Y'_{3t} , Y''_{2t} , Y''_{3t}), una sola variable exógena Z_t que representa el Producto Nacional Bruto (P. N. B.) del país y dos variables predeterminadas (endógenas desplazadas) $Y''_{2,t-1}$ y $Y''_{3,t-1}$ que juegan el papel de variables exógenas; también existen seis parámetros estructurales, cuyos significados son los siguientes:

α_2 = efectiva con nivel secundario por cada peseta de PNB

α_3 = ídem con nivel superior si permanecen constantes los números de alumnos de ambas enseñanzas

λ_2 = proporción de bajas en los efectivos con nivel secundario durante el último año, bajo el supuesto de que permanezcan constantes las entradas en el efectivo

λ_3 = ídem con referencia al nivel superior

π_2 = proporción entre efectivos y alumnos del nivel secundario, si permanecen constantes el PNB y el número de alumnos de la enseñanza superior

π_3 = ídem con referencia al nivel superior de enseñanza.

(Estos dos últimos coeficientes se establecen para estimar el número de graduados superiores que trabajan en la enseñanza media y superior.)

En este sistema ordinario de ecuaciones (con tantas ecuaciones como incógnitas) es fácil expresar cada variable endógena en función de las variables predeterminadas, expresión que, en la terminología econométrica se denomina *forma reducida*, la cual aquí viene dada por las ecuaciones

$$Y_{2t} = \alpha_2 Z_t$$

$$Y_{3t} = (1 - \lambda_3) Y_{3,t-1} + Y''_{3,t-1}$$

$$Y'_{2t} = \alpha_2 Z_t - (1 - \lambda_2) Y_{2,t-1}$$

$$Y'_{3t} = Y''_{3,t-1}$$

$$Y''_{2t} = \frac{\pi_3 \alpha_2 - \alpha_3}{\pi_2} Z_t - \frac{(1 - \lambda_2) \pi_3}{\pi_2} Y_{2 \cdot t-1} - \frac{\pi_3}{\pi_2} Y''_{2 \cdot t-1} +$$

$$+ \frac{1 - \lambda_3}{\pi_2} Y_{3 \cdot t-1} + \frac{1}{\pi_2} Y''_{3 \cdot t-1}$$

$$Y''_{3t} = Y''_{2 \cdot t-1} - \alpha_2 Z_t + (1 - \lambda_2) Y_{2 \cdot t-1}$$

El mecanismo para la evaluación de las ecuaciones de la forma reducida es muy simple, aunque pudieran utilizarse distintos criterios de estimación. Si se parte de un año base, coincidente con un censo de población, se puede tener un buen conocimiento de los valores Y_{20} e Y_{30} ; con dichos datos censales y los que se deducen de las estadísticas de la enseñanza de los seis últimos años es fácil conseguir proporciones o porcentajes para estimar los parámetros estructurales y conseguir valores básicos ($t = 0$) para las cuatro variables restantes. Por otra parte, si se dispone de una serie histórica del PNB y de las tasas de crecimiento previstas para los años futuros es inmediata la estimación de las series históricas.

6. Desde luego, los parámetros estructurales del Modelo de Tinbergen-Bos se pueden rectificar cada año al disponer de las estadísticas anuales de la enseñanza y de la Contabilidad Nacional y, como consecuencia, han de reajustarse las series históricas de las distintas variables, lo que justifica el éxito alcanzado por esta clase de modelos exactos. Sin embargo, y sin necesidad de complicar el modelo con variables relacionadas, principalmente con la demanda de graduados por los distintos sectores y ramas de actividad del sistema económico, es indudable que dichas rectificaciones en las series históricas obedecen a errores o discrepancias entre los valores estimados y los observados en la realidad para cada una de las variables.

La inclusión de tales errores en las ecuaciones del modelo pueden realizarse sumando a cada ecuación una variable aleatoria U_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) que convertiría al modelo exacto en un **modelo estocástico**. En estas condiciones, podrían emplearse los métodos econométricos que se utilizan para estimar los modelos lineales de ecuaciones simultáneas, aunque, por supuesto, queda abierto el campo para la investigación de métodos paleométricos distintos de los econométricos como consecuencia de utilizar

axiomáticas diferentes de las aceptadas al fundamentar la teoría formal de la regresión lineal.

Pero las mayores posibilidades de los modelos estocásticos se encontrarán ante la necesidad de adecuar más rigurosamente la oferta del sistema educativo con la demanda de graduados o profesionales, originada por las variadísimas influencias de naturaleza económica, sociológica o política.

Si, por ejemplo, una planificación del desarrollo económico y social prevé la expansión de la exportación de barcos, no bastará con producir más ingenieros y peritos navales, ya que la interdependencia de esta rama de actividad con el resto del sistema económico obligará a incrementar los efectivos de especialistas en la producción de hierro, pinturas y madera, por ejemplo (técnicos en mecánica, químicos y carpinteros), y cada uno de estos productos se relaciona estrechamente a su vez con otras actividades (minería, montes, etc.).

La inclusión en el modelo de muchas variables extraeducacionales complica notablemente e imposibilitará, en general, la estimación de parámetros por métodos estadísticos tan simples como los que se vienen utilizando al elaborar modelos de la educación y habrá de recurrirse a procedimientos más complicados, como el de los mínimos cuadrados bietápicos o el de la máxima verosimilitud con información limitada y tales métodos están estudiados para aplicarlos solamente a modelos estocásticos.

7. Finalmente, la medición de las variables de un modelo paldeométrico está sujeta a errores debidos a errores de muestreo o a la propia elaboración de las estadísticas censales. Entre los métodos econométricos también se han desarrollado los que tratan de corregir los errores de observación en las variables y aunque tales metodologías no han originado hasta ahora resultados muy satisfactorios desde el punto de vista práctico, pudieran hallarse soluciones apropiadas por métodos mecánicos que, además, podrían obtenerse especialmente adecuados para los modelos paldeométricos.

Por ejemplo, si se utiliza el método de las variables instrumentales, podrían encontrarse variables muy correlacionados con la educación (lectores de bibliotecas, número de colegios reconocidos oficialmente, etc.) que fueran prácticamente independientes de las variables exógenas del modelo. Ello podría originar estimadores consistentes que corregirían notablemente los errores de medición de las variables que se quieren explicar.

VII. Experiencias sobre
utilización de modelos
econométricos en la
política económica
española

EXPERIENCIAS SOBRE UTILIZACION DE MODELOS ECONOMETRICOS EN LA POLITICA ECONOMICA ESPAÑOLA

Por ANTONIO PULIDO SAN ROMAN

I. INTRODUCCION

La experiencia econométrica de nuestro país es aún limitada. Se han hecho algunos trabajos de aplicación que han puesto de manifiesto la enorme utilidad de estas técnicas y, como consecuencia, podemos afirmar que actualmente existe un clima favorable para el desarrollo de modelos econométricos aplicados a muy diversos campos de nuestra actividad económica.

No entraremos directamente en el tema de todas las experiencias econométricas realizadas en nuestro país, pudiendo servir como referencia el magnífico trabajo de recopilación realizado por José de Celis y publicado en el número de noviembre de 1969 por «Información Comercial Española».

Centrándonos exclusivamente en los modelos econométricos de política económica general, la situación actual —en lo que personalmente conozco— es la siguiente (*):

- a) Modelos ya finalizados y publicados.
 - a.1. Modelo de desarrollo educativo del Ministerio de Educación y Ciencia.
 - a.2. Modelo ENAP-I de la Escuela Nacional de Administración Pública.
 - a.3. Modelo de política laboral del Ministerio de Trabajo.

(*) Esta era la situación en junio de 1970. Actualmente todos estos modelos están ya realizados, así como otros a los que no se hace referencia en este trabajo, en especial sobre precios y márgenes comerciales y exportación de productos específicos.

b) Modelos en fase de elaboración.

b.1. Modelo de desarrollo económico general de la Comisaría del Plan de Desarrollo.

b.2. Modelo de comercio exterior de la Comisaría del Plan de Desarrollo.

c) Modelos a punto de iniciarse los trabajos.

c.1. Modelo de política fiscal del Instituto de Estudios Fiscales.

Sobre cada uno de estos modelos —a excepción del de Desarrollo Educativo y del ENAP-I que serán objeto de presentación muy especial— haremos unos breves comentarios.

II. MODELO ECONOMETRICO DE POLITICA LABORAL DEL MINISTERIO DE TRABAJO

A) ANTECEDENTES

En el año 1967 la Secretaría General Técnica del Ministerio de Trabajo realizó un ambicioso modelo de política laboral que, en su aspecto econométrico tuvo la gran oportunidad de dirigir (*).

Los trabajos de especificación del modelo, estimación de parámetros y contraste y verificación de cada una de las relaciones duraron prácticamente un año para un equipo compuesto por una decena de economistas y diversos especialistas sectoriales.

Fue preciso elaborar programas especiales de ordenador para el tratamiento del modelo, que quedó configurado en 425 ecuaciones (contando las igualdades contables y las múltiples ecuaciones similares, principalmente para los diferentes sectores económicos) y más de 1.000 variables.

Los trabajos realizados se plasmaron en nueve volúmenes con más de 2.000 páginas en total, referentes a:

I.—Objetivos, metodología y especificación del modelo.

II.—Base estadística referente a recursos humanos y salarios.

III.—Base estadística referente a Seguridad Social.

(*) Secretaría General Técnica del Ministerio de Trabajo. «Modelo econométrico de política laboral 1954-1971».

- IV.—Base estadística referente al Sector Público y marco macroeconómico.
- V.—Contrastes de las acusaciones explicativas de los movimientos migratorios.
- VI.—Contraste de las ecuaciones de demanda laboral.
- VII.—Contraste de las ecuaciones explicativas de la evolución de los salarios.
- VIII.—Contraste de las ecuaciones explicativas de los movimientos monetarios y nivel de precios.
- IX.—Especificación integrada del modelo y proyecciones para el período 1967-1971.

Las líneas básicas del modelo pueden agruparse en las siguientes facetas de la política económica general del país:

- I) Recursos humanos disponibles.
 - 1. Política migratoria.
- II) Utilización de recursos humanos.
 - 2. Política de utilización de recursos humanos.
 - 3. Política de pleno empleo.
- III) Coste del factor trabajo.
 - 4. Política de salarios.
 - 5. Política impositiva.
 - 6. Política de previsión.
 - 7. Política educativa y de investigación.
 - 8. Política de inversiones.
- IV) Marco macroeconómico.
 - 9. Política de precios.
 - 10. Política gasto público.
 - 11. Política comercial.
 - 12. Política monetaria y crediticia.

En los apartados siguientes vamos a tratar con mayor detenimiento el juego de variables implicadas por nuestro modelo.

B) ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES EN EL TRATAMIENTO ECONOMETRICO DE LOS RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES

La población de hecho por sexo y edades se obtiene de la población natural afectada de unos índices de natalidad y masculinidad y supervivencia y de la población migratoria igualmente afectada de unos índices de emigración por sexo y edades. Si se considera que el individuo está en condiciones de trabajar cuando tiene una edad comprendida entre los 15 y 65 años, se obtiene a partir de la población de hecho, la población potencialmente activa.

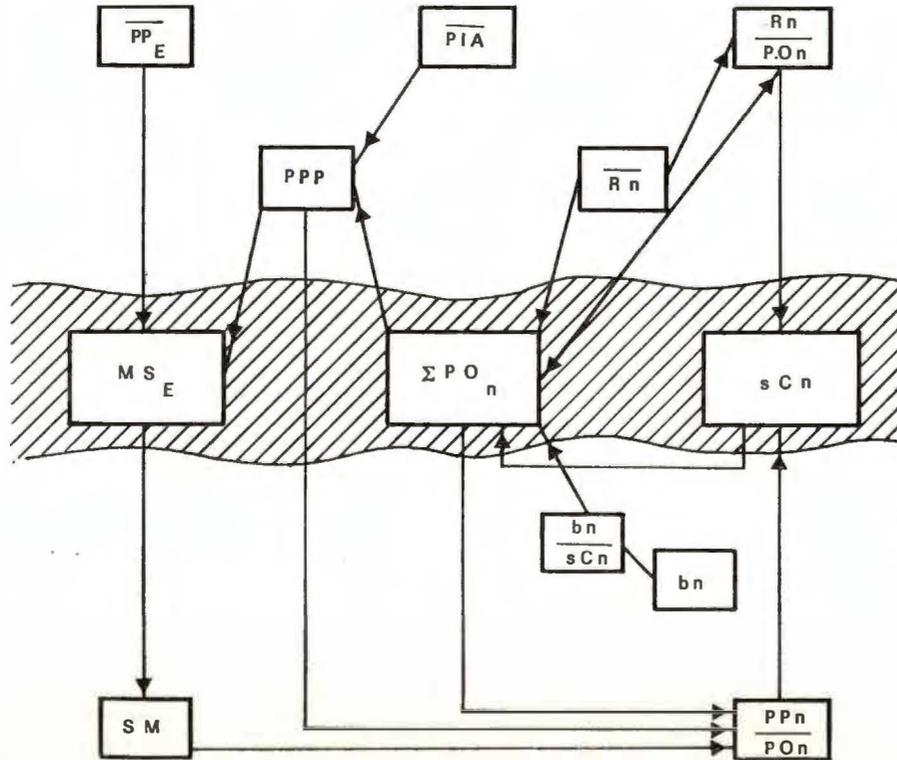
La variable fundamental para explicar la oferta laboral y que a su vez puede provocar alteraciones en la misma debidas a factores que necesitan una explicación econométrica, se refleja en el saldo de los movimientos migratorios. Dicho saldo es el resultado de unos fenómenos de emigración e inmigración que se han subdividido a su vez en:

a) **Emigración a Europa.**—Movimiento que ha quedado explicado en el modelo a partir de las variables población potencial en paro y población en paro en Europa. Como se observa en el esquema parcial de interrelaciones correspondiente a este epígrafe, dichas interrelaciones se reflejan gráficamente con trazo continuo, mientras que las demás variables introducidas como posible explicación de la emigración a Europa y que no han resultado estadísticamente significativas, se relacionan gráficamente con trazo discontinuo.

b) **Emigración a ultramar.**—Se explica dicha variable en función del movimiento migratorio a ultramar en el año anterior al que se considere y del índice de inestabilidad política. La influencia de dichas variables sobre la emigración a ultramar se recoge gráficamente en el esquema parcial con trazo continuo. Otras variables introducidas pero no significativas se recogen gráficamente con trazos discontinuos, manifestando así su falta de validez explicativa.

c) **Retornos de Europa.**—Se observa en el esquema parcial que dicho fenómeno viene explicado en función de la variable $\sum_{1950}^{t-i} MS_E$ que se ha denominado como esperanza matemática del retorno. No son significativas otras variables inicialmente introducidas como las diferencias salariales entre Europa y España y el paro en Europa.

**ESQUEMA GENERAL DE INTERDEPENDENCIA
Relaciones recíprocas de causa a efecto**



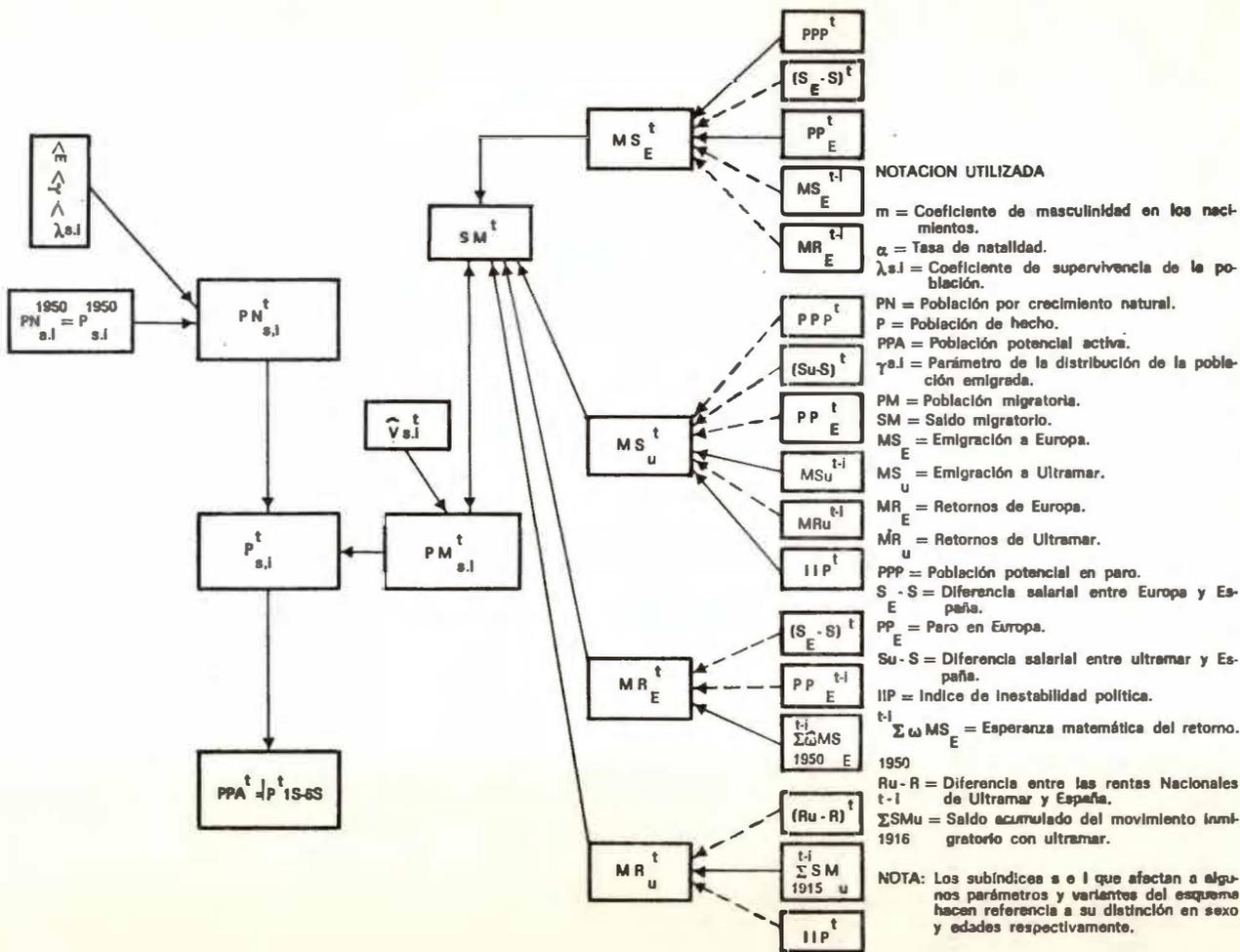
NOTACION UTILIZADA

- PP_E = Paro en Europa.
- MS_E = Emigraciones a Europa.
- SM = Saldo emigratorio.
- PPP = Población potencialmente en paro.
- PIA = Población intencionalmente activa.
- ΣPO_n = Población ocupada por sectores.
- R_b = Renta o producto por sectores.
- $\frac{bn}{sCn}$ = Relación beneficios-salarios.
- bn = Beneficio por unidad de capital.
- $\frac{Rn}{POn}$ = Productividad real por sectores.
- sCn = Salarios medios por sectores.
- $\frac{PPn}{POn}$ = Nivel de paro por sectores.

NOTA: La zona rayada contiene a las variables que están interrelacionadas recíprocamente en causa-efecto.

d) **Retornos de ultramar.**—Se explica el fenómeno de los retornos a partir del volumen total de emigrantes residentes en ultramar expresado en el modelo como $\sum_{1946}^{t-i} SM_u$. Ni las diferencias entre las rentas en ultramar y España, ni el índice de inestabilidad política son explicativos de los retornos.

ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES
1) Recursos humanos disponibles



C) ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES EN EL TRATAMIENTO ECONOMETRICO DE LA UTILIZACION DE RECURSOS HUMANOS

El presente esquema confronta la oferta y la demanda laboral. Del desajuste real de dichas magnitudes surge lo que hemos denominado como población potencial en paro, parte de la cual se especifica en cifra de paro registrado y otra parte constituye la emigración neta.

La oferta laboral viene expresada por la población intencionalmente activa que es el resultado de aplicar a la población potencialmente activa unas tasas de ocupación. En general, la base económica sobre la que se fundamenta la oferta laboral podemos observarla a partir de las relaciones expresadas en el esquema.

La demanda laboral constituye la otra faceta del mercado laboral sobre el que está implicada la estructura económica del sistema. Fundamentalmente se ve influida, como se expresa en el modelo, por la relación beneficios/salarios, por la renta nacional, y por el desarrollo tecnológico del país.

A su vez el desarrollo tecnológico depende de los siguientes parámetros:

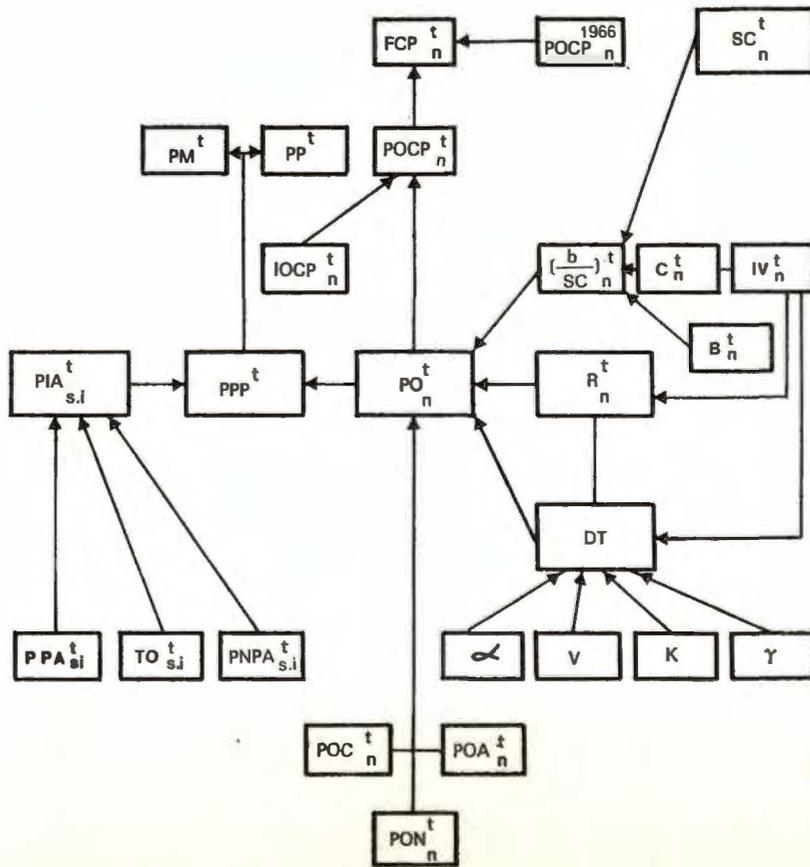
γ = Eficiencia de la tecnología.

k = Grado en que la tecnología es de capital interno.

v = Grado de homogeneidad de la función.

α = Sustituibilidad del capital por el trabajo.

Por otra parte, para obtener el beneficio neto por unidad de capital ha sido necesario conocer la inversión (IV), tal como se especifica en el esquema adjunto.



NOTACION UTILIZADA

- PIA = Población intencionalmente activa.
 TO = Tasas de ocupación de PPA y PNPA.
 PPA = Población potencialmente activa.
 PNPA = Población no potencialmente activa.
 PPP = Población en paro potencial.
 PM = Población migratoria exterior.
 PP = Población en paro registrado.
 PO = Población ocupada.
 POCP = Población ocupada por categorías profesionales.
 IOCP = Índices de ocupación por categorías profesionales.
 POC = Población ocupada con contrato.
 PON = Población ocupada sin contrato.
 POA = Población ocupada autónoma.
 R = Producto Interior bruto al coste de factores.
 b/sc = Beneficio por salario.
 SC_n^t = Salario medio de trabajadores con contrato.
 B_n^t = Beneficios
 DT = Desarrollo tecnológico.
 α = Facilidad de sustitución del capital por el trabajo.
 V = Rendimientos de la producción al aumentar ésta.
 K = Grado en que la tecnología es de capital intensivo.
 γ = Parámetro indicativo de la eficiencia de la tecnología.
 C = Capital.
 IV = Formación bruta de capital.

NOTA: Los subíndices s.i que afectan a algunos parámetros y variables del esquema, hacen referencia a su distribución en sexo y edades respectivamente.
 El subíndice n indica una subdivisión en los sectores económicos que se consideran en el modelo.

ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES

II) Utilización de recursos humanos

D) ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES EN EL TRATAMIENTO ECONOMETRICO DEL COSTE DEL FACTOR TRABAJO

Entre las variables que influyen decisivamente sobre la demanda laboral, especificada en el esquema anterior con la notación PO (población ocupada), la más caracterizada y la que tiene un significado autónomo dentro de la política laboral del país es el montante total de salarios. En el modelo elaborado dicho montante se divide en:

- a) Salarios de la población ocupada autónoma.
- b) Salarios de la población ocupada sin contrato.
- c) Salarios de la población ocupada con contrato.

Cualitativa y cuantitativamente son estos últimos los más significativos en orden a estudiar las interrelaciones de los mismos con las demás variables económicas del país, por lo que se ha requerido para su estudio un tratamiento econométrico más profundo.

Consideramos como salarios de la población ocupada con contrato, la suma de los salarios reales de los trabajadores con contrato (incluidos los impuestos sobre los rendimientos del trabajo personal) y las cuotas de seguridad social pagadas por empresarios y trabajadores.

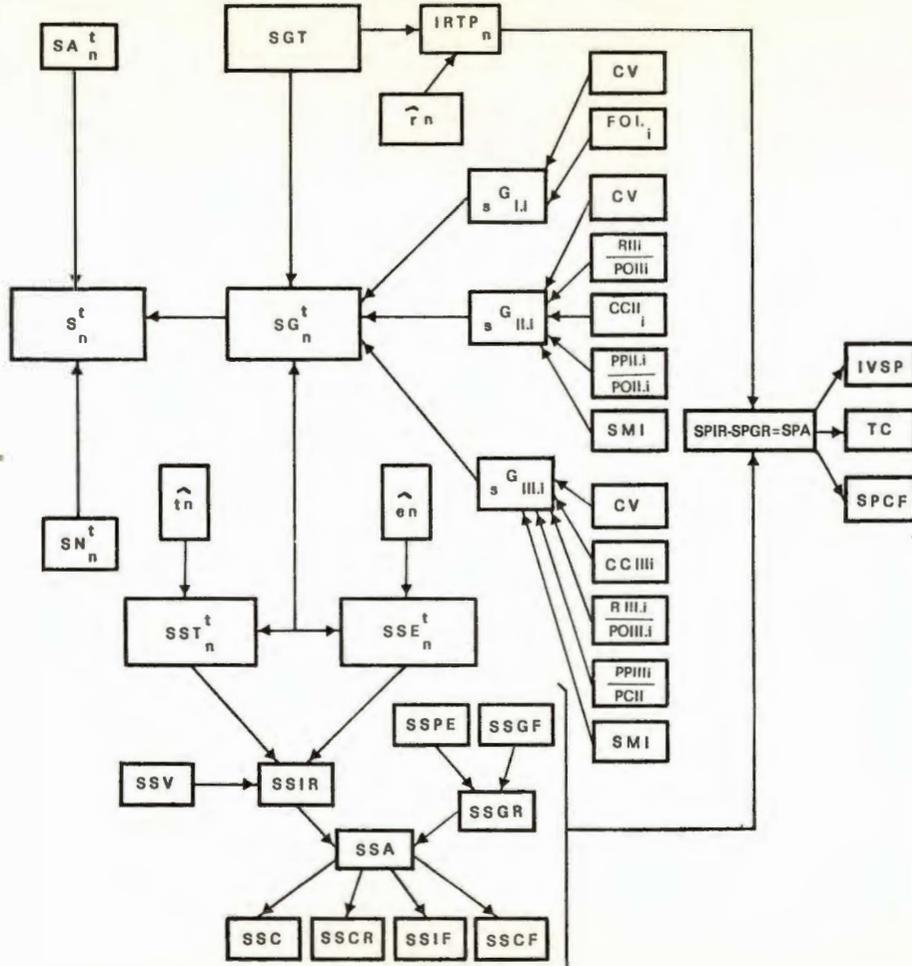
Como se ve en el esquema parcial correspondiente, han quedado ampliamente explicadas las características propias de la Seguridad Social así como su relación con otras variables macroeconómicas, como el ahorro del Sector Público (SPA).

En el campo específico de las interrelaciones y de la explicación econométrica de los salarios de los trabajadores con contrato de trabajo, se han dividido los mismos para los tres sectores ya conocidos y, a su vez, cada uno de éstos en los correspondientes subsectores.

Para un mejor planteamiento estadístico de las ecuaciones se consideraron salarios medios de sectores y para cada sector se ha comprobado que existe una elevada interdependencia entre los salarios medios y el coste de la vida, la productividad y el nivel de paro de cada sector.

Hasta tal punto, el coste de la vida influía decisivamente sobre los salarios monetarios que fue preciso defractor los mismos para dicho índice y explicar los salarios reales en función de la productividad real del nivel de paro.

Así como el salario mínimo interprofesional es una variable explicativa del nivel de salarios (aunque su influencia no sea econométricamente cuantificable), no lo son sin embargo los convenios colectivos, por lo que dicha variable gráficamente se ha expresado en el esquema con trazo discontinuo.



NOTACION UTILIZADA

- S = Salarios totales.
- SA = Salarios de la población ocupada autónoma.
- SN = Salarios de la población ocupada sin contrato.
- SG = Salarios de la población ocupada con contrato de trabajo.
- SGT = Salarios realmente perdidos (incluidos impuestos sobre rendimientos del trabajo personal de trabajadores con contrato).
- SST = Cuotas de Seguridad Social pagada por trabajadores.
- t = Tipos «impositivos» reales que operan sobre el mostrante total de salarios.
- SSE = Cuotas de Seguridad Social pagadas por empresarios.
- e = Tipos «impositivos» reales que operan sobre el mostrante total de salarios y que afectan a SSE.
- SG = Salario medio en el sector agrario.
- i = Índice del coste de la vida.
- PO = población ocupada en el sector agrario.
- SG I = Salario medio en el sector industrial.
- II = productividad del sector Industrial.
- POII = nivel del paro del sector Industrial.
- POI = nivel del paro del sector.
- SG = salario medio del sector servicios.
- III = productividad del sector servicios.
- POIII = nivel de paro del sector.
- POIII = Seguridad Social: Ingresos por cuenta de venta.
- SSV = Seguridad Social, varios.
- SSA = Ahorro de la Seguridad Social.
- SSGR = Gastos por cuenta de renta de la Seguridad Social.
- SSPE = Prestaciones económicas de la Seguridad Social.
- SSGF = Gastos de funcionamiento de la Seguridad Social.
- SSG = Saldo neto de las variaciones patrimoniales de la Seguridad Social.
- SSCR = Créditos concedidos por la Seguridad Social.
- SSIF = Inversiones financieras de la Seguridad Social.
- SSGF = Capacidad adicional de financiación de la Seguridad Social.
- SPIR = Ingresos por cuenta de renta del sector público.
- SPGR = Gastos por cuenta de renta del sector público.
- SPA = Ahorro del sector público.
- IVSP = Formación de capital del sector público.
- TG = Transferencias de capital.
- SPGF = Capacidad financiera del sector público.

NOTA: El subíndice n indica una subdivisión en sectores y el i, a su vez, en subsectores.

ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES
III) Coste del factor trabajo

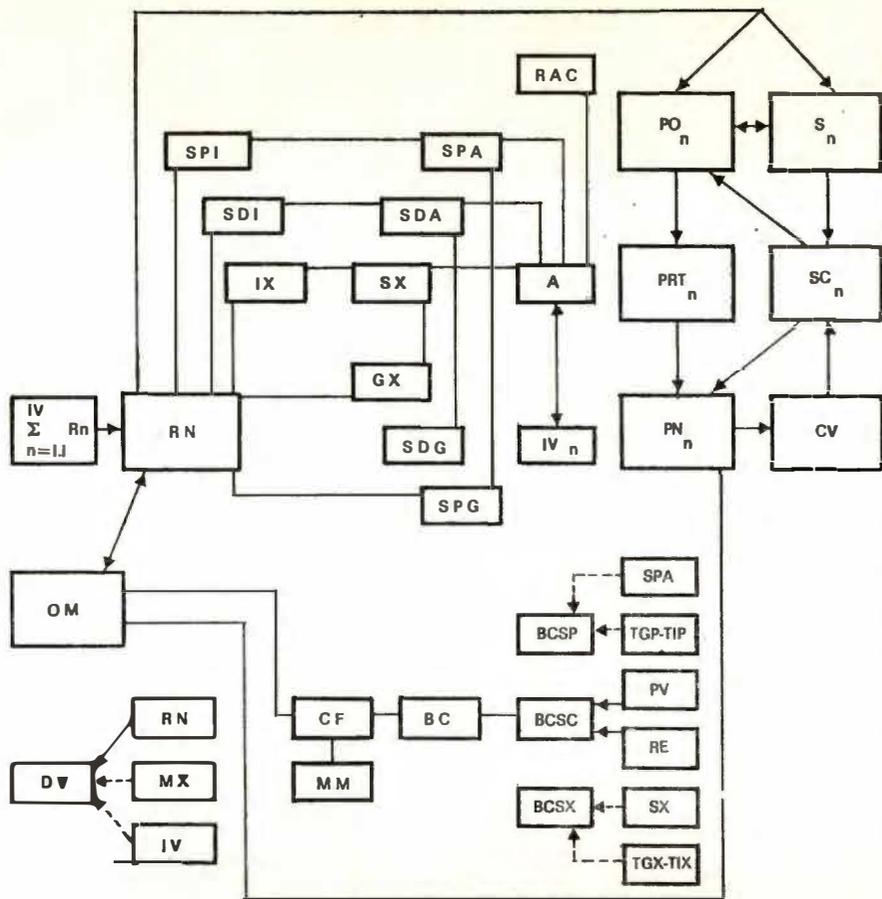
E) ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES EN EL TRATAMIENTO ECONOMETRICO DEL MARCO MACROECONOMICO

Se resumen en el presente esquema las interrelaciones fundamentales de las principales variables que se han estudiado en el modelo y que se han analizado en los esquemas parciales precedentes. Del juego de dichas variables, estudiadas desde un doble enfoque, el real y el monetario, se deducen las influencias sobre la evolución del nivel de precios y del coste de la vida en la actividad económica para el período que nos ocupa.

El campo real se recoge en la parte superior del esquema que estudia la composición de la renta nacional y su influencia sobre el volumen total de la población ocupada y de los salarios, así como también nos da una idea de la productividad real del sistema.

La contrapartida monetaria, que moviliza dicha renta nacional, se estudia en la parte inferior del esquema, así como de las variables que determinan políticamente la oferta monetaria. Fundamentalmente dichas variables son: el tipo de redescuento de efectos y el tipo de pignoración de valores.

Como resumen de estas dos fuerzas actuales, la real y la monetaria, se obtiene una determinada evolución del nivel de precios que a su vez influye en el coste de la vida. Sin embargo, como se observa en el esquema, el juego de todas estas interrelaciones es circular. Así, la relación salarios monetarios/productividad, y la oferta monetaria explican el nivel de precios que a su vez influye en el coste de la vida. Pero el coste de la vida determina, como vimos en el esquema precedente, la evolución de los salarios monetarios, que son una partida de la renta nacional total, y a su vez influyen en el volumen de la población ocupada, variables éstas que determinan la productividad del sistema, y que por otra parte exigen para su movilización un cambio en la oferta monetaria.



NOTACION UTILIZADA

- IV
 $\sum_{n=1}^J R_n$ = Renta por sectores y subsectores.
 n = I
 RN = Renta nacional.
 SPI = Ingresos del sector público.
 SPA = Ahorro del sector público.
 SPG = Gastos del sector público.
 SDI = Ingresos del sector economías domésticas.
 SDA = Ahorro del sector economías domésticas.
 SDG = Gastos del sector economías domésticas.
 IX = Ingresos del sector exterior.
 SX = Ahorro del sector exterior.
 GX = Gastos del sector exterior.
 REA = Ahorro de empresas.
 A = Ahorro nacional.
 IV = Formación bruta del capital.
 OM = Oferta monetaria.
 CF = Circulación fiduciaria.
 DV = Depósitos a la vista.
 BC = Billetes en circulación.
 MM = Moneda metálica.
 BCSP = Billetes en circulación imputables al sector público.
 BCSC = Billetes en circulación imputables al sector créditos.
 BCSX = Billetes en circulación imputables al sector exterior.
 RN = Renta nacional.
 MX = importaciones.
 IV = Formación interior bruta de capital.
 SPA = Ahorro del sector público.
 TGP-TIP = Período medio de maduración de gastos ingresos públicos.
 PV = Pignoración de valores.
 RE = Redescuento de efectos.
 SX = Ahorro exterior.
 TGX-TIX = Período medio de maduración de ingresos y gastos del exterior.
 PO = Población ocupada.
 S = Salarios totales.
 PRT = Productividad total.
 SC = Salarios medios de trabajadores con contrato.
 NP = Índice del nivel de precios.
 CV = Índice del costo de la vida.

NOTA: El subíndice n, que afecta a algunas variables, hace referencia a una consideración de la misma en sectores económicos.

ESQUEMA PARCIAL DE INTERRELACIONES
 IV) Marco macroeconómico

III. MODELO DE DESARROLLO ECONOMICO Y DE COMERCIO EXTERIOR DE LA COMISARIA DEL PLAN DE DESARROLLO

Con el fin de mejorar la instrumentación técnica del III Plan de Desarrollo Económico y Social (1972-1975), la Comisaría del Plan ha decidido elaborar un modelo econométrico, a medio y largo plazo, cuya ejecución, en sus aspectos técnicos, ha sido encargada a MACROMETRICA, empresa consultora que tengo el honor de dirigir.

Este modelo básico es desagregado sectorialmente a partir de un análisis «input-output», utilizando la amplia experiencia que nuestro país ya tiene en este tema, y que se concreta, actualmente, en cinco tablas elaboradas según las normas internacionales y, por tanto, que se prestan fácilmente a las necesarias comparaciones con la evolución de otras economías.

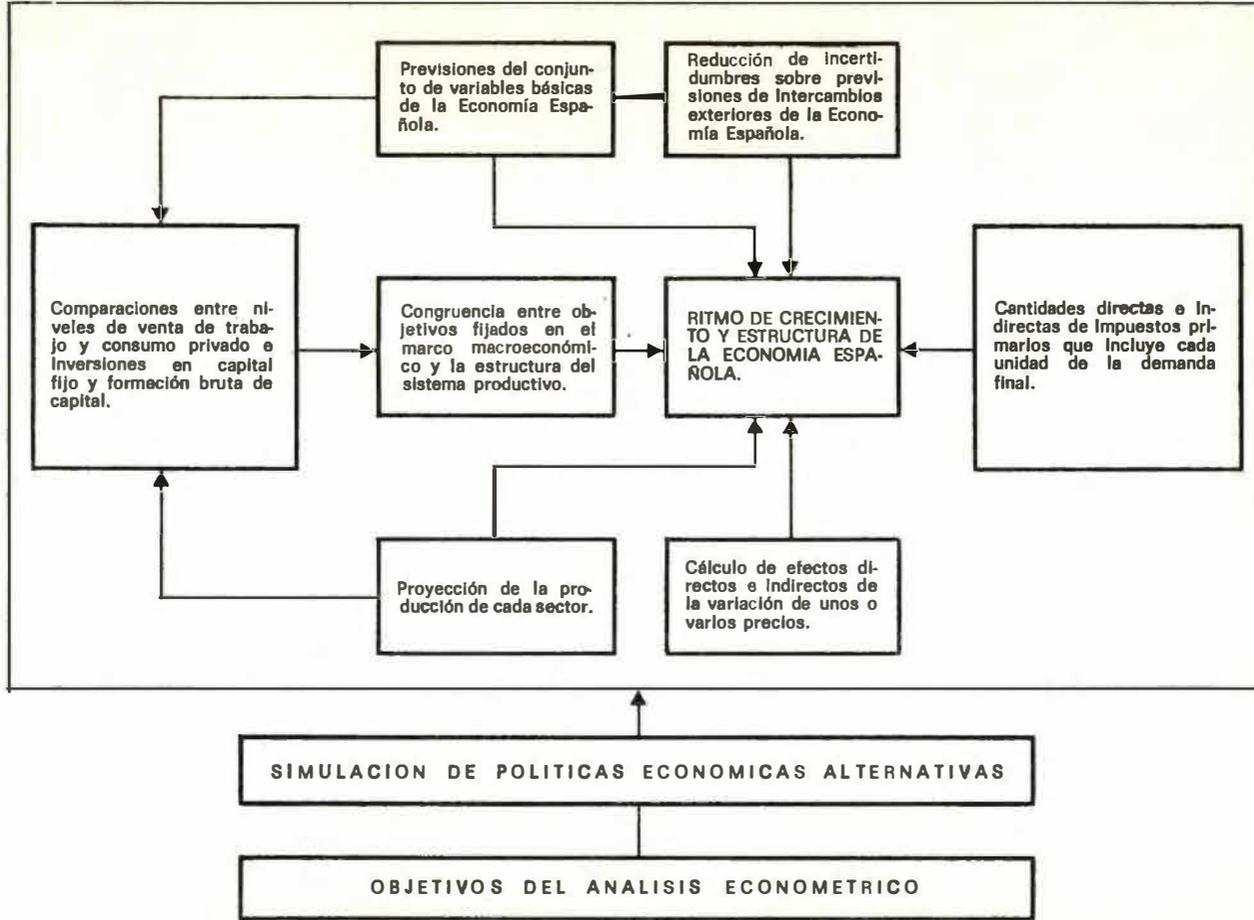
Dado el particular interés y el papel estratégico que para el III Plan presenta el sector exterior, se realizará al mismo tiempo un modelo econométrico de comercio exterior, desagregado por zonas geográficas y principales sectores.

Los trabajos se han iniciado el pasado mes de mayo y tienen una duración aproximada de un año.

El conjunto de objetivos (ver esquema 2/1) a tener en cuenta en la elaboración de la metodología y en la ejecución del trabajo son las siguientes:

OBJETIVO BASICO

El objetivo último del estudio consiste en determinar el ritmo de crecimiento de la economía española a través de la simulación de políticas económicas alternativas, así como su **estructura**, en los últimos años, destacando dentro del marco macroeconómico general el sistema productivo y el sector exterior. La utilización de un modelo econométrico de des-



arrollo permitirá disponer de un elemento coordinador de los diferentes aspectos parciales de la política económica española.

Se trata, en definitiva, de disponer de un esquema que establezca la congruencia de objetivos, instrumentos y medidas dentro del III Plan de Desarrollo Económico y Social.

OBJETIVOS PARCIALES

Dentro de este objetivo último conviene diferenciar aquellos aspectos parciales que están estrechamente ligados con los instrumentos metodológicos que van a ser utilizados.

1. Inicialmente han de efectuarse previsiones del conjunto de variables básicas de la economía española, mediante la utilización de un modelo econométrico suficientemente desarrollado, de forma que incluya los principales aspectos y relaciones estructurales de la economía.

El conjunto de variables básicas a explicar se elabora principalmente con base en los cuadros de macromagnitudes de la Contabilidad Nacional.

2. Asimismo, el estudio busca reducir al máximo las incertidumbres que pesan sobre las previsiones de intercambios exteriores de la economía española.

Las proyecciones sobre comercio exterior se han de efectuar situando la economía española en el contexto de la economía mundial. Con este fin se divide la economía mundial en un número reducido de zonas geográficas, con un alto grado de homogeneidad, y se da tratamiento econométrico distinto a las diferentes zonas, de acuerdo con su importancia en relación a la economía española.

Los aspectos de mayor interés para la fijación de una política adecuada de comercio exterior serán recogidos para aquellos países de interés para la economía española, a través de cuatro efectos:

- Efectos mecánicos de crecimiento de la zona importadora.
- Efectos de Implantación de la zona exportadora sobre el mercado de la zona Importadora.
- Efectos de concurrencia relativa entre los mercados de dos zonas.
- Efectos de especialización de dos zonas.

3. Otro de los objetivos fundamentales del estudio consiste en analizar la congruencia existente entre los objetivos fijados en el marco macroeconómico y la estructura del sistema productivo.

Un análisis de este tipo exige:

a) Efectuar proyecciones de la producción bruta de cada sector mediante la utilización del modelo «input-output», en función de las previsiones efectuadas en los sectores de la demanda final a través del modelo econométrico de desarrollo.

b) Comparar los niveles de renta de trabajo y de inversiones en capital fijo, necesarios para alcanzar los niveles de producción bruta previstos de cada sector, con las proyecciones establecidas para el consumo privado y la formación bruta de capital.

4. Objetivo de gran interés para la fijación de políticas adecuadas al desarrollo económico es el del cálculo de los efectos directos e indirectos que se originan en los precios de las mercancías y factores del sistema económico ante el cambio de uno o varios de dichos precios.

5. Igualmente, se calcularán las cantidades de «inputs» primarios (importaciones, impuestos indirectos, rentas de trabajo, etc.), que no sólo directamente, sino también indirectamente (a través de las relaciones intersectoriales), incluye cada unidad de la demanda final u «output» total.

Un estudio de este tipo ayuda a conocer la estructura económica del país y, en consecuencia, se dispone de un nuevo dato para tomar medidas adecuadas de política económica con vistas a conseguir determinados objetivos.

OBJETIVOS DEL ANALISIS ECONOMETRICO

Dentro del cuadro de objetivos es necesario incluir aquellos objetivos propios del mismo análisis econométrico, tales como:

- Fijación de variables básicas del modelo.
- Adecuación y depuración de la base estadística.
- Interacción de variables: determinación de estructuras, etc.
- Formulación del modelo.
- Previsiones econométricas de variables endógenas.

- Simulación de políticas alternativas posibles a seguir, variando los diferentes parámetros incluidos en el modelo.
- Establecimiento de los criterios de bondad para la elección de dichas políticas alternativas.

Todos estos objetivos se detallan a continuación:

a) El primero, y uno de los más importantes pasos en la elaboración de un modelo, es la **fijación de las variables** que afectan al sistema en estudio. Concretamente en nuestro caso, y sólo a título de ejemplo, podríamos citar: precios y salarios, gastos públicos, renta nacional, consumo, inversión, tipos de interés, etc.

b) **Adecuación y depuración de la base estadística.**—Por exigir una base estadística apropiada, las aplicaciones econométricas hacen necesaria la elaboración de series estadísticas homogéneas depuradas y suficientemente prolongadas en el tiempo. En la actual situación estadística de nuestro país, un período base para las series pudiera ser 1954-1968, en el cual se dispone ya, entre otras investigaciones, de la Contabilidad Nacional, datos homogeneizados y cinco tablas «input-output».

Sólo este hecho puede ya considerarse un importante fruto —secundario— del planteamiento econométrico. Tal como ha ocurrido en las aplicaciones econométricas de todo el mundo, por muy adelantada que tengan su base estadística, se ha hecho preciso efectuar estudios monográficos sobre determinadas variables y cubrir, mediante hipótesis, índices indirectos o variables mixtas, las frecuentes lagunas que se ponen de manifiesto en la información estadística.

Las series estadísticas obtenidas, por sí solas, permiten la elaboración de índices, tasas y comparaciones internacionales de las que frecuentemente no se dispondría o estarías dispersas por múltiples trabajos.

c) **Interacción de variables: determinación de las «estructuras».**—La base de la metodología econométrica está en la elaboración de modelos, como representación, en simbología matemática y con las necesarias simplificaciones de la realidad. Ahora bien, un modelo econométrico no es sino una ordenación sistemática, y posteriormente contrastada con la realidad, de múltiples relaciones causa-efecto que se dan entre las variables econométricas que se consideran. El modelo obliga a hacer explícitas relaciones más o menos implícitas en el razonamiento lógico de la teoría o la política económica.

Pero si importante es el conocer cómo están ligadas las variables económicas, aún lo es más el determinar el signo y cuantía de las relaciones causa-efecto, y esto es posible gracias a la moderna metodología econométrica. El modelo permitirá obtener permanentemente en cifras las repercusiones que los sectores claves de la política económica tienen sobre las principales magnitudes económicas, y recíprocamente.

d) **Formulación del modelo.**—Una vez fijadas las variables influyentes y todas las interrelaciones que puedan surgir, no sólo entre ellas, sino con el resto de las variables económicas, se hace precisa la formulación del modelo. Para ello se hace necesario el establecimiento de la forma de las relaciones funcionales que componen el mismo y su conversión, mediante pruebas sucesivas y contrastes con la realidad, que en muchos casos llevarán a su reforma en un modelo econométricamente consistente.

e) **Previsiones econométricas de variables endógenas.**—El empleo de modelos econométricos no sólo permite cuantificar las relaciones que se han dado entre las variables económicas, sino que permite efectuar previsiones certeras sobre las evoluciones en el tiempo de las magnitudes estudiadas.

El modelo no sólo se elabora pensando en que refleje la concausalidad existente en un período dado; no se admite que la base estadística condicione la forma funcional del modelo. Al contrario, el modelo refleja una teoría económica concebida «a priori» y cuya exacta adecuación a las coordenadas tempoespaciales nos dé su real aplicación, si se condiciona a la base estadística existente en el país y período considerado.

Al operar así un modelo econométrico bien construido no da lugar a engaños con posibles interrelaciones existentes entre variables en un período determinado. Un modelo no traslada directamente el pasado al futuro, sino que previamente lo pasa por el tamiz de una teoría económica consistente.

f) **Simulación de políticas.**—Una vez construido el modelo se podrán simular diferentes medidas alternativas de política económica, que es realmente uno de los objetivos fundamentales del estudio.

g) **Criterios de bondad para la elección entre políticas económicas alternativas.**—La elección de la medida a aplicar corresponde al político. No obstante, éste necesita para esta toma de decisión una información lo más completa posible sobre las repercusiones en las diferentes variables

estratégicas y los efectos producidos con relación a variables que infieren un impacto muy diferente ante una determinada medida.

En esta fase debe realizarse desde un simple «ranking» de la repercusión más o menos positiva que cada medida alternativa supone para cada una de las variables estratégicas, hasta la cuantificación de una función objetivo que resuma los criterios de valoración del político respecto a los posibles «targets» a alcanzar.

IV. METODOLOGIA DE ELABORACION DE UN MODELO DE DESARROLLO ECONOMICO

Los modelos econométricos de desarrollo constituyen un caso particular de los denominados «modelos generales de política económica» («economy-wide models»), que incluyen, asimismo, modelos de estabilidad, de contabilidad nacional o de política educativa, laboral, fiscal, etc.

La integración de todos estos modelos en uno único de política económica general es una aspiración de los economistas de todos los países, que, sin embargo, han puesto reiteradamente de manifiesto la dificultad de alcanzar meta tan ambiciosa y la necesidad de proceder mediante modelos parciales que sólo posteriormente podrán conectarse y fundirse en uno solo.

Las razones de esta forma de proceder son muchas, y entre ellas deben destacarse:

- a) Problemas técnicos de metodología econométrica.
- b) Complejidad del problema que hace más factible su división en bloques interrelacionados.
- c) Coste y tiempo excesivos para la elaboración de un modelo general.
- d) Repercusión de los posibles errores en cualquiera de las partes sobre el modelo en su conjunto (errores en las estadísticas o incluso errores de especificación de las ecuaciones).

Por ello, la estrategia que se sigue en los diferentes países suele ser la de elaborar un modelo general de desarrollo que sirva de base para la planificación económica general y proceder, al mismo tiempo, a la elab-

boración de modelos específicos sobre campos concretos de la política económica. De esta forma, las variables endógenas del primero son exógenas en los modelos parciales, que, sin embargo, pueden profundizar más en cuestiones de detalle. Así, un modelo de desarrollo deberá considerar la renta como variable endógena, mientras que ésta puede ser exógena para un modelo de política educativa, que, sin embargo, deberá descender en este campo a detalles tales como número de alumnos y profesores por niveles de enseñanza, que escapan totalmente a las necesidades de especificación de un modelo general de desarrollo.

No obstante, todos los modelos generales de política económica tienen unas características técnicas propias, que pueden resumirse en los siguientes aspectos:

a) El modelo queda explicitado en un número elevado de relaciones estructurales, que recogen las interdependencias entre gran número de variables.

b) Por tratarse de modelos generales de política económica, la mayoría de las variables tienen el carácter de endógenas, ya que el propio modelo ha de explicar por sí mismo su comportamiento, fuera del período muestral.

c) Por el propio hecho del gran número de variables que intervienen en el modelo, la base estadística disponible abarca, generalmente, un período muy limitado de tiempo y, como consecuencia, un reducido número de observaciones.

d) El modelo especificado ha de ser de carácter dinámico, al incluir tasas de cambios en las variables, variables desplazadas y variables de «stocks» o fondos, que acumulan los flujos generados en el interior del modelo.

e) Principalmente, por el propio carácter del modelo, las perturbaciones aleatorias suelen incumplir axiomas generalmente admitidos en los procesos de estimación, tales como los de no estar correlacionados entre sí para diferentes ecuaciones o distintos momentos del tiempo, ni con las variables predeterminadas.

En todo el proceso de modelización es de sobra conocido que la base de toda la metodología econométrica está en la elaboración de esquemas como representación simplificada de la realidad, empleando simbología matemática.

Teniendo en cuenta, por otro lado, que la elaboración de modelos econométricos se apoya sustancialmente en las teorías económicas formuladas sobre el tema de análisis, hemos de reconocer, como fuente básica de inspiración para los estudios econométricos de desarrollo, a la teoría económica correspondiente.

Ahora bien, la relación entre teoría económica y modelos econométricos no es unidireccional, ya que la econometría, al hacer posible la contrastación de la validez tempoespacial de las diferentes teorías económicas, constituye la base de futuros perfeccionamientos en el análisis formal de las relaciones económicas, que nuevamente exigirán ser contrastadas con la realidad. De esta forma puede establecerse un proceso continuo de contrastación de formulaciones, básico para el progreso de la ciencia económica.

La elaboración de un modelo econométrico de desarrollo, al tener que estar referido a una realidad económico-social concreta, exige tener en cuenta no sólo la información básica suministrada por la teoría económica del desarrollo, sino que ha de recoger los instrumentos adecuados de política económica, explicitando objetivos y fines, así como apoyarse en la información estadística existente sobre la estructura socio-económica del país.

En la práctica, para conseguir hacer operativo todo el proceso anterior, conviene tener en cuenta la experiencia acumulada a lo largo de estos últimos años en el terreno de la modelización, habiéndose llegado a esquemas generalmente aceptados por su probada utilidad, existiendo diferencias dentro de un mismo campo, más a nivel de desagregación por las propias peculiaridades de la estructura económica de cada país en concreto, que en el propio planteamiento del modelo.

En la elaboración de un modelo econométrico de desarrollo se distinguen tres etapas generales fundamentales, que deben diferenciarse, aunque no totalmente independientes, como son:

- Especificación del modelo.
- Estimación de parámetros y contrastes.
- Previsiones y simulación.

Estas tres grandes etapas generales pueden subdividirse, a su vez, en las siguientes etapas parciales:

1. Elección de las variables, que para la Comisaría del Plan constituyen la base de su política del desarrollo.

2. Elección de las variables explicativas de las anteriores propuestas, mediante el análisis de las relaciones teóricas y su contraste primario, a partir del establecimiento de regresiones sobre una primera base estadística que no precisa ser excesivamente amplia ni depurada. Contraste de opiniones con especialistas de cada sector.

3. Establecimiento de la forma de las relaciones funcionales que componen el modelo, con el mismo planteamiento que en el punto anterior.

4. Ensamblaje de las diferentes relaciones en el modelo, a fin de convertirlo en económicamente consistente.

5. Contraste, previo a la estimación del modelo, con la realidad y reforma, en caso preciso, del modelo propuesto.

6. Investigación previa sobre las series estadísticas disponibles con referencia a las magnitudes implicadas. Posible reforma de algunas relaciones del modelo.

7. Inclusión de perturbaciones aleatorias y errores de observación. Contraste previo de hipótesis.

8. Elaboración de las series estadísticas de las diferentes magnitudes incluidas en el modelo de desarrollo referidas a un período en algún caso inferior a diez años. Posibilidad de elaboraciones propias para determinadas series.

9. Declaración de valores, eliminando variaciones estacionales o perturbaciones; elaboración de números índices y tasas de crecimiento.

10. Estimación de los parámetros del modelo, variantes residuales, coeficientes de correlación y distribución estocástica de los parámetros.

11. Contraste de parámetros, autocorrelación serial y multicolinealidad.

12. Aceptación o rechace de cada ecuación individual, como consecuencia de los anteriores contrastes.

13. Repetición del proceso para las ecuaciones rechazadas.

14. Estimación conjunta de todas las ecuaciones del modelo definitivo.

15. Contraste de la estabilidad temporal de los parámetros y de las hipótesis estocásticas admitidas.

16. Contraste del modelo con la realidad para el período de estimación y año en curso.

17. Aplicaciones del modelo al análisis de la repercusión de determinadas medidas de política económica en el conjunto del país.

18. Establecimiento de los valores futuros (a corto y medio plazo) de las variables explicativas del modelo. Posibilidad de diversas hipótesis.

19. Previsiones del modelo para las variables endógenas.

20. Simulación de políticas económicas alternativas.

Especificación del modelo

A partir de la información básica que nos suministra la teoría económica del desarrollo, los instrumentos a emplear y los fines que se quieran conseguir, la experiencia conseguida en otros países por la aplicación de modelos generales de política económica, y teniendo siempre presente la realidad de la estructura socioeconómica española, conjuntamente con la base estadística, es posible realizar la especificación econométrica del modelo, considerando las fases siguientes:

A) SELECCION DE VARIABLES

1. **Selección de variables endógenas básicas.**—Un modelo económico, cuya finalidad es la programación del desarrollo económico, ha de basarse en una rigurosa determinación de variables endógenas, es decir, aquellas variables que el modelo debe explicar en su comportamiento, dada la especial trascendencia que tienen al definir el desarrollo.

2. **Esquema general previo de Interrelaciones.**—A partir de la determinación de las variables endógenas, es básico tener presente, a la hora de construir el modelo, que las relaciones que ligen las distintas variables han de ser, fundamentalmente, conductoras de las relaciones causa-efecto entre cada variable endógena y sus respectivas variables explicativas.

3. **Variables explicativas de las endógenas básicas.**—Las variables explicativas se clasifican en los siguientes grupos:

- Variables instrumentales. Es una variable exógena al modelo que está bajo el control de los ejecutores del Plan: gastos públicos, política crediticia, tipos de interés, control del comercio exterior, etc.
- Variables exógenas no controlables: «datos». Son las variables que no explica el modelo ni están controladas por los programadores del desarrollo.
- Variables endógenas desplazadas.
- Variables endógenas irrelevantes.
- Variables ficticias y que nos sirven de ponderación de otras variables.
- Perturbaciones aleatorias: son aquellas que recogen el efecto conjunto de múltiples variables individualmente irrelevantes y que, por ello, no figuran explícitamente en el modelo.
- Errores de observación: son las diferencias entre los valores teóricos de las variables y los observados.

B) RELACIONES ENTRE VARIABLES

1. **Formas funcionales previas.**—El proceso de especificación culmina en la elaboración de unas formas funcionales previas, que posteriormente son contrastadas utilizando la base estadística disponible.

2. **Elección entre formas funcionales alternativas.**—Debido a múltiples causas pueden establecerse relaciones econométricas alternativas para explicar un mismo fenómeno. La elección entre formas alternativas se basa en su congruencia económica y en el análisis estadístico de los resultados obtenidos.

C) INTEGRACION DE LAS DISTINTAS FORMAS FUNCIONALES

1. **La congruencia interna del modelo y su identificación.**—Una vez admitidas las relaciones que se consideran más representativas del proceso económico del desarrollo, debe realizarse un análisis de congruencia interna del modelo. Con ello pasamos directamente al problema de la identificabilidad.

Dada la existencia de interdependencias entre las variables endógenas, no se pueden estimar los parámetros en la forma estructural, con lo que se despejan las variables endógenas en función de las predeterminadas (modelo en forma reducida), estimándose los parámetros en estas nuevas relaciones. No obstante, la estimación de los parámetros en la forma reducida carece de significación económica, y por ello es necesario el retorno a la forma estructural, lo cual no siempre es posible. Según que del sistema formado por las relaciones entre los parámetros del modelo, en forma reducida y en forma estructural, sea posible deducir valores únicos, valores múltiples o se dé lugar a un sistema incompatible, así las implicaciones econométricas, en los métodos de estimación a aplicar, serán distintos en cada caso.

2. Especificación y contraste de las hipótesis estocásticas.—La especificación del modelo debe ser complementada con ciertas hipótesis, a contrastar en cada caso, referentes, fundamentalmente, a la distribución estocástica de los errores incluidos en el modelo.

D) EXPERIENCIAS EN LA UTILIZACION DE MODELOS ECONOMETRICOS DE DESARROLLO Y DE POLITICA ECONOMICA

Aunque no es posible aplicar un mismo esquema a dos estructuras económicas sustancialmente distintas, los modelos econométricos generales de política económica y de desarrollo, elaborados anteriormente en otros países, proporcionan un «stock» de relaciones funcionales que suponen una eficaz ayuda a la hora de especificar un modelo econométrico de desarrollo.

V. MODELO DE POLITICA FISCAL DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES

En el presente momento están a punto de iniciarse los trabajos de elaboración de un modelo econométrico de política fiscal, cuyo objetivo básico es desagregar las variables de ingresos y gastos del sector público que se recogen en el modelo general de la Comisaría, incluyendo las necesarias simulaciones de política fiscal cara a la financiación de nuestro proceso de desarrollo.

Por estar el trabajo en fase muy preliminar, omito toda referencia técnica a su elaboración.

VIII. La modelación educacional

LA MODELACION EDUCACIONAL *

Por JAROSLAV HABR

I. NATURALEZA DEL DESARROLLO Y PERFECCIONAMIENTO

Para enriquecer los esquemas de planificación educativa y científica existentes se ha llevado a cabo un estudio crítico de las ideas actuales; el resultado ha sido éste:

1. Los elementos individuales de los esquemas existentes no están unidos entre sí de forma suficiente, y de ahí que no puedan diferenciarse los factores relevantes e irrelevantes de forma apropiada.

Esto plantea el problema de la **identificación del sistema**.

2. Los elementos individuales de los esquemas existentes de planificación educacional no están enlazados de forma funcional, y de ahí que no formen un sistema compacto, cerrado y manejable.

Esto plantea el problema de la **conducta y estructura del sistema**.

3. El tratamiento de los elementos individuales en los esquemas existentes es demasiado rígido.

Esto plantea el problema de las **consistencias dinámicas**.

(*) El presente estudio metodológico, de conformidad con el Contrato COM 8890 y en relación con el proyecto de modelos para la planificación educacional y científica, está basado en el bosquejo que de este estudio ha sido aprobado, como marco de los trabajos de operación en carta de la UNESCO STH/388, así como personalmente por Mr. E. S. Solomon, jefe de la División de Análisis de Recursos Humanos, a raíz de las conversaciones celebradas en la sede de la UNESCO en París, en abril de 1969. Este bosquejo aparece al final de nuestro estudio como apéndice.

El estudio metodológico desarrolla y mejora las ideas expresadas en el «Modelo Asiático de Desarrollo de la Educación», con las recomendaciones del Congreso de Ministros de Educación y Ministros Responsables de la Planificación Económica de Estados Miembros de Asia (Bangkok, noviembre de 1965), y el Congreso para la Aplicación de la Ciencia y Tecnología al Desarrollo de Asia (Nueva Delhi, agosto de 1968).

4. Se exageran las posibilidades de hacer uso de modelos puramente econométricos en los actuales esquemas de planificación de la educación.

Esto plantea el problema de la **planificación y programación eurístico**.

5. La base metodológica de los esquemas actuales para la planificación de la educación es la del planteamiento tradicional que puede caracterizarse como la filosofía «todo-progresiva». Este método es bastante primitivo, y no muy productivo en la práctica.

Esto plantea el problema de la **planificación a base de multitrayectorias**.

6. El método tradicional de la planificación (a corto, medio y largo plazo) no puede tener en cuenta los efectos de retroacción a corto y largo plazo a la vez.

Esto presenta el problema de «planes móviles».

En este estudio se pretende aportar soluciones a los problemas mencionados.

Nuevas ideas principales incorporadas a este estudio

A lo largo de este estudio se aplicarán los métodos «system analytical» y «system design» (análisis y diseño del sistema como principio).

La técnica tradicional de modelación será mejorada por la «multimodelación» y los «planes móviles».

Se tienen en cuenta las facilidades del uso potencial de bancos de datos y análogos sistemas de Información.

II. PROCEDIMIENTO CONCEPTUAL

El presente estudio sigue el patrón lógico, en el cual pueden reconocerse, al menos, siete fases. Todas las fases están conectadas entre sí, de modo que existe una perfecta retroacción entre ellas.

De hecho, algunas fases representan actividades simultáneas.

Son las siguientes:

- Programación de objetivos.
- Asentamiento de hipótesis.
- Construcción del modelo.

- Red de Información.
- Ordenación de datos de simulación.
- Análisis lógico, interpretación, ejecución.

A un nivel más alto de abstracción, la elección de objetivos (elección de funciones objetivas) no es difícil, por lo general. A bajo nivel, sin embargo, surge la necesidad de definir los objetivos respecto de las presentes posibilidades operativas (medios adecuados, datos disponibles, resultados medibles, etc.). Sin duda, el famoso principio de la Investigación operativa es aquí válido. La correcta definición de los objetivos supone la mitad del problema resuelto. Uno de los importantes requisitos previos, aunque inobservados, en toda construcción de modelos, reside en el asentamiento inicial de los supuestos, hipótesis y teorías necesarias en que se fundamenta el modelo en particular, y a tenerlos en cuenta en la fase de Interpretación de los resultados numéricos. El problema radica generalmente no tanto en las suposiciones explícitas del modelo, como en las que se encuentran implícitamente presentes.

Ya que todo modelo está basado en una teoría, una hipótesis o unas determinadas suposiciones, tan sólo es posible obtener una simple Imagen de la realidad objetiva. Incluso métodos y técnicas tan eficientes como la experimentación del modelo por medio de parámetros variables y pruebas de sensibilidad respecto de la estructura y el entorno pueden conducir a conclusiones erróneas si ya existen defectos teóricos en la construcción del modelo base.

El problema es determinar aquellos supuestos que pueden ser erróneos en un modelo. En el «Método de programación del sistema» se sugiere el siguiente procedimiento: un fenómeno específico es expresado por un modelo en la base de varias **suposiciones**, por la aplicación de varios **planteamientos metodológicos** (exacto, eurístico, intuitivo). Cada resultado individual es entonces comparado y probado por razonamientos lógicos. De esta forma, las consistencias o inconsistencias de los **supuestos concretos** iniciales pueden determinar y alcanzar una base más segura para la construcción final del modelo (2).

La técnica de usar pronósticos fijos como fundamentos de la planifi-

(2) Este procedimiento de multimodelos difiere sustancialmente, claro está, del multimodelamiento en sistemas integrados (en este último caso el modelo representa, no uno, sino muchos fenómenos); en nuestro multimodelamiento se usan todas las disciplinas apropiadas y accesibles como instrumentos analíticos, v. gr., análisis operacional, análisis de sistema, econométrica, cibernética, etc.

cación ha resultado ser insuficiente en sistemas fuertemente dinámicos o abiertos (sensibles al impacto del entorno). En el presente estudio se adopta la idea de planos móviles (3). Esta idea puede reforzarse introduciendo una especie de multiplanificación. En esencia, este método (aproximación) se representa por el desarrollo de trayectorias alternativas, cambiando y alterándose en un cierto horizonte. La idea se basa en dos principios:

1. Los planes se desarrollan como alternativas dentro de un cierto espectro posible.

2. Tras cambiar el plan del término inicial al siguiente del horizonte de planeamiento, se determina un nuevo espectro posible.

Explicación:

El espectro posible se define por dos límites (v. gr., una trayectoria optimista y otra pesimista). El horizonte fijo incluye tres períodos. Todos los datos son «ex ante».

Tras el paso de un período, el horizonte fijado se varía también en un período. Se prevén nuevas trayectorias optimistas y pesimistas, tomando por base lo ocurrido durante el primer período transcurrido; por tanto, los datos del primer período quedan «ex post», y los datos para el horizonte variado quedan «ex ante».

III. PROCEDIMIENTO GENERAL

1. CONCEPTOS

Hasta ahora, los resultados prácticos con modelos de tipo puramente econométrico no parecen tener mucho éxito. A la luz de esta experiencia se propone un planteamiento diferente. Aunque en casos especiales este planteamiento no excluye el uso de algunas técnicas econométricas, preferentemente las menos sofisticadas, en principio está basada en la **heurística** y hace uso de los métodos de **sistema analítico**.

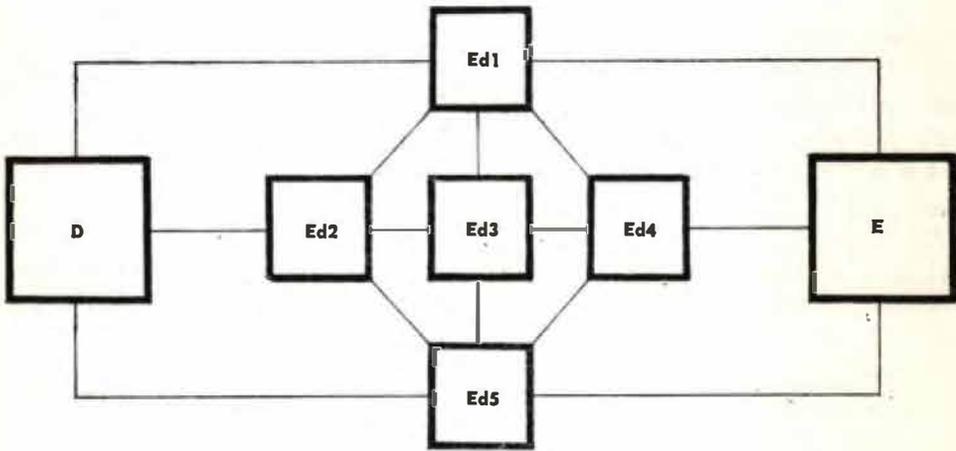
En su representación modelo el problema de la planificación de la educación es tratado como la **interacción de sistema educativo** con su entorno relevante (sustancial), siendo éste, ante todo, el factor demográfico y económico.

(3) Las obras dedicadas a este tema son, desgraciadamente, escasas.

Parece útil el considerar la totalidad del sistema educativo no en términos de un único bloque monolítico, sino como un conjunto de modelos unidos por medio del intercambio de información y razonamiento lógico. Los modelos educacionales individuales actúan como unidades de sistema, es decir, se interaccionan, bien sólo entre sí, o también en la interfaz del sistema. La interfaz se representa por puntos o canales correspondientes a la frontera por la que el sistema educativo se conecta con su entorno demográfico y económico.

Un ejemplo de este tipo de interacción se muestra en la figura 1.

Fig. 1



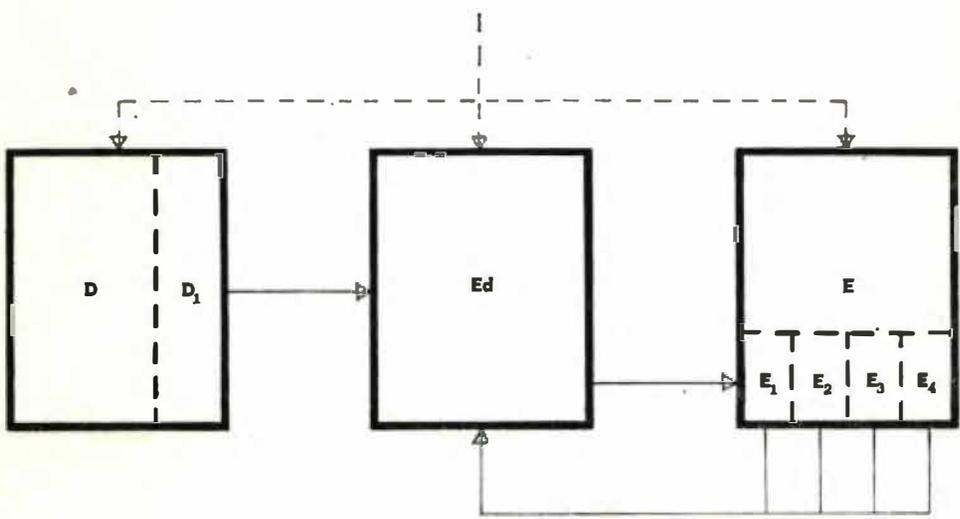
Explicación:

- Ed1-Ed5 unidades (subsistemas) del sistema educativo
- D entorno demográfico
- E entorno económico
- e interfaz educacional
- Ed1 subsistema educativo relacionado con los subsistemas educativos 1, 3 y 5, con la interfaz, tanto al entorno demográfico como al económico

- Ed2 subsistema educacional relacionado con los subsistemas educativos 1, 3 y 5, con la interfaz al entorno demográfico
- Ed3 subsistema educativo relacionado con los subsistemas educativos 1, 2, 4 y 5
- Ed4 subsistema educativo relacionado con los subsistemas educativos 1, 4 y 5, con la interfaz al ambiente económico
- Ed5 subsistema educativo relacionado con los subsistemas educativos 2, 3 y 4, con la interfaz al ambiente demográfico y al económico

Hasta ahora, los fenómenos de dirección y orientación no han sido considerados en nuestro esquema. Ahora bien, si queremos diferenciar entre los flujos entrantes y salientes, podemos decir que la interfaz educacional está representada por las salidas ambientales, que son equivalentes a las entradas educacionales —y por las entradas ambientales—, que son equivalentes a las salidas educacionales. Esto se muestra en la fig. 2. En este caso el sistema educativo está representado por un único modelo (si bien algunos flujos se desagregan de forma que la estructura de entradas y salidas es aparente).

Fig. 2



Explicación:

D	sistema demográfico
D ₁	subsistema demográfico que comprende datos pertinentes para la planificación educacional (interfaz educacional entrada)
Ed	sistema educativo
E	sistema económico
E ₁	subsistema económico que incluye la mano de obra (interfaz educacional entrada-salida)
E ₂	subsistema económico que comprende las inversiones (interfaz educacional entrada)
E ₃	subsistema económico que incluye la maquinaria y otros suministros (interfaz educacional entrada)
E ₄	subsistema económico que comprende factores especiales (interfaz educacional entrada)

De hecho, no todos los factores especiales que influyen, directa o indirectamente, sobre el sistema educativo pueden ser incluidos en E₄. Junto a elementos como la «tecnología educacional» (progreso técnico en los métodos educacionales) existen variedad de factores mucho más sutiles, apenas definibles y por regla general no medibles. Llamémosles el «clima». Pueden no ser de naturaleza puramente económica. Para no olvidar nada se incluyen en el presente esquema de la misma forma que otros fenómenos de retroacción análogos, como el efecto de la educación en el desarrollo demográfico (v. gr., el control de natalidad) o en el nivel cultural, etc. De forma bastante imprecisa figuran en el esquema por líneas de puntos. Resisten todo intento de cuantificación, de forma que no pueden ser directamente incluidos en los sistemas de daños. Esto no significa, sin embargo, que deban desestimarse en nuestros modelos. Esto puede ser importante especialmente en predicciones a largo plazo.

Hasta aquí nos hemos detenido en el aspecto estático del sistema educativo más que en el dinámico. Ahora trataremos de averiguar, aunque a nivel bastante elevado de abstracción y simplificación, aquellas relaciones de secuencia que puedan servir como base ideológica para nuestro modelo de planificación de la educación. Introduciendo espacios de tiempo podemos conseguir las siguientes relaciones:

1. El nivel de salida del entorno económico en el período en curso (representado, v. gr., por la renta nacional) determina el nivel de entrada económica en el sistema educativo en el siguiente período.

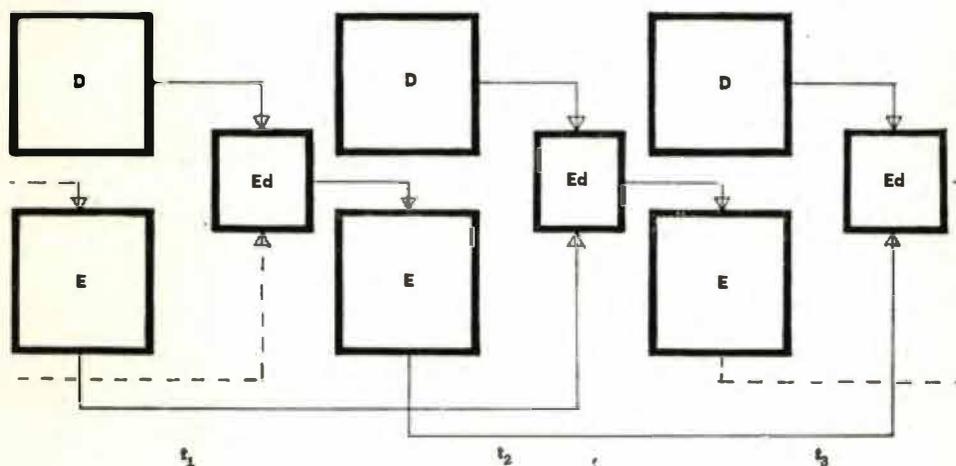
2. La salida del entorno demográfico del período en curso determina la entrada demográfica en el sistema educativo en el período en curso.

3. La salida del sistema educativo en el período en curso incrementa la salida del entorno económico en el período siguiente (4).

En la figura 3 se presenta un esquema simplificado de estas relaciones.

Ed sistema educacional
 D entorno demográfico
 E entorno económico
 t_1-t_3 tres períodos sucesivos

Fig. 3



(4) En los modelos a corto y medio plazo, algunas relaciones secuenciales aparecen insignificantes (v. gr., la influencia del «input» del sistema educacional sobre el entorno demográfico —directa e indirecta—). Por otra parte, la interacción mutua entre el entorno económico y demográfico es siempre importante (v. gr., el efecto del alojamiento, pensiones familiares, nivel de vida, sobre el crecimiento de la población). Desde luego, esto no se relaciona con nuestro Modelo y está fuera de nuestro estudio.

2. DISGREGACION CONCEPTUAL

En los niveles de abstracción inferiores el sistema educativo y el entorno toman una forma diferente, más diversificada. Pueden expresarse en términos fijos de información relacionados con los componentes básicos del sistema y su entorno, en forma de vectores informativos matrices, cuadros, esquemas, bancos de datos o simplemente por descripciones verbales. De esta forma, el entorno económico puede representarse, por ejemplo, por un sistema de cuentas nacionales, el entorno demográfico por estadísticas demográficas y prognosis, el sistema educacional por subsistemas educativos.

Es evidente que la desgregación conceptual puede llevarse tan lejos como sea necesario para la planificación o la ejecución operativa.

3. ENTORNO ECONOMICO

El sistema de cuentas nacionales parece ser útil para obtener información sobre las posibles entradas en el sistema educativo y para estimar el incremento potencial del crecimiento de las actividades económicas, debido al efecto demográfico y de la educación sobre la mano de obra. Para disminuir la rigidez de la influencia del entorno en el modelo parece ser necesario un amplio uso de parametrización en el sistema de cuentas nacionales. Por tanto, alguna información importante sobre los límites superior e inferior de las salidas económicas en el sistema educativo puede tenerse en cuenta.

Es evidente que no todas las relaciones representadas por el tradicional sistema de contabilidad nacional son pertinentes desde el punto de vista de la planificación educacional. Pueden omitirse y agregarse los datos. Por otra parte, algunos datos usados en la contabilidad nacional actual no son adecuados para la construcción de los subsistemas educacionales. Es necesario desgregarlos y ajustarlos para que sirvan como entradas de la educación en el modelo.

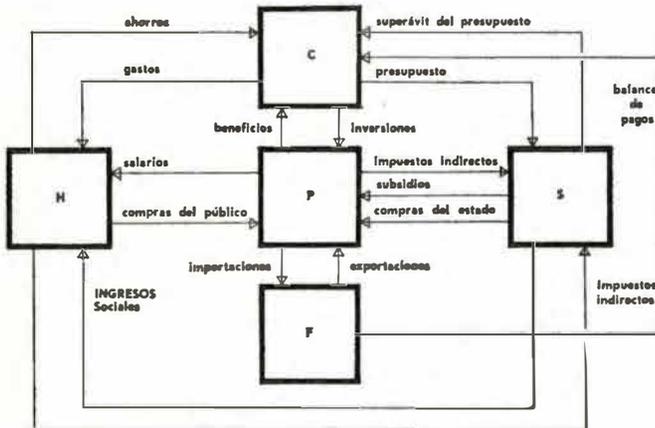
En el siguiente esquema (fig. 4) hacemos un intento de presentar el entorno económico relevante por medio de cuentas nacionales, modificadas (y simplificadas). El nivel de desgregación depende de las exigencias de la planificación. Los puntos que relacionan el entorno económico con el sistema educativo (interfaz) están marcados con una cruz.

Explicación:

Se usa la distribución tradicional en cinco sectores (cuentas).

- P producción
- H gastos de casa
- C capital
- S estado (redistribución)
- F relaciones económicas con el extranjero

Fig. 4



La actividad educacional pertenece a S y puede ser considerada como subsistema en esta cuenta de redistribución. Con excepción de la cuenta F, donde las relaciones con la cuenta S son sólo indirectas, el subsistema educativo de S tiene relaciones con todas las rentas restantes (las marcadas por flechas).

La evaluación de la contabilidad nacional es independiente del sistema económico-político en cuestión. Si se acepta la idea de la planificación de la educación, parece lógico que ésta deba integrarse en una filosofía de planificación mucho más general. Es, por tanto, altamente probable que la evaluación de algún tipo de contabilidad nacional formará, de cualquier

modo, una base para este planteamiento global en cualquier país que intente desarrollar su sistema educativo de una forma dirigida.

4. ENTORNO DEMOGRAFICO

Las «salidas» demográficas equivalen a entradas educacionales. Están basadas en datos estadísticos y tienen en cuenta futuras tendencias de «supervivencia». Son de tipo activo y pasivo a la vez (profesores, estudiantes). Las teorías y técnicas de prognosis demográfico forman un campo especial de estudio y no son discutidas aquí. Quizá pueda hacerse una observación. Hasta ahora la predicción demográfica ha demostrado ser un resultado muy incierto del saber humano. Muchos expertos en este campo se muestran muy escépticos respecto al valor de tales prognosis (v. gr., el famoso experto profesor Wold, de Uppsala, en su reciente conferencia en Praga). En este estudio se hace un intento de superar tales obstáculos por medio de multimodelos y modelos móviles.

5. SISTEMA EDUCATIVO: IDENTIFICACION

El sistema educativo en cuestión puede definirse por medio de su interfaz ambiental. En el nivel de abstracción considerado anteriormente (ver fig. 4) los puntos de mayor interés son: concesiones presupuestarias como recursos, gastos de operación e inversión como necesidades.

Generalmente sólo se tienen en cuenta las formas de educación institucionalizadas. Las actividades educativas en el seno familiar se excluyen del sistema, ya que no son el objeto de la política general y no están controladas.

6. METODOLOGIA

La tarea más seria en cualquier tipo de planificación es garantizar la **consistencia dinámica** de los planes. Esto presenta un desafío a los planeadores; los resultados prácticos obtenidos por el método tradicional de planeamiento (método «rígido») no son demasiado satisfactorios, hasta ahora. Incluso el soporte teórico es bastante pobre.

En consecuencia, el planteamiento sugerido difiere en algunos aspectos básicos de los modelos previos. Está basado en el principio de las predicciones móviles con más de una trayectoria. Llamaremos a este método «multimodelos móviles».

7. MULTIMODELOS MOVILES

En este capítulo se desarrolla la forma de superar dos insuficiencias básicas en la actual técnica de planificación. Estas pueden ser caracterizadas de la siguiente forma:

1. Inconsistencia dinámica.

2. Rigidez y conceptual.

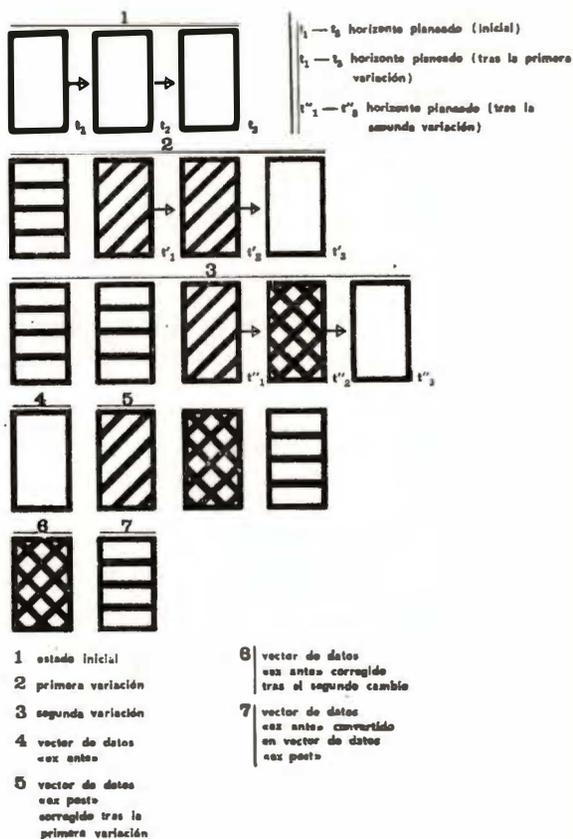
Ad 1. El método de planes fijos (basado en la filosofía de planificación soviética) fue aceptado por muchos planificadores teóricos y prácticos en todo el mundo, y principalmente en los países menos desarrollados. Su filosofía está basada en la proposición de que sólo existen dos alternativas en la planificación: planes obligatorios, representados por directivas, y «planes» no obligatorios, que representan poco más que prognosis. Esta proposición, que sólo permite dos alternativas, ha contribuido de manera considerable a las dificultades encontradas en los métodos tradicionales directos de planificación. Cualquier desviación de las condiciones iniciales fijadas ha de ser corregida sobre la marcha por medidas más o menos improvisadas. Por tanto, los cambios frecuentes en los objetivos del plan original han sido el subproducto necesario de este tipo de planificación. La consecuencia normal de esto serán enormes diferencias entre los resultados alcanzados en la práctica y los objetivos a medio o largo plazo originalmente planeados.

Para resaltar la flexibilidad de los planes se introduce una retroacción periódica en el mecanismo de la planificación del modelo educacional aquí sugerido. De esta forma, cualquier cambio en la realidad y en los objetivos (conceptual o secundario) puede ser tenido en cuenta y, por tanto, la flexibilidad y capacidad de adaptación del plan se ven aumentadas. El mecanismo móvil nos permite transformar los datos y la información (de «ex ante» a «ex post»), y en base de esta transformación pueden ajustarse los planes originales. De esta forma, la consistencia dinámica de los planes puede ser mejor garantizada.

Ad 2. Este plan puede considerarse del mismo modo que el modelo. El plan es, asimismo, una visión simplificada de la realidad objetiva en el sentido que está basado en un conjunto de supuestos determinados. Por tanto, en la presente técnica de planificación, el planificador puede presentar sólo una alternativa. Este tipo de rigidez, que puede denominarse

rigidez conceptual, puede confrontarse formulando (fig. 5) planes móviles según el desarrollo de las trayectorias alternativas. Estos planes se representan como alternativas dentro de un determinado espectro.

Fig. 5



Este procedimiento no excluye el representar una trayectoria dominante en el espectro y considerarla como la trayectoria «planeada». Toda la política concentrará entonces la atención sobre esta trayectoria, de forma que asegure el desarrollo por este camino. La anchura del espectro será dada por las desviaciones de las trayectorias límites respecto a la «planeada». Las trayectorias límite pueden representar las tendencias a lo largo de las cuales el sistema podría desarrollarse en caso que la polí-

tica no lograra crear las condiciones exigidas para el desarrollo planeado. Aquí consideramos el efecto potencial de los factores exógenos, positivos o negativos, u otros factores fortuitos disturbantes. «La trayectoria planeada puede ser concebida como el resultado de una "optimización" "ex ante" o como la alternativa "más probable" y las trayectorias límite como alternativas optimistas o pesimistas» (5).

Naturalmente, un espectro puede estar delimitado por un mayor número de alternativas (trayectorias básicas). De esta manera puede introducirse la idea de multidimensionalidad en la construcción del modelo.

Por lo general, no es preciso ligar el concepto de trayectorias alternativas con el de optimización, definiendo uno u otro tanto «mejor» como «peor» (maximización, minimización, «optimización», «pesimización»). No hace falta que haya una evaluación «a priori». Las trayectorias alternativas pueden ser tomadas simplemente como caminos de desarrollo potencial derivados del efecto de factores tan decisivos como el incremento de población, progreso técnico, aumento de la productividad, etc. De hecho, exigirán gran cantidad de trabajo analítico (6).

En la siguiente presentación esquemática se usan tres conceptos para el desarrollo propuesto de trayectorias alternativas. La tasa máxima anual estimada de incremento de población representa una trayectoria básica (núm. 1), el mínimo representa otra (núm. 2), mientras que la tasa más probable de incremento de población anual estimado representa la trayectoria dominante («planeada»). La trayectoria más probable pertenece al espectro delimitado por las dos trayectorias anteriores. El horizonte incluye tres unidades de tiempo y se desplaza al transcurrir una de ellas. El efecto principal (E), que está relacionado con las correspondientes trayectorias, puede ser también tenido en cuenta en el esquema (figuras 6 y 7).

(5) Cualquier alternativa conceptual es posible como frontera o contención. Como ejemplo práctico puede citarse un Modelo checo de simulación a medio plazo, en el que una trayectoria se orienta al consumo y la otra a la inversión.

(6) Evidentemente también es posible un planteamiento mixto. Un ejemplo sencillo: supongamos dos formas de estimar el producto nacional bruto (optimista y pesimista) y dos márgenes preliminares para los gastos de educación (elevados y reducidos) correspondientes a un período en curso, fijados por las autoridades políticas.

Fig. 6

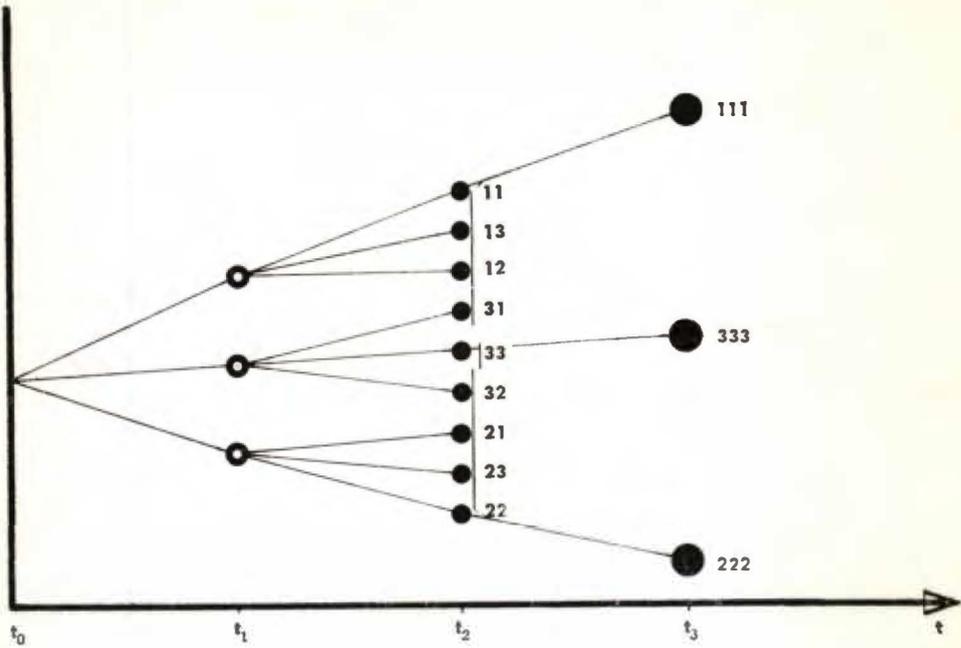
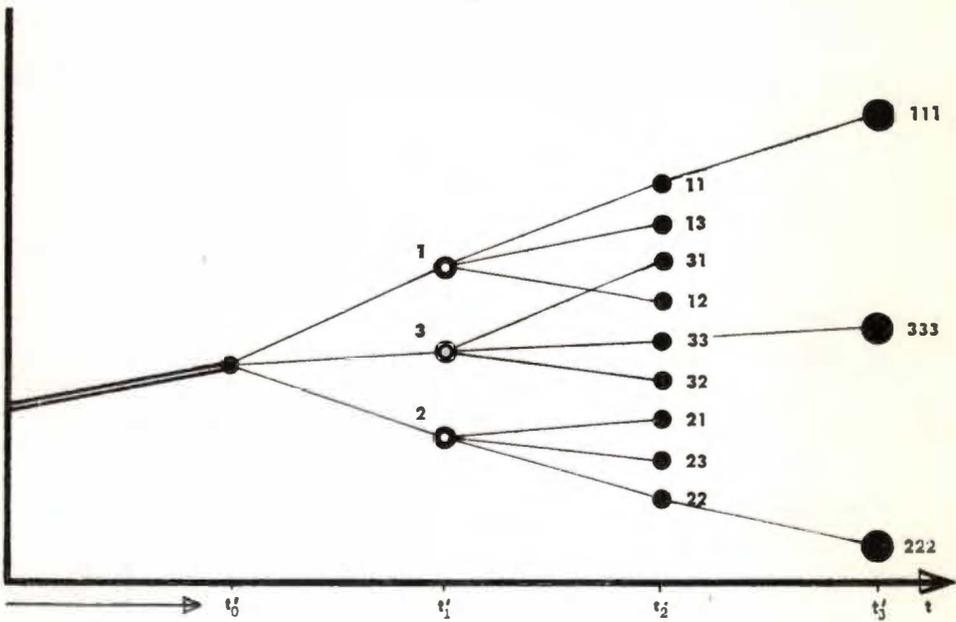


Fig. 7

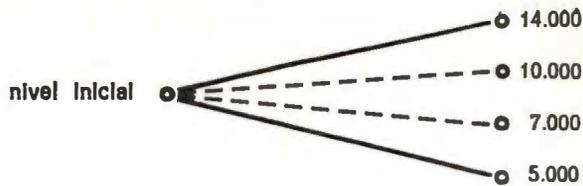


En ambas figuras se representan combinaciones conceptuales posibles dentro del espacio comprendido en el horizonte de planificación (con excepción del tercer período, donde sólo las trayectorias límite y las trayectorias más probables son expuestas de forma explícita). Así, por ejemplo, la trayectoria 222 supondría un desarrollo conforme a la tasa de crecimiento de población más probable en el primer período, una estimación optimista en el segundo período y una perspectiva pesimista para el tercer período.

La longitud (período) del desplazamiento y la distancia (intervalo) del horizonte de planificación dependerá de varios factores. En los modelos puramente económicos la longitud de los ciclos de producción o inversión será de especial importancia. En la planificación educacional los ciclos educacionales particulares serán decisivos.

		PRODUCTO NACIONAL BRUTO	
		estimación	
		optimista	pesimista
necesidades financieras	alto	200.000 7 %	100.000 7 %
	bajo	200.000 5 %	100.000 5 %
		14.000	7.000
		10.000	5.000

Esto facilita la información suficiente para fijar dos metas límites (14.000; 5.000) y dos «internas» que pueden resultar interesantes (10.000; 7.000). De esta manera, pueden aparecer, en el primer período, cuatro trayectorias de posible desarrollo:



Cabe tener en cuenta varios factores al fijarse la matriz de los datos iniciales. Dichos factores pueden ser el efecto de inercia, las expectativas exógenas; pueden basarse en estudios econométricos, en la experiencia obtenida, o pueden ser fijados independientemente (v. gr., a título experimental).

En los planes móviles el intervalo del horizonte de planificación rebasa la longitud del desplazamiento. Cuando el período de desplazamiento está finalizado, los planificadores siempre hallarán un espectro de trayectorias ya dispuesto para que el nuevo plan pueda ser unido directamente con el nivel de crecimiento ya alcanzado. Por tanto, las posibles discrepancias a largo plazo que son típicas en el presente tipo de planificación, serán subsanadas.

Con el desplazamiento del horizonte de planificación se reconsiderarán las trayectorias básicas (reestimadas, re proyectadas) y divididas de nuevo. Evidentemente, estas nuevas trayectorias partirán del nivel conseguido hasta el presente. El proceso de división no es del tipo de división ilimitada en ramas, es decir, no está sujeto a un crecimiento en cadena. El número de combinaciones potenciales permanece invariable.

Esas trayectorias «ex ante», que no correspondían al desarrollo acaecido («ex post»), serán excluidas en el análisis subsiguiente. Esta omisión se dará incluso cuando pudiera suponerse que en el desarrollo subsiguiente las condiciones pueden coincidir con el nivel que se habría alcanzado siguiendo alguna de las trayectorias originalmente desestimadas. El principio siempre mantendrá que un cierto objetivo fijado «ex ante» puede alcanzarse siguiendo trayectorias diferentes, pero un resultado concreto alcanzado «ex post» sólo puede cumplirse a lo largo de una trayectoria única. En otras palabras, el camino real del desarrollo elimina todas las demás trayectorias elaboradas en el pasado, de toda consideración ulterior (figuras 6 y 7).

El desarrollo de las trayectorias alternativas puede aplicarse en un campo muy amplio: en varios tipos de modelo, para diferenciar la amplitud y densidad del espectro de trayectorias, para agregaciones de efectos (diferentes dimensiones), para estudios de toma de decisiones.

El hecho de que puedan ser simuladas las vías alternativas de desarrollo con cambios intencionados al azar por medio de computadores eficientes, facilita considerablemente la aplicación práctica del procedimiento (7).

IV. APLICACIONES

En este capítulo se intenta aplicar las ideas principales expuestas anteriormente, al campo de la planificación de la educación. Evidentemente, esto sólo puede hacerse a título de ilustración en condiciones de simplificación sustancial. El limitarnos a casos simples, aun siendo el problema mucho más general, no disminuye la aplicabilidad práctica del modelo. Cualquier disgregación conceptual o de datos es posible. Pueden fácilmente tenerse en cuenta detalles técnicos que, de no ser así, darían una visión difusa del modelo. Como ya se ha mencionado, el problema se concibe, no como la simple construcción del modelo, sino como la construcción de bloques de modelos particulares unidos por medios de realimentaciones informativas y consideración lógica.

(7) Como ejemplo de aplicación de la idea de planes móviles, puede ser citado un Modelo macroeconómico de dos sectores optimizador con tres trayectorias básicas basadas en el análisis de entradas-salidas, combinado con programación lineal.

1. FASES CONCEPTUALES EN LA APLICACION DE LA IDEA DE LOS MODELOS MOVILES A LA PLANIFICACION DE LA EDUCACION.

El modelo fundamental comprende los siguientes elementos:

- 1) Datos sobre la tasa de nacimientos.
- 2) Datos de supervivencia para períodos relevantes en un horizonte fijo.

Los datos son tomados como evidencia empírica (estadística) hasta el año en curso, y como valores de pronóstico (proyecciones, predicciones) tras el año en curso. La variación de un año «ex ante» a «ex post» ocurre una vez transcurrido el año en curso; todos los datos «ex ante» previos son considerados tras la variación.

Los datos son ordenados como secuencias de supervivencia en la vía horizontal y como desarrollos (series cronológicas) en la misma categoría de horizonte (nacimiento, matriculación, curso final, etc.) en la vía vertical. Pueden relacionarse al final de cada período de tiempo particular (año), que puede implicar el comienzo del curso en cuestión (igual al final del curso precedente).

Tabla 1. Estructura del modelo

Secuencia de nacimientos	supervivencia 1)
	«patrón de vida» 2)

- 1) Físicos y educacionales (abandonos, migración interior y exterior).
- 2) Nacimientos, años de supervivencia, primer año, segundo año, primer grado, segundo grado..., escuela terminada..., matriculación en la universidad..., universidad terminada, etc.

El grado de disgregación es arbitrario. Horizontalmente, una disgregación detallada de grupos de supervivencia particulares puede ser útil; las estimaciones pueden diferenciarse según varios criterios (más probable, optimista, etc.).

Cualquier columna de datos puede considerarse como un vector Infor-
maclonal creciente que representa un período (época) de vida concreto
y relevante. El vector informacional creciente tiene dos partes móviles;
una representa el pasado, la otra representa el futuro (plan, proyección).
La transformación de la información se lleva a cabo tras el paso del año
en curso.

2. EJEMPLOS

De esta forma, una columna de datos creciente de este tipo puede dar
información como sigue:

número de niños	nacidos en 1960
número de niños	nacidos en 1961
número de niños	nacidos en 1962
...	...
número de niños que se espera nazcan en 1970	
número de niños que se espera nazcan en 1971	
...	...

la disgregación puede relacionar v. gr. la distribución de varones y hem-
bras, los datos de expectativas pueden basarse en varias suposiciones.

Otra columna puede representar la supervivencia de niños nacidos,
v. gr.:

número de niños nacidos en 1960, con cinco años de vida (vivos en 1965)
número de niños nacidos en 1961, con cinco años de vida (vivos en 1966)
...
número de niños nacidos en 1965 que se supone sobrevivan tras cinco años de vida (que se supone vivan en 1970)
número de niños nacidos en 1966 que se supone sobrevivan tras cinco años de vida (que se supone vivan en 1971)
...
número de niños que se espera nazcan en 1970, y que se supone sobre- vivan en 1975
número de niños que se espera nazcan en 1971 y que se supone sobre- vivan en 1976
...

número de niños nacidos en 1955 que abandonan la escuela en 1963
número de niños nacidos en 1956 que abandonan la escuela en 1964

... ..

número de niños nacidos en 1962 que se supone abandonarán la escuela
en 1970

número de niños nacidos en 1963 que se supone dejarán la escuela en 1971

... ..

número de niños que se espera nazcan en 1970 y que se supone abando-
narán la escuela en 1978

número de niños que se espera nazcan en 1971 y que se supone dejarán
la escuela en 1979

... ..

Si la estructura del sistema educativo ha cambiado (digamos nueve años, en vez de seis de educación obligatoria) es necesario cambiar el «patrón de vida».

El patrón de vida puede ser ajustado a las necesidades particulares de la planificación (v. gr.: planificación del profesorado) (8).

En contraste con el carácter expansivo de los vectores Informativos de columna, todo vector de fila horizontal es fijo. Se fija por la extensión del horizonte de tiempo elegido para los fines particulares de la planificación (educación elemental, universitaria, profesional, etc.).

La estructura del vector correspondiente a una fila corresponde al desarrollo de una población dada (definida por el año de su nacimiento) en períodos de supervivencia subsiguientes dentro del límite del horizonte de tiempo. Con la excepción del horizonte de tiempo de generaciones que no están ya sujetas a planificación, este vector informativo tiene también dos partes móviles: pasado y futuro.

La naturaleza de la información de fila puede hacerse patente por los siguientes ejemplos:

número de niños nacidos en 1960 ..., número de niños que sobreviven tras cinco años de vida (vivos en 1965), número de alumnos de primer grado que sobreviven, número de alumnos de segundo grado que so-

(8) Esto es válido, no sólo en el campo de la mano de obra, sino que también puede usarse una analogía para la planificación de las inversiones. Entonces los años de nacimiento representan los años de construcción y el «patrón de vida» representa el ciclo de inversiones (amortización y desgaste).

breviven ..., número de alumnos de último grado que sobreviven, número de alumnos que dejan la escuela básica, número de alumnos transferidos a niveles educativos más altos ... (todos nacidos en 1960)

... ..
número de niños nacidos en 1965 ..., número de niños nacidos en 1965 que se espera sobrevivan tras cinco años (que se supone vivos en 1970), número de alumnos supervivientes que se supone estén en el primer grado (vivos en 1971) tras una corrección por la probable migración y las bajas del año anterior), número de alumnos de segundo grado nacidos en 1965, que se supone vivos en 1972 tras una corrección por las probables bajas ..., número de alumnos que se espera dejen la escuela básica, número de alumnos que se espera sean transferidos a niveles educativos más altos ... (todos nacidos en 1965);

... ..
número de niños que se espera nazcan en 1970 ..., número de niños que se espera sobrevivan después de cinco años, número de alumnos que se espera estén en el primer grado, segundo grado ..., número de alumnos que se espera dejen la escuela básica, número de alumnos que se espera sean transferidos a niveles educativos más altos ... (todos se espera que nazcan en 1970).

De nuevo es evidente que el grado de disgregación es arbitrario. Puede llevarse tan lejos como sea necesario.

Varlando el modelo

a) Situación en el año en curso

Tabla 2a

Secuencia de nacimientos	año en curso	supervivencia							
		1.	2.	3.	7.	8.	9.	
								Salen	Entran
x	x	x			x	x	o	o	
x	x	x			x	o	o	o	
x	x	x			o	o	o	o	
x	x	x			o	o	o	o	
x	x	x			o	o	o	o	
x	x	o			o	o	o	o	
x	o	o			o	o	o	o	
o	o	o			o	o	o	o	
o	o	o			o	o			
o	o	o			o	o			
o	o	o			o	o			
o	o	o			o	o			
o	o	o			o	o			
o	o	o			o	o			

x datos ex post horizonte de tiempo 9 años

o datos ex ante la columna 9 está disgregada
(abandonan, siguen)

b) Situación al finalizar el año en curso

Tabla 2b

Secuencia de nacimientos	supervivencia							
	1	2	3	.....	7	8	9	
							Salen	Entran
año en curso	x x x x x x x x	x x x x x x X	x x x x x X *	.....	x x X * * * * *	x X * * * * *	X * * * * * *	X * * * * * *
	X	*	*	.....	*	*	*	*
	* * * * * * o	* * * * * * o	o * * * * * o	.....	* * o	* o	o	o

x datos ex post

X datos ex ante

* datos ex ante reajustados

o datos ex ante

horizonte de tiempo 9 años

variación de tiempo 1 año

Tabla 3. Modelo con datos cuantitativos

NACIDOS		HORIZONTE CRONOLOGICO								
		Primer año	Quinto año	grado					L
					I.	II.	III:	IV.	V.	
1958	125	120		112	110	108	105	104	102	60
1959	126	120		110	108	107	105	103	100	60-65
1960	132	130		125	125	124	120	118	116-117	65-70
1961	145	140		138	135	132	130	126-129	120-125	72-75
1962	136	135		132	130	128	125-127	120-125	115-120	70-72
1963	105	100		96	95	93- 94	90- 94	89- 92	88- 91	60-65
1964	111	110		108	105-106	105-108	104-107	102-105	100-104	65-70
1965	116	115		112-114	110-112	108-110	107-109	105-108	102-106	
1966	121	120		118-119	115-118	114-117	113-116	112-115		
1967	126	125		116-121	115-120	114-119	113-118			
1968	140	135		128-131	125-130	124-129				
1969	125	124-130		122-126	120-125					
1970	131-141	130-140		126-136						
1971	131-145	130-145								
1972	136-144	135-145								
1973	132-152	135-150								
1974	141-152	140-150								
1975	144-158									

125-135 (estimación especial, aún no incluida en la tabla; se emplea en el texto para la construcción de diversos índices).

Explicación:

El horizonte de tiempo comprende once períodos (años). Las épocas relevantes son: el año de nacimiento, el año de ingreso en la escuela (el sexto año de edad = al primer grado), el segundo, el tercero, cuarto y quinto grado. La última columna informativa (L) contiene el número de alumnos que abandonan el sistema escolar actual tras cinco años de educación (v. gr. para una formación profesional).

El período de datos estimados comprende cinco años. Se varía en un año. La estimación tiene la forma de límites superiores e inferiores. Todos los demás datos (únicos) son factuales («ex post»).

Ilustraciones

Por lo menos pueden derivarse tres tipos de información básica del modelo:

- 1) Desarrollo anual de las categorías educativas (columnas informativas).
- 2) Tendencias de supervivencia de la población escolar nacida en años determinados (filas informativas).
- 3) Estructuras de la población escolar en años determinados (diagonales informativas).

Ejemplos:

- 1a) El desarrollo de las entradas («inputs») correspondientes a la población escolar inicial.
Nacidos entre 1958 y 1963: 110, 108, 125 ... 95 (datos reales)
Nacidos entre 1964 y 1969: 105, 106, 110-112 ... (estimados)
- 1b) El desarrollo de la población que deja la escuela para formarse profesionalmente

año de nacimiento	número de alumnos	
1958	60	(abandonan en 1969, real)
1959	60-75	(abandonan en 1970, previsto)
1960	65-70	(« « 1971, «)
1961	72-75	(« « 1972, «)
1962	70-72	(« « 1973, «)
1963	60-65	(« « 1974, «)
1964	65-70	(« « 1975, «)

2) El desarrollo de la población escolar nacida en 1958:

número inicial	125
primer grado	110
segundo grado	108
tercer grado	105
cuarto grado	104
quinto grado	102
dejan por profesión	60

3) La estructura de la población escolar en 1969 (real):

primer grado	95	(nacidos en 1963)
segundo grado	128	(nacidos en 1962)
tercer grado	130	(nacidos en 1961)
cuarto grado	118	(nacidos en 1960)
quinto grado	100	(nacidos en 1959)
total real	571	

3b) La estructura de la población escolar en 1970 (prevista):

primer grado	105-106	(nacidos en 1964)
segundo grado	93- 94	(nacidos en 1963)
tercer grado	125-127	(nacidos en 1962)
cuarto grado	126-129	(nacidos en 1961)
quinto grado	116-117	(nacidos en 1970)
total previsto	565-573	

3c) La estructura de la población escolar en 1976 (prevista):

primer grado	125-135	△(se espera nazcan en 1970 y aún vivan en 1976)
segundo grado	120-125	(nacidos en 1969)
tercer grado	125-130	(nacidos en 1968)
cuarto grado	115-120	(nacidos en 1967)
quinto grado	115-118	(nacidos en 1976)
	△ estimación especial	

3. INDICES DE EDUCACION

Pueden derivarse del modelo algunos índices útiles.

Por ejemplo, varias proporciones de supervivencia (relativas al ingreso en la escuela, «output», «input», «input» para profesiones, varios índices de desarrollo).

Ejemplos:

- 1) Proporción de supervivencia / ingresos en la escuela:

matriculados en 1964, nacidos en 1958 $\frac{110}{125} = 88\% \text{ (real)}$

matriculados en 1965, nacidos en 1959 $\frac{108}{126} = 85,7\% \text{ (real)}$

a matricularse en 1970 (*), $\frac{105}{111}, \frac{106}{111}$ 94,6 % – 95,5 %
(estimado)

a matricularse en 1976 (*), $\frac{125}{131}, \frac{135}{141}$ 95,4 % – 95,7 %
se supone nazcan en 1970 (estimado)

- 2) Proporción de supervivencia real en la población escolar de último grado:

nacidos en 1958 $\frac{102}{110} = 92,6\%$

nacidos en 1959 $\frac{100}{108} = 92,6\%$

proporción de supervivencia estimada en la población escolar de último grado:

nacidos en 1960 $\frac{116}{125}, \frac{117}{125}$ 92,8 % – 93,6 %

nacidos en 1965 $\frac{102}{110}, \frac{106}{112}$ 92,7 % – 94,6 %

- 3) Relación entre el número de alumnos que abandonan para formarse profesionalmente y el número total de población nacidos en años determinados:

para el año 1958 $\frac{60}{125} = 48\% \text{ (real)}$

para el año 1960 $\frac{65}{132}, \frac{70}{132} = 49,2\% \text{ – } 53\% \text{ (estimado)}$

(*) Estimación especial.

4) Índice de la población total escolar (año base = 1968):

año	grados	total	índice
1968	130, 132, 120, 103, 102	567 (real)	100,0
1969	96, 128, 130, 118, 100	571 (real)	97,3
1970	106, 94, 127, 129, 117	573 (estim. superior)	97,6
	105, 93, 125, 126, 116	563 (estim. inferior)	96,3
1971	112, 108, 93, 125, 126	564 (estim. superior)	96,1
	110, 105, 90, 120, 120	545 (estim. inferior)	92,9
1972	118, 110, 107, 92, 120	547 (estim. superior)	93,2
	115, 108, 104, 86, 115	531 (estim. inferior)	90,5

5) Relaciones de máximo a mínimo en los grados:

1968	$\frac{132}{102}$	129,4
1969	$\frac{130}{95}$	136,8
1970	$\frac{126}{93}, \frac{129}{94}$	135,5 — 137,2
1971	$\frac{120}{90}, \frac{125}{94}$	133 — 133,3
1972	$\frac{115}{89}, \frac{120}{92}$	129,2 — 130,4

Es obvio que los índices y proporciones mencionados pueden usarse en combinación con otros indicadores, en orden a la planificación educativa. Tal combinación puede referirse a los factores de costo, facilidades para la enseñanza, profesores normales y adicionales, etc.

Los datos «ex post» pueden usarse como base a efectos analíticos multiobjetivos. Cualquier método que proporcione resultados atractivos para la planificación puede tenerse en cuenta: estrictamente formalizados, basados en el sentido común y la intuición, o mixtos. Los métodos estadísticos clásicos pueden ser útiles en muchos aspectos, especialmente si las condiciones del sistema educativo y el de su entorno son relativamente estables.

A título de ilustración en nuestro tipo de modelo, el análisis de regresión puede usarse, no sólo a efectos de proyección corrientes, sino tam-

bién para probar y comprobar la consistencia interna del modelo. Varios —por lo menos tres— tipos de tendencias, que deben estar en equilibrio mutuo, pueden estudiarse en el modelo:

- 1) el desarrollo de varios factores que son prácticamente independientes del sistema educativo (exógenos), o cuya dependencia es relativamente baja (algunos factores demográficos y económicos). En nuestro modelo se representan principalmente por series de tiempo (columnas informativas, como la tasa de nacimientos, supervivencia en grupos de edad individuales, necesidad de mano de obra, etc.);
- 2) el progreso de los mismos conjuntos (a través de grados, tipos de sistema educativo, formación práctica, estudios de posgraduados, etcétera). Este tipo de información en nuestro modelo está contenido principalmente en filas informativas. Se usa generalmente para indicar el grado de «productividad» del sistema educativo;
- 3) pueden obtenerse secciones transversales educativas especiales poniendo varios conjuntos bajo el mismo denominador. Este tipo de información se contiene principalmente en nuestro modelo en diagonales informativas (v. gr., la estructura de la población escolar total, en un tiempo dado).

Un planteamiento útil es simular varias tendencias, comprobar en cruz su consistencia lógica (en base a los tres tipos de conceptos ya citados) a ajustarlos con vistas a alcanzar el programa final. Evidentemente, esta experimentación del modelo es bastante trabajosa. En consecuencia, parece inevitable el uso de un ordenador en este caso.

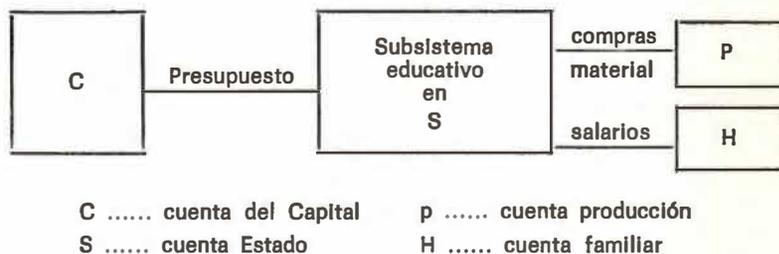
4. FASES CONCEPTUALES AL APLICAR LA IDEA DE LA INTERFAZ ECONOMICA EN LA PLANIFICACION DE LA EDUCACION.

Ya se ha dicho que un instrumento útil para obtener información respecto de las «entradas» económicas potenciales en el sistema educativo y los incrementos potenciales del crecimiento económico (productividad), por efectos de la educación, puede encontrarse en el conjunto de la contabilidad nacional. El sistema de cuentas nacionales con muchas interacciones e interdependencias, con su red de flujos y mecanismos de equilibrio, representan en forma suficiente, el ambiente económico que tan importante es en la construcción del modelo educacional.

Si consideramos las interacciones mutuas entre el sistema educativo y el económico (interfaz), podemos ver, desde luego, que no se limita tan sólo a las cuentas nacionales. En consecuencia, la interfaz debe complementarse con información adicional. De esta forma, nos aproximamos de nuevo al concepto de vectores o matrices informativos. En niveles inferiores de abstracción esto se ve reforzado por la necesidad de usar los datos que están disgregados.

Por otra parte, sabemos ya que no todos los datos que se incluyen en las cuentas nacionales son relevantes desde el punto de vista de la interfaz educativa. Si tomamos la cuenta (estado, redistribución), a más alto nivel de agregación, sólo pueden ser decisivas tres interconexiones: «inputs» de la cuenta Capital (presupuesto), «output» a la cuenta de producción (compras de materiales) y «outputs» a la cuenta familiar (salarios y otros pagos). Todas las otras relaciones son importantes sólo indirectamente, es decir, en lo que a la consistencia del modelo se refiere.

De forma esquemática, la interfaz puede considerarse como subsistema en la cuenta del Estado, comprendiendo sólo aquellos flujos que están directamente conectados con las actividades educativas:



La parte «input» del subsistema educativo en S representa los recursos; la parte «output» del subsistema educativo representa las necesidades.

La disgregación de recursos y necesidades continuará en dos direcciones:

- 1) En el mismo nivel conceptual.
- 2) Disminuyendo este nivel de abstracción (disgregación nacional o conceptual).

Ad 1)

Este es el caso cuando el mismo fenómeno se considera desde varios aspectos.

Por ejemplo, cuando el flujo agregado del sistema educativo a la cuenta familiar, que representa los «salarios», es disgregado de acuerdo con aspectos racionales. En este caso, en vez de un dato tenemos el vector Informativo completo que concierne a la misma concepción, usando, incluso, el mismo término.

Ad 2)

La disgregación conceptual significa que el fenómeno en cuestión se mira bajo diversos aspectos a un nivel más bajo de abstracción. Como ejemplo, el flujo agregado del sistema educativo a la renta de producción, que representa el «output» financiero, es disgregado en gastos materiales, costos de inversión, etc. También aquí aparece un vector informativo. Sin embargo, sus elementos pertenecen a varias categorías conceptuales.

Ambos tipos de agregación pueden combinarse. En este caso se origina una matriz Informativa. Como ejemplo, puede mencionarse un desglose simultáneo de compras por artículos y regiones.

5. ASPECTOS DINAMICOS DEL MODELO

La información de columna y la información de fila tienen ambas carácter dinámico. Representan varias series de tiempo. Todos los datos relacionados son reales o predictivos. La información de columna representa el desarrollo real o previsto de la misma **categoría institucional**, la información de fila representa el desarrollo real o previsto del mismo **conjunto de población**.

La primera columna pertenece a la categoría de información dada, exógena. Desde el punto de vista de la construcción del modelo, forma parte del ambiente del sistema educativo (entorno demográfico). A pesar de esta naturaleza exógena, por ser de la mayor importancia para la construcción del modelo, parece útil no excluir esta clase de datos del sistema Informativo (banco de datos) en orden a la planificación y programación de la educación. De esta información primaria pueden derivarse todos los datos básicos relativos a la educación.

Dada la columna de información demográfica (9), podemos considerar la cuestión de posibles relaciones. El objeto de nuestro estudio será, en primer lugar, explicar los cambios en el desarrollo en otras columnas, es decir, los cambios en grupos (grados) de educación individuales a través del tiempo. Por ejemplo, en nuestro caso, los cinco grados (entre otros) pertenecen a las variables **dependientes**, o a variables que han de ser explicadas. La variable demográfica se considera independiente. Ahora bien, nuestra tarea será encontrar una forma en que esta variable explicativa influye sobre las variables dependientes. Este es el requisito previo necesario para cualquier predicción.

Es obvio que deben resolverse dos problemas teórico-empíricos antes de que podamos proceder prácticamente. Primero, estar seguros de que realmente existe una relación funcional entre la variable dependiente y la explanativa; segundo, seleccionar el tipo de esta relación (10).

La relación puede ser expresada bastante libremente, de forma arbitraria, en base a la experiencia personal, la intuición o incluso la imaginación, o en términos matemáticos exactos. En el último caso, en base a una consideración hipotética, se especifica la relación (lineal, cuadrática, log-lineal, expositiva, logística, etc.). Luego hay que proceder a la tarea de combinar valores numéricos. Los métodos clásicos de estadística conocidos para la estimación de relaciones (v. gr., el método de los mínimos cuadrados en el análisis de regresión) son normalmente los utilizados a este fin.

Para mayor simplicidad, será útil el usar sobre todo relaciones lineales entre dos variables en nuestro modelo. Sólo la columna «output» del sistema educativo lleva consigo una relación más complicada. Depende de dos factores ambientales: uno es primordialmente demográfico (en segundo lugar educativo), el otro es primordialmente económico.

La forma más simple consiste en expresar el proceso de supervivencia educacional por medio de «índices de supervivencia» (ver algunos ejemplos ya citados). Con fines predictivos podría ser útil algún tipo de índice móvil basado en valores tipo.

(9) Ya que esta es una parte del entorno educativo, no estamos interesados aquí en los métodos de predecir valores de este tipo.

(10) En estados más bajos de supervivencia en el proceso educacional, prevalecen factores puramente demográficos. Pueden ser considerados como autónomos. En niveles más altos estos factores demográficos dan lugar a factores de formación de decisiones (padres, estudiantes, educadores). Al final del proceso educativo la demanda de puestos es principalmente Influencial.

En contraste con el desarrollo institucional, los datos de fila tratan siempre el mismo conjunto de población a través del tiempo. Estrictamente hablando, la afirmación de que el grupo es el mismo, no es exacta. El fenómeno de supervivencia no incluye sólo pérdidas (bajas, pérdidas) educacionales y biológicas y cambios debidos a la migración externa, sino también incrementos que equivalen a las pérdidas de los conjuntos precedentes. Ya que este tipo de cambio y la estructura del conjunto es generalmente despreciable, podemos caracterizar el grupo como invariable a través de toda la evolución de la fila.

En contraste con los datos verticales y horizontales, la información diagonal es estática por naturaleza. Presenta una visión transversal de la totalidad del sistema educativo en el período dado (separadamente para cada año). En otras palabras, supone una distribución de la población en este período (nacidos, vivos el primer año, segundo año, etc., ingresados en primer grado, segundo grado, etc., que abandonan, etc.).

Esta visión estática puede dinamizarse poniendo en relación los datos de las diagonales subsiguientes. También aquí el método más simple será probablemente el más útil (v. gr., índices móviles basados en valores tipo).

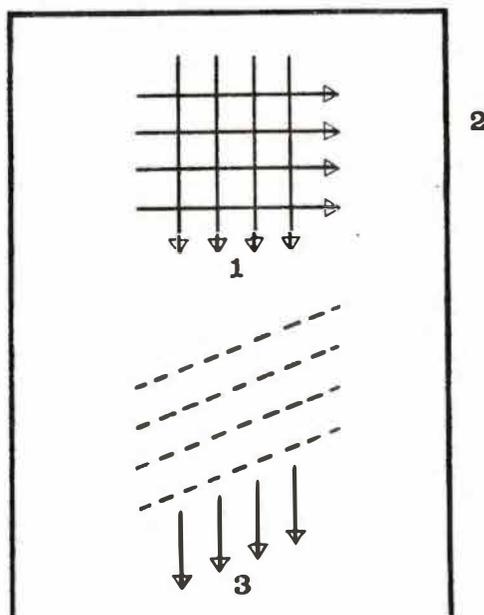
Ya que los métodos de predicción pueden ser diferentes en lo que a las columnas, filas y diagonales se refiere, parece útil efectuar predicciones de datos de varias formas y después comprobarlos en cruz. Primero, los datos verticales se ordenan en base a las relaciones relevantes entre las variables explanativa y dependiente o en base a proporciones de supervivencia. Luego se estiman los datos de horizontales. Hecha la valoración con independencia de los datos diagonales, tenemos tres resultados a nuestra disposición. Todos los resultados serán comprobados y probados por la experiencia y el razonamiento lógicos. Esta comprobación en cruz puede usarse también si las predicciones no son llevadas de una forma estrictamente formal (matemática). La comprobación y control mutuos resaltan la consistencia lógica de resultados (11).

(11) Evidentemente, pueden introducirse métodos mucho más sofisticados en nuestro modelo. Como ejemplo, puede mencionarse aquí la sugerencia hecha por el Prof. STONE. La idea es «la educación superior debería considerarse como una serie de procesos epidémicos en la cual las variaciones en la demanda de puestos depende, por una parte, del número infectado y, por tanto, apto para infectar a otros, y, por otra parte, del número aún no infectado y, por tanto, aptos para contraer la infección» /8/.

Otro ejemplo es el análisis de «input-output» aplicado al flujo de alumnos /9/.

Para resumir, en conjunto, se pueden seguir tres tipos de movimiento en nuestro modelo:

- 1) Desarrollo de la población distribuida en grupos educativos particulares.
- 2) Supervivencia de los conjuntos de población.
- 3) Desarrollo de la estructura educativa.



V. SISTEMA INFORMATIVO ⁽¹²⁾

Ya que nuestro modelo educativo es cuantitativo por naturaleza, es obvio que un sistema de datos debe formar parte sustancial del mismo. Se exponen dos aspectos de los sistemas informativos en este capítulo:

(12) A lo largo de todo este estudio, el término «datos e información» se emplea en sentido lato. Sólo en algunos casos se hace un uso más riguroso; datos significa «input» (en un sistema informativo), (v. gr., en un banco de datos), información significa «output». Esto supone que un banco de datos no se considera como un depósito pasivo de datos, sino como una facilidad para transformar datos de información por medio de varios programas.

- 1) Sistemas de información desde el punto de vista de varios niveles de abstracción (agregación) conceptual.
- 2) Sistemas de información desde el punto de vista de estadios de su desarrollo técnico.

Ad 1)

El proceso de la planificación educativa puede verse desde varios niveles. El nivel superior puede denominarse **conceptual**, el inferior **operacional**. Entre ellos, pueden existir actividades tales como programación, planificación a largo plazo, a plazo medio y a corto plazo. Los sistemas de información deben corresponder a niveles particulares.

Ad 2)

Deben tenerse en cuenta varios estadios de perfección (o imperfección) técnica al considerar el problema de cómo suministrar al modelo información relevante. En el nivel mínimo de tecnología informativa, sólo existen datos estadísticos y similares dispersos, complementados con varias estimaciones, que apenas forman un sistema. Tampoco están unificados según los medios de registro. El otro extremo representa un banco de datos completo dotado con «input-output» remotos y de multiacceso. Existen muchas formas mixtas, entre una y otra, siendo las de tipo más frecuente los anuarios estadísticos y fuentes de información similares.

Los sistemas de información prácticos dependen de la combinación de ambos aspectos. Tomemos, primero, el nivel conceptual. Aquí las facilidades técnicas no precisan mucho desarrollo y permiten llevar a cabo experimentaciones conceptuales. Sólo son necesarios algunos datos seleccionados y agregados. El punto principal de interés radica más en la flexibilidad de la construcción del modelo que en el proceso de datos. Prevalce el trabajo de índole creativa. Los procedimientos más avanzados hacen uso de las facilidades derivadas del desarrollo moderno de los ordenadores, como la multiprogramación, «time-sharing» terminales a distancia y utilización expresiva («conversación con el ordenador»).

Cambiando los parámetros e hipótesis del modelo, las simulaciones de varias situaciones y la comprobación lógica constituyen los principales instrumentos de actividad analítica y sintética (13).

(13) Un ejemplo:

En las primeras etapas del desarrollo industrial, la cantidad de **inversión material** se consideraba como el factor principal que afectaba el progreso económico. No es, por

Los niveles con mayor amplitud de disgregación tienen necesidades de otro orden. Aquí el punto principal de interés es el proceso de datos más que los cambios en la construcción del modelo. Los procedimientos más avanzados hacen uso de las facilidades del tipo de banco de datos. Los trabajos más rutinarios se refieren, principalmente, a varios métodos estadísticos clásicos y son usados con fines predictivos. Prevalece el tipo de trabajo repetitivo. La recuperación de datos forma un problema especial. Ya que muchos aspectos del modelo están tomados en consideración simultáneamente, es conveniente usar el almacenamiento de datos de tipo matriz multidimensionales.

Aspectos demográficos

En la construcción del modelo para los fines de la educación se consideran dos esferas en el campo de la demografía. Una esfera puede definirse como el **entorno demográfico**, la otra como la **interfaz demográfica**.

Ambas esferas comprenden los datos e información de carácter «ex post» (basados principalmente en la estadística) y «ex ante» también (basados principalmente en proyecciones y pronosis).

La diferencia entre ambas esferas radica más en la forma de usar los datos que en su sustancia. El ambiente demográfico comprende todos los datos que son relevantes, directa o indirectamente, para la planificación

tanto, extraño que los planificadores a nivel de actividad macroeconómica concentraran su atención en este factor al determinar la tasa de crecimiento óptima del conjunto económico. Esta mentalidad aún subsiste entre muchos planificadores, aunque la presente tendencia del desarrollo económico práctico muestra claramente el creciente papel de la **inversión en el pueblo**.

En el campo de la planificación económica se plantea otro problema: la escisión entre la inversión humana y la material. Para el planeamiento global parece necesario construir una especie de «precio sombra» para la mano de obra adecuada en el presente sistema educacional y que refleje el aumento de efectividad potencial. Sin embargo, cualquier sistema educacional lleva consigo variedad de patrones educacionales y, en consecuencia, variedad de «precios sombra». La única forma práctica de conseguir una idea sobre varias posibilidades es simulando varias situaciones.

Uno de los principales problemas de este tipo puede ser, v. gr., como sigue: ¿es mejor llevar a cabo la educación general y profesional, sin interrupción, de un golpe, y obtener la cualificación esperada, o terminar la educación normal más pronto, para dejar a la gente ir a la práctica incluso con una cualificación inferior y proporcionarles una cultura superior sólo después de la etapa de aprender haciéndolo?; es casi seguro que en el último caso, el «precio sombra» final será superior que en el caso de no haber dilación educativa. Hay desde luego un desfase en costa y eficiencia, implicado aquí. Esto hace el problema de la educación sensible, políticamente hablando. Por tanto, es labor de los políticos elegirlo con estrategia. Pero los planificadores deben suministrarlos alternativas e información sobre posibles impactos de los patrones educativos particulares sobre las restricciones dadas por el nivel del conocimiento humano.

educativa. Pueden considerarse como banco de datos demográficos. Son **potenciales** desde el punto de vista de la planificación educativa. Por otra parte, la interfaz demográfica comprende sólo aquellos datos que son necesarios para la planificación operativa directa. Son reales desde el punto de vista de la planificación educativa. En otras palabras, la interfaz demográfica comprende aquellos datos e información que están normalizados, puestos al día, usados directa y regularmente, mientras que el entorno demográfico puede presentar los datos que pueden usarse también para casos individuales, relacionados sólo indirectamente con el planeamiento (investigación, proyecciones de largo alcance, programas preparatorios, etc). En un sentido mucho más amplio, respecto de la planificación global, el banco de datos demográficos puede verse como núcleo con muchas interfases informativas (educación, industria militar, etc.).

Como ilustración, los datos relativos a la población total y su distribución por grupos de edad corresponde al entorno demográfico. Sólo algunos grupos de edad son de importancia para la planificación de la educación y, por tanto, forman la interfaz demográfica.

Como ya se ha mencionado, formalmente, el «output» demográfico que sirve como «input» educacional puede representarse de varias formas: vectores de datos, matrices, cuadros, tablas, series de indicadores, etc. Pueden comprender datos (tanto estadísticos como estimados, «ex post» y «ex ante») tales como: población en edad escolar, bajas, número de profesores, sustitución de profesores, proporción profesores-alumnos, número de analfabetos, etc.) (14).

VI. APENDICE

Bosquejo

Este bosquejo pretende ser un marco para el estudio metodológico conforme al contrato COM 8890 relativo al proyecto sobre modelos para la planificación educativa y científica.

Observaciones preliminares:

El proyecto en cuestión se basa en el trabajo realizado hasta ahora en este campo en relación con el «Modelo Educativo Asiático», con las re-

(14) Como quiera que la utilización de los datos Input demográficos han sido objeto de estudio por muchos especialistas, no es necesario detenerse en ello. Basta con decir que cualquier dato de este tipo puede ajustarse a la estructura conceptual de nuestro modelo.

comendaciones del Congreso de Ministros de Educación y Ministros responsables del Planeamiento Económico de Estados Miembros de Asia (Bangkok, noviembre de 1965) y el Congreso para la Aplicación de la Ciencia y Tecnología al Desarrollo de Asia (Nueva Delhi, agosto de 1968).

Nuestro objetivo es ahora mejorar y desarrollar los esquemas presentes. El planteamiento metodológico propuesto en el proyecto futuro se basa en las ideas sobre el uso de eficientes auxiliares modernos, como es el denominado **análisis del sistema**.

Observaciones aclaratorias:

En apoyo del planteamiento propuesto de análisis del sistema podemos razonar como sigue:

1. Los elementos individuales de los esquemas existentes no están unidos entre sí de forma suficiente para formar un sistema compacto, cerrado y manejable.

2. El método propuesto nos permite concebir la totalidad del problema, como un conjunto de modelos particulares, integrados en su sistema.

3. Para conseguir un modelo global flexible (este objetivo fue ya mencionado por el doctor Auerhan) el único método apropiado hasta ahora parece ser una especie de simulación del sistema.

4. Ya que no todos los procedimientos y procesos en el problema dado pueden formalizarse o tratarse de una forma puramente cuantitativa, debe facilitarse la interacción ambiental humana con los esquemas individuales.

5. Ya que no todas las interdependencias pueden expresarse en forma analítica, debe dejarse espacio libre para la eurística en la construcción del modelo.

6. La escasez de datos, la necesidad de usar suposiciones supersimplificadas y las necesidades de instrumentos simples, hacen que sea preciso comprobar los resultados de una forma lógica (método desarrollado por el autor).

7. Debido a las características específicas de los subsistemas individuales (población, actividad económica, sistema escolar, educación superior, investigación y ciencia, facilidades materiales educacionales, etc.)

es necesario introducir una especie de planificación, programación y presupuesto globales en el procedimiento de modelación, con las necesarias interdependencias y retracciones.

8. Como forma más apropiada de tratar los aspectos dinámicos del problema dado, se sugiere el uso de «sistemas móviles».

9. Si fuera necesario, puede considerarse la utilización de ordenadores (debido a la gran variedad de factores relevantes en casos particulares).

10. Si fuera preciso, puede introducirse un órgano de ordenación permanente, puesto al día (información o banco de datos) en el sistema.

11. Este método permite la combinación de métodos formalizados (exactos, matemáticos) y eurísticos suplementados por valoraciones y estrategias subjetivas.

12. Este método permite también el uso de eficientes utensilios analíticos, por ejemplo, el análisis de la red.

13. Este planteamiento posibilita la planificación transversal de las actividades educativas.

14. Asimismo, el sistema sirve para conectar el pasado y el presente con el futuro, por medio de trayectorias potenciales (v. gr., optimista, pesimista) y crear un ambiente para la implementación de trayectorias de desarrollo factibles (no necesariamente optimistas).

IX. El uso de las medidas taxonométricas en el asentamiento de metas, basado en comparaciones internacionales

EL USO DE LAS MEDIDAS TAXONOMETRICAS EN EL ASENTAMIENTO DE METAS, BASADO EN COMPARACIONES INTERNACIONALES

Por ZYGMUNT GOSTKOWSKI

I. DOS CAMINOS PARA EL ASENTAMIENTO DE METAS

Cualquier actividad de planeamiento debe comenzar con el asentamiento de las metas que van a cumplirse en un futuro; aunque tales metas pueden derivarse de muchas formas, generalmente se distinguen dos procedimientos: por una parte hay un método realístico, material, consistente en la aplicación de proyecciones de las tendencias y promedios de crecimiento. Este procedimiento presupone una especie de perpetuación del pasado, y por esa razón es a menudo criticado por ser muy conservador. Requiere datos estadísticos muy detallados que cubran grandes espacios de tiempo y, además, puede aplicarse a tales ramas de la economía o campos de la vida social sólo como ya existían. No obstante, en muchos países, y especialmente en los menos desarrollados, la cuestión es establecer nuevas ramas o campos, de las cuales, obviamente, no se tiene ninguna tendencia anterior.

Esto nos conduce al segundo método de asentamiento de metas, basado en comparaciones internacionales. Este método arraiga en consideraciones totalmente distintas.

En primer lugar, tal asentamiento de metas es una expresión de las aspiraciones nacionales. Muy a menudo la elección de metas ambiciosas está condicionada por la competición ideológica, política o militar entre países. No es raro que esté implícita la noción de un desarrollo unidireccional en este método (pasando a través de niveles o estadios consecutivos). Se cree que en la senda de desarrollo, concebida como un proceso global, los países no pueden saltarse ciertos estadios intermedios nece-

sarios. El problema se reduce, entonces, a la identificación de la posición de un país en la escala de desarrollo. La cuestión crucial, en este aspecto, es averiguar qué países están situados arriba y cuál es su distancia al país que busca sus metas de planeamiento. Entonces, el nivel de realización alcanzado en tales países puede constituir un punto de referencia que dé el orden de magnitud para las metas que serán propuestas.

El promedio de crecimiento que fue necesario para el logro de esas metas en países localizados más arriba, puede constituir, entonces, un indicativo de la extensión del tiempo dentro del cual pueden alcanzarse dichas metas.

Si el asentamiento de metas se hiciera separadamente para cada meta, es decir, para cada variable en turno, el procedimiento sugerido arriba sería muy simple. Para identificar la posición de un país vis-a-vis con otros países en sólo una variable (v. gr., GNP «per cápita») sería suficiente hacer una graduación, y entonces calcular las distancias en términos de diferencias en unidades monetarias. El país que ocupe la posición inmediatamente superior en la escala de grado, será el vecino más próximo, más desarrollado, es decir, el más similar con respecto a GNP.

Pero la cuestión es que el desarrollo es un proceso global, y sus componentes, estando como regla fuertemente correlacionados, forman un patrón característico. Además, existe una cierta compensabilidad entre los componentes: una posición baja del componente A puede ser compensada por una posición alta del componente B. Por ejemplo, un GNP más bajo puede ser, desde el punto de vista del desarrollo económico general, compensado por una posición más alta de, digamos, consumo de energías o formación de capital.

Se deduce de lo anterior, que el método a aplicar al buscar países de los cuales pudieran derivarse metas, debería tener la propiedad de «sintetividad». Esto quiere decir que las distancias, miradas como medidas de similaridad, deberían ser sintéticas, es decir, basadas en un número de variables o componentes. A continuación se describe este método.

II. EL CONCEPTO DE DISTANCIA TAXONOMETRICA Y SU APLICACION EN LA CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE DISTANCIAS ENTRE PAISES Y SU ESCALA DE DESARROLLO

El método fue usado originalmente para la construcción de una tipología de países (o para cualquier objeto que pueda caracterizarse

en términos de varias variables). Fue llamado, por tanto, una taxonomía (1).

El número N de países, caracterizados por m variables x_1, x_2, \dots, x_m están localizados conceptualmente en un espacio euclídeo m-dimensional. Usando la fórmula:

$$[1] \quad C_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

es posible calcular, dentro de un grupo de países, la distancia de cada país al otro (2).

(Matriz C)

Los números 1, 2, 3, ... N representan los países. La matriz, entonces, nos da el conjunto total de distancias dentro del grupo de estos países. Es obvio que $c_{ii} = 0$, y $c_{ij} = c_{ji}$ (por ejemplo, $c_{23} = c_{32}$). Esto significa que, en la matriz, cada distancia aparece dos veces, es decir, a ambos lados de la diagonal principal (formada por 0). Esto tiene una cierta significación práctica para la variación de las computaciones, ya que cada distancia chequea a las demás.

Desde luego, antes de proceder a la computación de distancias es necesario estandarizar las variables x_1, x_2, \dots, x_m para diferentes unidades de medida. Se recomienda aplicar la fórmula:

$$\frac{x_j - x}{s_j} \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

(1) Ver: K. FLOREZ, J. LUKSZEWICZ, J. PERKAL, H. STEINHAUS, Z. ZUBRZYCKI («Taxonomía wroclawska/Wroclaw Taxonomy/Poznan»; 1952. Los conceptos taxonómicos presentados en este trabajo han sido desarrollados posteriormente por el Prof. Z. HELLWIG, en el estudio preparado para la UNESCO: «procedimientos de evaluación de datos de mano de obra a alto nivel, por medio del método taxonómico»/El documento mimeografiado de la UNESCO COM/VS/91, París, 9 de diciembre de 1968/. Usamos el estudio mencionado en último lugar como base para nuestra presentación. El autor agradece al Prof. HELLWIG sus valiosas sugerencias y consejos.

(2) La fórmula dice: la distancia c entre el país i y el país j es igual a la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado en cada una de las m variables. Debe notarse que esta fórmula es una generalización del famoso teorema de Pitágoras, que dice que en un triángulo rectángulo, la hipotenusa (siendo una distancia entre los dos vértices) es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los catetos.

en la cual x es igual al significado de una variable dada para N países, y s_j es igual a su desviación standard.

La matriz simétrica de distancias entre todos los países puede servir a un importante propósito. Si uno está interesado en obtener una tipología de países, objetiva, en términos de m variables, es posible usar un método gráfico simple para dividir todo el conjunto en grupos tipológicos homogéneos (3).

El método consiste en representar el gráfico más corto, es decir, aquel en el cual cada país está ligado a su vecino más próximo, o a su modelo de similaridad. El vecino más cercano a cada país puede identificarse fácilmente inspeccionando la fila correspondiente a ese país. El número más pequeño en esta fila expresará la distancia al modelo de similaridad anotado en la parte superior de la correspondiente columna.

El situar un país dentro de su grupo tipológico puede ser útil en la evaluación de las metas de planeamiento, ya que los grupos tipológicos constituyen un punto de referencia con relación al cual pueden juzgarse las metas (4).

La fórmula [1] permite calcular distancias de similaridad entre países y, por tanto, hace posible la identificación del modelo de similaridad para cada país. Pero debe tenerse en cuenta que tal país modelo no tiene que estar más desarrollado; puede estar desarrollado también. Al buscar países de los cuales puedan derivarse metas de desarrollo, uno está interesado, antes que nada, en aquellos que están situados más arriba en la escala de desarrollo, o escalafón de desarrollo. Por tanto, la matriz de distancia de similaridad deberá ser usada en conjunción con el escalafón de desarrollo de los países. A continuación se expone un método simple que permite construir esa escala de niveles de desarrollo.

Supongamos que existe un país que ha alcanzado lo mejor, es decir, los valores más altos de cada una de las m variables que caracterizan nuestro grupo (5). Colocamos este país ideal en un espacio euclídeo m -dimensional. El siguiente paso es calcular, de acuerdo con la fórmula [1], la distancia de cada país a este elemento conceptual. Las distancias así

(3) Para descripción detallada del método ver: Z. HELLWIG.

(4) Vale la pena distinguir un grupo tipológico para este propósito cuando el grupo total de países en cuestión es demasiado numeroso y contiene naciones que están fuertemente diversificadas en aspectos importantes.

(5) Desde luego, cada variable debería definirse de forma que cuanto más alto sea el valor, mejor. Para este propósito podrían expresarse algunas variables de desarrollo negativas, tales como, por ejemplo, el promedio de mortandad infantil, en términos de recíprocas.

obtenidas se llamarán distancias de desarrollo y sus valores numéricos expresan el nivel de desarrollo de cada país (6): cuanto menor sea esta distancia, mayor es el nivel obtenido. Entonces, clasificando los países de acuerdo con estas distancias (de mayor a menor) construimos la escala de desarrollo.

Ahora mostraremos cómo usar la escala de desarrollo en conjunción con la matriz de similaridad para la selección de metas de desarrollo. Por simplicidad, vamos a emplear un ejemplo con sólo dos dimensiones, ya que en tal caso las relaciones entre los países pueden verse en el gráfico. Debe recordarse que todas las operaciones que se describen a continuación pueden llevarse a cabo también con cualquier número de variables.

En la figura 1 la matriz de distancias de similaridad entre varios países A, B, C, D, E, F, G, H, se representa gráficamente por medio de segmentos que unen unos países con otros (líneas continuas): el país ideal de coordenadas $X_1 = 20$, $X_2 = 21$ (los valores superiores encontrados en el grupo) constituye un punto de referencia para el cálculo de distancias de desarrollo (líneas discontinuas). También se muestra la escala de desarrollo que clasifica todos los países en términos de esa distancia.

III. PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS EN LA DERIVACION DE METAS

Tomando como base la siguiente figura es bastante fácil averiguar el modelo de desarrollo para cada país, es decir, dos valores de las variables X_1 y X_2 que puedan ser aceptados como metas. Son posibles dos caminos para la solución de este problema.

1. La solución más simple consiste en el uso de medias tratadas como una expresión de la tendencia central de desarrollo dentro del grupo en cuestión. El procedimiento es como sigue: para un país dado, están identificados todos los más desarrollados. Entonces, el valor medio para cada una de las variables componentes se calcula en este grupo. Estas medias pueden aceptarse como metas. Desde luego, este procedimiento es aplicable, ante todo, a aquellos países menos desarrollados sobre los cuales, en la escala de desarrollo, puede encontrarse un número suficiente de países más desarrollados. Para un país situado en la misma cumbre de la escala de desarrollo, no pueden derivarse metas de esta forma (even-

(6) Según las variables usadas, el país ideal podría resultar ser real. Por tanto, en las variables que se relacionan con el potencial económico, los Estados Unidos son, muy a menudo, el país ideal.

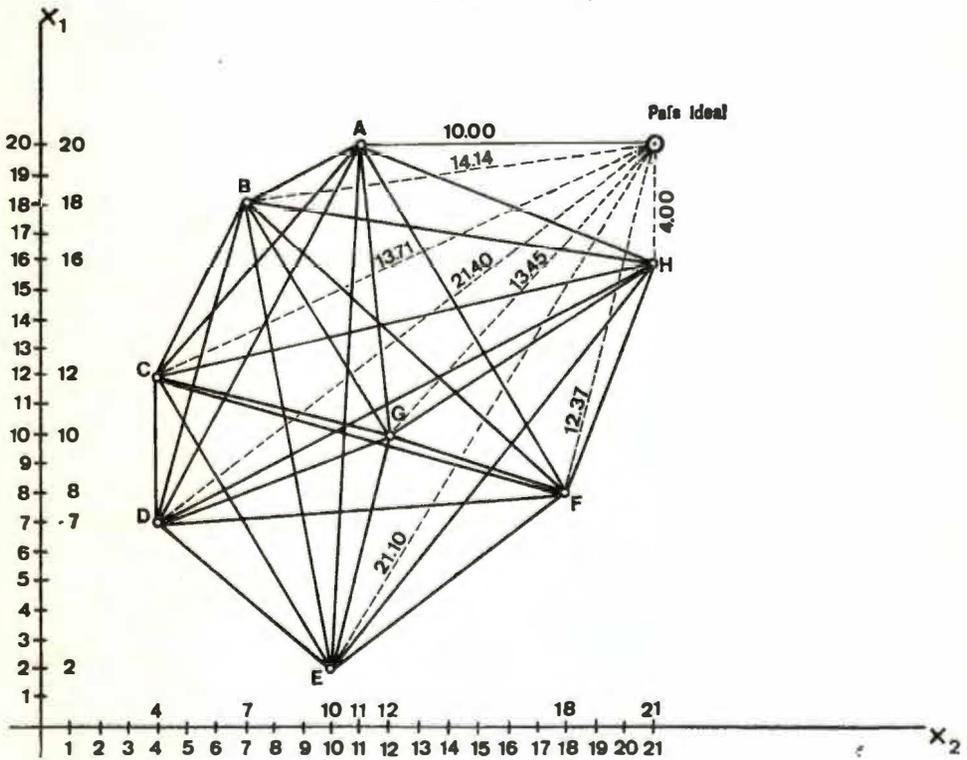
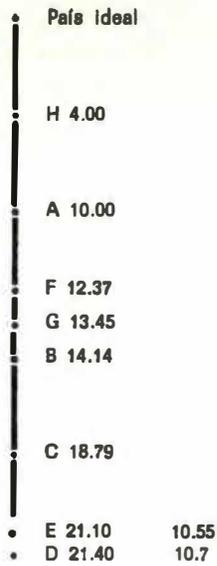


Fig. 1

tualmente podrían tomarse tales metas del país ideal con la excepción de aquellas variables cuyos valores máximos están derivados del mismo país para el cual se buscan las metas).

Tomemos un ejemplo concreto de la figura 1. Si estamos interesados en encontrar las metas para el país E, tendremos que rechazar el país D, que está menos desarrollado que E. Los valores medios de X_1 y X_2 para los países restantes C, B, G, F, A, H, son 14.00 y 12.18, respectivamente.

Debe notarse aquí que, mientras la meta en X_1 es bastante ambiciosa, la meta en X_2 es muy baja en comparación con los logros actuales del país E. La explicación es que, en muchos casos, el nivel más alto de desarrollo de los seis países es debido a su posición comparativamente alta en X_1 con, al mismo tiempo, una posición más baja en X_2 . Lo que es más, dos de ellos (C y B) muestran un considerable retraso en X_2 en comparación con E.

Hay una cierta lógica tras ese patrón de metas derivadas por medio de este método. El país E ocupa una posición muy baja en la variable X_1 lo cual significa que es exactamente en esta variable donde tiene el mayor potencial de desarrollo y, al mismo tiempo, debería ponerse urgentísimamente al corriente con los otros países. Lo contrario ocurre, por ejemplo, en el país C. Sus metas en X_1 y X_2 serían, respectivamente, 14.4 y 13.8. También aquí la variable de embotellamiento —esta vez X_2 — es aquella en la cual la meta resultó ser especialmente ambiciosa en comparación con el modesto nivel hasta entonces conseguido en ella.

Puede deducirse de estos ejemplos que el camino propuesto tiene en cuenta los problemas de desproporción entre las variables de desarrollo: debido al uso de medios que expresan una tendencia general de desarrollo, las metas que se derivan se ajustan a la desproporción existente en las relaciones entre las variables en cuestión.

Añadiremos algo más sobre este método. Puede ocurrir que, entre los países más desarrollados, aparezcan algunos con valores extremadamente altos en algunas variables y, como resultado, sean muy diferentes al país para el cual van a derivarse las metas. Tales países no deben ser

incluidos entre aquellos en cuya base se calculan las medias. Se propone usar como criterio de discrepancia, la distancia de similitud media para el grupo de todos los países (es decir, incluyendo a los menos desarrollados) más el doble de su desviación standard (7). Los países cuyas distancias al país, cuyas metas se buscan, son mayores que esta distancia crítica (o distancia umbral), deben ser eliminados incluso si resultan pertenecer al grupo más desarrollado.

En nuestro ejemplo de la figura 1, la distancia crítica es 19.62. Ninguna de las distancias de similitud es mayor, lo cual significa que en nuestro grupo de ocho países, ninguno de ellos debe ser eliminado. (La distancia que se aproxima más al valor crítico es la que existe entre el país D y el H, es decir, 19.24.) A juicio del planificador, el país H puede ser eventualmente eliminado del cálculo de las metas medias para el país D, a pesar del convenio aceptado. La decisión dependerá, desde luego, de los datos que se tengan sobre los países a los que concierna.

2. El segundo camino consiste en tratar de elegir un país concreto que pueda servir como modelo de desarrollo, por tanto, cumpliendo las metas requeridas. Tal país modelo ha de cumplir tres condiciones: 1.^a Deberá estar situado más arriba en la escala de desarrollo. 2.^a Todos los valores de sus variables deberán ser superiores que los del país cuyas metas se buscan. 3.^a Deberá ser el país más cercano.

Tratemos de elegir un país modelo de este tipo usando la figura anterior y sea el país, cuyas metas se buscan, el país C.

A primera vista, vemos que el país que cumple las tres condiciones es el país B: está situado encima del C, sus dos valores X_1 y X_2 son mayores que los de C y es el más cercano a C en el gráfico que representa la matriz de distancias. En consecuencia, las metas para el país C serán: 18 en X_1 y 7 en X_2 .

Desde luego, no tenemos que pararnos aquí. Si quisiéramos asentar metas más ambiciosas para el país C, podríamos ir más lejos y buscar el segundo modelo de desarrollo. El siguiente país que cumple las condiciones 1 y 2, pero situado más lejos, que B, es el país A. Las metas derivadas de

(7) Ver Z. HELWIG, anteriormente citado. Este valor crítico se acepta convencionalmente cuando se está tratando con distribuciones normales, ya que corta al extremo de la rama derecha de la curva normal de probabilidades, y elimina, por tanto, los casos menos «típicos». Desde luego, la aplicación de este valor crítico tiene sentido cuando las distancias están distribuidas normalmente.

este modelo de desarrollo más avanzado, serían: 20 en X_1 y 11 en X_2 . Si estas metas fueran consideradas demasiado ambiciosas, podrían aceptarse valores medios como una solución (es decir, 19 en X_1 y 9 en X_2).

El uso de medias es especialmente aconsejable cuando nos dirigimos al segundo modelo de desarrollo y resulta que algunas de sus variables tienen valores más pequeños que los del primer modelo. Este es el caso del país E: su primer modelo de desarrollo es el país G, y el segundo es el país F, que es mucho menor que G en la variable X_1 .

Otra solución razonable en tal caso, sería elegir, como segundo modelo de desarrollo, un país que sea, por turnos, el primer modelo de desarrollo del primer modelo de desarrollo del país cuyas metas se buscan. En este último ejemplo, iríamos del país G al país H, en vez de al país F. Evidentemente, las metas que se deriven de este segundo modelo de desarrollo, son siempre considerablemente más altas que las obtenidas del primero, o más cercano. Deberán tratarse, como metas a largo plazo, mientras que las metas obtenidas del primer modelo de desarrollo pueden aceptarse como metas inmediatas a corto plazo.

El lector notará que estableciendo modelos de desarrollo primero, segundo, etc., procedemos como si estuviéramos trazando una serie de trayectorias de desarrollo hacia la meta final, que es el país ideal —o el mejor logro alcanzado de todo el grupo de países elegidos para hacer las comparaciones—; cada modelo de desarrollo sucesivo representa un mayor nivel de desarrollo en todas las variables que conciernen.

Todavía podría darse otra versión de este procedimiento. Ordenando diferentes países a lo largo de niveles de desarrollo sucesivos, trazamos artificialmente el proceso histórico de desarrollo. La reconstrucción es artificial porque las relaciones sincronizadas son sustituidas por relaciones no sincronizadas. ¿Sería posible encontrar tal país modelo del cual derivar metas que pudieran ser aceptadas como punto de partida para una trayectoria de desarrollo modelo? La misma pregunta formulada por un planificador del desarrollo sería: ¿Qué país más avanzado en un cierto momento histórico era más similar al mío? Tras haber encontrado ese momento histórico, el planificador podría examinar detenidamente el desarrollo subsiguiente de este país tratando de derivar algunas metas de su historia.

Es obvio que el método que se describe en este estudio podría aplicarse a la solución de este problema. En vez de tratar con N países dife-

rentes, cada uno en un momento determinado, tendríamos que tomar para nuestro ejercicio cada uno de los N países en varios momentos, tratando tales momentos como países distintos, es decir, situándolos en un espacio m -dimensional. Entonces, los procedimientos descritos anteriormente podrían repetirse exactamente en la misma forma.

Desde luego, el método es un instrumento conceptual formal y no se refiere a importantes problemas teóricos relacionados con la eventual introducción de una perspectiva histórica en los ejercicios de asentamiento de metas. El problema crucial y que da lugar a controversias queda por resolver: ¿Hasta qué punto el desarrollo futuro de un país puede ser repetición de la historia de otro país?

IV. CONCLUSIONES

El método descrito en este estudio no es sino una forma de comparar países con respecto a varias dimensiones o variables seleccionadas. La decisión de elegir esta o aquella asentación de metas de desarrollo como resultado de tales comparaciones no debe hacerse mecánicamente; debe aplicarse más de un procedimiento. Hemos visto que los procedimientos descritos aquí son muy flexibles y dependen en gran parte del juicio de los que usen el método. Lo mejor sería preparar varias versiones de metas dependiendo de la clase de procedimiento y método aplicado. Tales versiones serían examinadas a la luz de conocimientos más generales sobre los países y variables en cuestión.

X. Un modelo para
evaluar las políticas
educacionales
de Chile

UN MODELO PARA EVALUAR LAS POLITICAS EDUCACIONALES DE CHILE (1)

Por ERNESTO SCHIEFELBEIN F.

I. INTRODUCCION

En la última década ha existido gran interés en aplicar el instrumental analítico de la economía al planeamiento de la educación. La literatura especializada sobre modelos educacionales es copiosa, pero el número de trabajos en que se describen aplicaciones a situaciones reales es escaso. Esto se puede explicar, quizás, en términos de la complejidad de las interrelaciones a tomar en cuenta en las decisiones sobre problemas educacionales.

Como casi todos los sistemas sociales, la educación sólo se puede controlar parcialmente. Esto fuerza al ejecutivo a «apostar» acerca de los posibles resultados de decisiones alternativas. Los resultados de las alternativas no se pueden precisar porque ellos dependen de acontecimientos que no se pueden predecir «ex-ante» con precisión. En otras palabras, el ejecutivo se enfrenta con problemas educativos del tipo conocido como «decisiones ante incertidumbre».

Estos antecedentes llevaron a desarrollar un modelo capaz de explorar sistemáticamente las alternativas pertinentes. Más que intentar diseñar un modelo que permita calcular «la» solución óptima, se desea que el ejecutivo posea datos suficientes en sus «estima-adivinaciones».

Como se intenta que el modelo sea útil para los planificadores de la educación, se pretende, además, que cumpla con requisitos tales como:

(1) Debo agradecer los comentarios de RUSSELL DAVIS, David KENDRICK, Samuel BOWLES, Richard DURSTINE y Paul HOLLAND, a versiones preliminares de este trabajo. El personal que ha colaborado conmigo en la Oficina de Planeamiento de la Educación de Chile contribuyó eficientemente a reunir la gran cantidad de información estadística necesaria para completarlo.

- las variables y parámetros deben tener un significado evidente para los educadores (ver Anexo I);
- el modelo permita obtener resultados comparables con los que se hayan obtenido a través de procedimientos iterativos de uso habitual;
- esté enfocado a las alternativas existentes «dentro» del sistema educacional. Las variables determinadas en otros sectores de actividad, ajenos al sistema educacional, se considerarán determinadas exógenamente, es decir, como parámetros.

Se supone, además, que el modelo se usará dentro de un contexto de planificación, es decir, será utilizado por planificadores que tienen un conocimiento profundo de la situación que el modelo permite manipular.

Además de estas características existen algunas otras que diferencian este modelo de otros que se hayan diseñado anteriormente. Entre ellas se puede mencionar el hecho de considerar explícitamente las relaciones entre la educación formal (o tradicional) y el trabajo; el que permita tomar en cuenta los efectos de las distribuciones de edades por cursos; el incluir los niveles mínimos de educación que se consideren socialmente deseables; y el que permita identificar y examinar los efectos de los «cuellos de botella» dentro del sistema.

II. DESCRIPCION DEL MODELO

El modelo define al sistema educativo como un conjunto de actividades que generan personas educadas. En el proceso de educar, dichas actividades utilizan diferentes recursos, cuyas disponibilidades se suponen conocidas. El número de personas a educar depende de demandas económicas y sociales que se consideran exógenamente determinadas.

El criterio para elegir soluciones compatibles con las demandas es el del costo mínimo. Tanto este criterio como las relaciones que definen al sistema se expresan como funciones lineales, a fin de que la formulación constituya un caso especial de la bien estudiada familia de los problemas de programación lineal (ver Anexo V).

Las facilidades de computación (Clasen, 1962) permiten, sin embargo, utilizar el modelo para obtener familias de soluciones que resultan de variar sistemáticamente los parámetros que reflejan los distintos supuestos en que se basa cada decisión (2). En otras palabras, el modelo dentro de

(2) La selección de los valores se puede hacer, en algunos casos, a través del método de Monte Carlo.

las restricciones y criterio de optimización que lo definen, provee un conjunto de soluciones para cualquier combinación de información, funciones y supuestos que definan un determinado sistema educativo. El examen de algunos de los resultados obtenidos en el caso chileno, que se presenta más adelante, permitirá ilustrar la forma de operar el modelo.

El modelo diseñado para Chile es un compromiso entre el «realismo» de las relaciones que se logra al desagregar variables (con el respectivo incremento en la variabilidad generado por el mayor número de relaciones y variables), y los criterios más globales que se requiere para analizar el lejano horizonte en que se definen las metas educacionales. Tampoco se puede olvidar las disponibilidades de tiempo para resolver el modelo y explorar las soluciones (3).

Para cada uno de los tres períodos considerados en este caso se definieron unas 80 variables: seis niveles de educación y seis grupos de edades; dos clases de profesores; tres tipos de construcción escolares; dos tipos de formación en el trabajo; y cinco niveles de calificación de la mano de obra. A pesar de este nivel de agregación de las variables el modelo tiene 196 ecuaciones (líneas), 296 variables y 845 elementos en la matriz. A fin de dar una visión de la estructura del modelo se presenta la siguiente tabulación de las ecuaciones:

Períodos	Clasificación de las ecuaciones			
	Identidades (definiciones)	Relaciones funcionales	Límites de disponibilidades (restricciones)	Condiciones iniciales y terminales
Todos (criterio)		1		
1963		5	5	
1967	8	6	1	26
1967-68	1	33	19	
1968	9	1	8	
1968-69		5		
1969	1		4	
1968-77	1	20	11	
1977	8	4	1	8
1977-78		5		
1978	1		4	

El programa de computación utilizado permite manejar problemas que no excedan de 511 ecuaciones, de 20.000 variables y de 12.000 elementos

(3) Una máquina IBM 7094 tardó casi tres minutos en calcular la solución inicial al problema, y dos minutos para cada una de las soluciones adicionales.

de la matriz. Esto significa que se podría llegar a computar un modelo de nueve períodos. Otra alternativa sería el aproximar algunas de las funciones no lineales mediante funciones «en pedazos» o el desagregar algunas de las variables, por ejemplo, el considerar los sectores público y privado o diversas calidades de formación de los profesores que atienden cada nivel.

III. LA FUNCION OBJETIVO

El criterio del modelo es la minimización de los costos de operación de todos los niveles del sistema educativo, en el número de períodos definidos, al mismo tiempo que se satisfacen los requisitos económicos, sociales y pedagógicos que se imponen a las diversas actividades educacionales.

Conviene recordar que el modelo determina una solución óptima (en el sentido de que tiene un costo mínimo), pero que lo que se busca es una familia de dichos resultados óptimos en que cada resultado corresponda a un conjunto bien determinado de supuestos.

De ahí que la función objetivos se pueda expresar simplemente como (4)

$$[1] \quad C = \sum_t c_t$$

Las c_t representan los costos agregados de las diversas variables, (matrícula, incrementos de matrícula, incremento de profesores, inversión en edificios y formación en el trabajo) para cada uno de los años.

Vale la pena destacar que, en este caso, se ha considerado el gasto anual total, incluyendo gastos corrientes e inversiones, ya que el modelo se ha utilizado para examinar las asignaciones de diversas magnitudes de presupuestos anuales (5). Para obtener cifras de gasto total (C) homogéneas, se descontaron por una tasa de interés real a fin de computar su valor actual.

(4) La definición de las variables se presenta en el anexo I.

(5) No se podría esperar utilizar préstamos que permitieran complementar los recursos. No habrá problema, sin embargo, para expresar el total de gastos corrientes más los originados por depreciación anual.

IV. LAS RESTRICCIONES

Las expresiones algebraicas del modelo aparecen descritas en el Anexo V. Examinaremos, brevemente, el papel que juega cada una de esas ecuaciones:

Ecuación 2: define el costo anual en términos de las diversas variables y de los respectivos costos. El costo corresponde a los diversos insumos requeridos por unidad de la variable, valorizados a precios de mercado. Esto genera una limitación, ya que sería interesante transformar los insumos mismos en una variable en vez de considerarlos como parámetros. El cambio, sin embargo, obligaría a definir una función cuadrática e impediría utilizar los algoritmos disponibles para resolver problemas de programación lineal.

Ecuación 3: establece que el total de gastos anuales no puede exceder de la correspondiente asignación presupuestaria. Esta restricción tiene gran utilidad para simular los efectos de distintas políticas financieras o para evaluar, por ejemplo, las ventajas económicas de disponer de préstamos externos.

Ecuación 4: establece que el total de estudiantes de una edad determinada debe ser menor que la población total de dicha edad, es decir, refleja el balance anual de población. Se agrega estas ecuaciones debido a que gran parte de la estrategia de la reforma educacional chilena está basada en la normalización de las edades en cada curso. En otros casos puede ser preferible desagregar por zonas, regiones, especialización, dialectos o religiones.

Ecuación 5: define la matrícula total de cada nivel como la suma de los estudiantes, de diversas edades, que atienden dicho nivel. Por ser una identidad, este tipo de relaciones puede ser suprimida cuando se alcance los límites de la capacidad del programa de computación. Su utilidad consiste, únicamente, en facilitar la interpretación de los resultados numéricos que proporciona el computador.

Ecuación 6: relaciona el número de profesores disponibles en cada período con el total de alumnos que atienden el nivel correspondiente, y determina si se debe formar un número adicional de profesores en forma acelerada.

Ecuación 7: relaciona la capacidad instalada en cada período con el total de alumnos que deben asistir a clases en el nivel correspondiente y

determina la cantidad de m^2 a construir en el período. Es posible representar en esta ecuación el desfase que existe entre el momento en que se inicia la construcción y la ocupación de las salas.

Ecuación 8: es una expresión recurrente que permite seleccionar la matrícula de un período con la del anterior a través de las tasas de transición (Schiefelbein, 1968). La expresión incluye una variable de «rebalse» que permite evitar soluciones no factibles a costa de un aumento considerable en el costo (6). Se supone, en el problema, que la tecnología educacional descrita por estas relaciones mantiene, por lo menos, el nivel de desarrollo que se puede esperar de acuerdo a las tendencias históricas.

Ecuación 9: establece que las variables de «rebalse» no pueden exceder de un cierto límite. Este indicaría cuánto puede mejorar la tecnología educacional (mayor promoción y menor deserción) en el período respectivo, dado el mayor costo por alumno asociado a la variable de «rebalse».

Ecuación 10: relaciona las diversas fuentes de mano de obra con la correspondiente demanda de mano de obra. Como la demanda está determinada exógenamente no es posible la sustitución entre el número y la calificación de los trabajadores, salvo la posibilidad de utilizar los superávit en los niveles de calificación inmediatamente superiores.

Ecuaciones 11 y 12: establecen el rango del nivel de actividad de la formación en el trabajo. Los límites dependen, fundamentalmente, de la capacidad de la institución de variar la magnitud de su cuerpo de instructores.

Ecuaciones 13 y 14: establecen que el número de estudiantes de un grado y edad determinadas no puede ser menor que el del período anterior o que deben superar ciertos mínimos que se estiman socialmente deseables.

Ecuación 15: establecer el porcentaje mínimo de estudiantes de cada edad que deben asistir a establecimientos educacionales en cada período. Esta restricción, conjuntamente con la ecuación 4, determinan las cotas mínima y máxima de estudiantes a atender en cada edad.

(6) Es posible, por ejemplo, contratar un profesor más por cada cinco profesores del nivel básico, a fin de que solucione los problemas de matemáticas y lectura de los alumnos más atrasados.

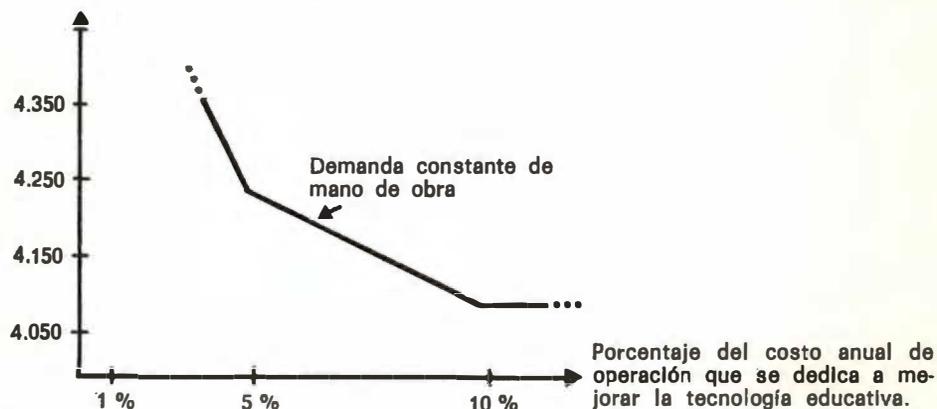
Además de los tipos de ecuaciones antes enunciadas, es necesario considerar un buen número de ecuaciones que establecen las condiciones iniciales y terminales necesarias para no distorsionar los resultados para la supresión de las relaciones intertemporales en el primer y último períodos.

Las relaciones intertemporales se generan, especialmente, en la ecuación 8, que describe una función de tipo «cadenas de markov» para dos estados consecutivos de los vectores de matrícula. Las ecuaciones 6, 7, 9 y 13 generan, igualmente, vínculos entre uno o más períodos consecutivos (7). Debe destacarse que, a fin de limitar el tamaño del problema, sólo se consideró tres períodos de desigual duración, pero el uso de períodos de igual extensión facilita el desarrollo del modelo.

V. EXAMEN DE LOS CAMBIOS DE LA TECNOLOGIA EDUCACIONAL

Dadas las altas tasas de repetición que existen en todos los niveles del sistema, el primer análisis consistió en variar paramétricamente la tecnología del sistema (ver ecuación 8), elevando gradualmente el límite de los recursos financieros destinados a generar dicho «rebalse» (ver ecuación 9). Los resultados se presentan en el gráfico siguiente:

Costo de operación del sistema en los tres períodos (E° 1.000.000).



(7) Es posible utilizar otras ecuaciones como nexos intertemporales. En la ecuación 3, por ejemplo, el límite presupuestario se puede expresar como un porcentaje de crecimiento con respecto al período anterior. Algo similar se puede hacer en la 12 y 14. En la ecuación 10 se pueden introducir desfases entre el momento que se necesita la mano de obra y aquel en que se la prepara.

Para apreciar debidamente estos resultados se debe señalar que se supuso que costaría el doble, de lo que requiere un alumno normal, el remediar los problemas que obligaban a repetir a un alumno. Esto significa que el año en que el alumno requiere de atención especial se originará un costo total de tres veces el de un alumno normal. A pesar de ello, se observa que el costo total disminuye al utilizarse estas técnicas educacionales más intensivas. La línea punteada, en la parte superior izquierda, indica que no existen soluciones factibles cuando se dedicó sólo un 3 por 100 del costo anual de operación a mejorar la tecnología educativa.

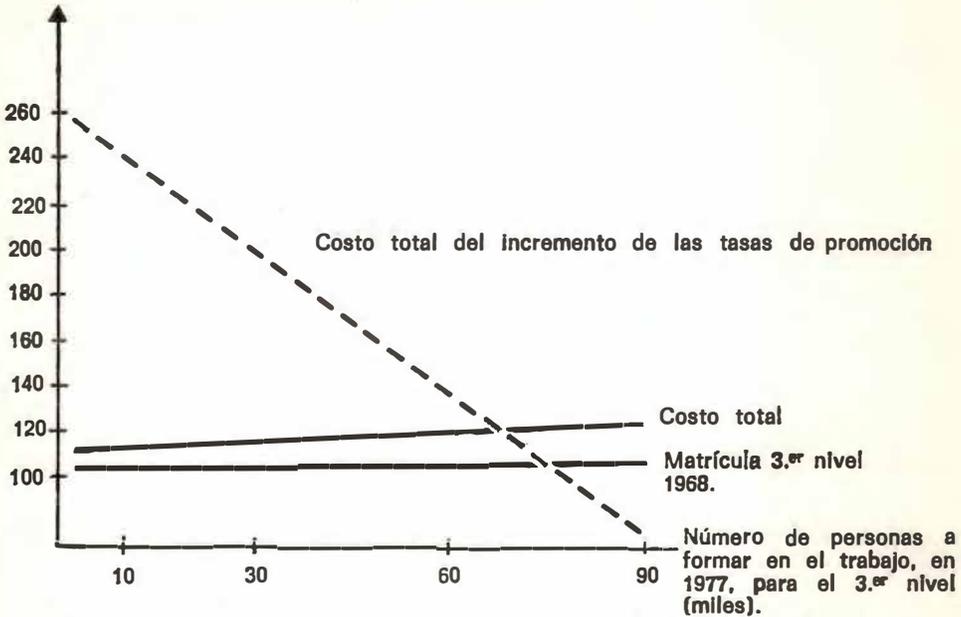
Como resultado de este análisis se constituyó un grupo de trabajo dedicado a estudiar el sistema de promoción. El fruto de su trabajo se expresó en nuevas regulaciones, que han impulsado un estudio más individualizado y evitado repeticiones innecesarias (8).

VI. LA EDUCACION EN LA ESCUELA Y LA EDUCACION EN EL TRABAJO

Otra forma de estudiar los efectos de los cambios en las técnicas utilizadas para educar la mano de obra, estimada como necesaria para el desarrollo socioeconómico del país, consiste en variar paramétricamente el número de personas formadas en el trabajo (ver ecuaciones 11 y 12). Algunos de los resultados se describen en el gráfico siguiente:

(8) Decreto supremo 27.954, de 7 de diciembre de 1965; decreto supremo 11.207, de 11 de octubre de 1966; decreto supremo 7.056 de 23 de Diciembre de 1967.

Porcentaje del cambio con respecto al valor de la variable en la solución óptima.



Los resultados representan dos supuestos adicionales: todos los profesores estarán trabajando y no existirá capacidad física (edificios) no utilizados (9). Desgraciadamente no existen buenos antecedentes sobre la eficiencia relativa entre uno y otro tipo de educación. Las pequeñas variaciones del costo total nos indican, por tanto, que es necesario dedicar mayor atención, en el futuro, para reunir información objetiva que permita mejorar la estructura de las correspondientes funciones.

VII. LAS VARIACIONES EN LA DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS

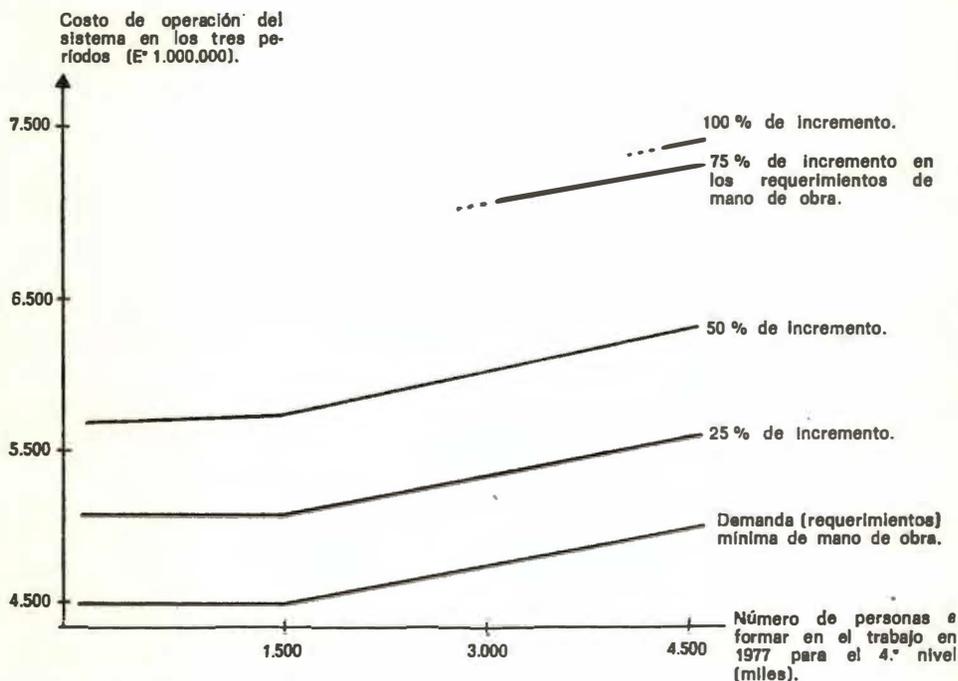
Los estudios anteriores se realizaron suponiendo una demanda mínima de mano de obra. Sin embargo, la literatura disponible (10) nos señala, y la experiencia nos confirma (11), que pueden existir grandes varia-

(9) Esto significa limitar la sobreinversión en edificios que se ocuparon en el futuro.

(10) BOWMAN, Mary Jean: «The fit between Education and Work», Working Paper 3, Cross National Conference, Lake Mohawk, New York, May 1967, pp. 1-31.

(11) Ernesto SCHIEFELBEIN: «Oferta y demanda de personal de nivel superior», Oficina de Planeamiento, mimeógrafo, Santiago de Chile, septiembre 1969, pág. 3.

ciones en la demanda efectiva de personal especializado. De ahí que tenga interés el examinar el efecto de los cambios en los niveles de esa demanda (ver ecuación 10). Los resultados del gráfico siguiente incluyen límites realistas en las restricciones presupuestarias de cada uno de los períodos (ver ecuación 3).



Cuando la demanda inicial se incrementa en más del 75 por 100 el área de resultados factibles se reduce considerablemente. Esto se ilustra por los tres puntos a continuación del extremo izquierdo de las dos líneas ubicadas en la parte superior del gráfico.

El gráfico ilustra, además, el que, «ceteris paribus», la eficiencia de la formación en el trabajo, depende del nivel de demanda de mano de obra. Esto es el resultado de suponer que a la formación en el trabajo le corresponde cerrar la brecha entre la demanda de Recursos Humanos y la oferta generada por los que abandonan el sistema de educación (desertores). No es frecuente, sin embargo, el reconocer que no basta examinar las series históricas del costo de formación en el trabajo, sino que se debe relacionar con otras formas alternativas de cerrar dicha brecha.

VIII. USOS POTENCIALES DEL MODELO

Hasta aquí hemos discutido algunas aplicaciones prácticas del modelo. De ellas es fácil inferir la posibilidad de construir curvas de transformación entre diferentes «productos» de la educación o calcular costos «de inputs» entre las diversas actividades que generan dichos productos. Conviene comentar, además, otro uso que no es fácil inferir de dichos ejemplos. Siempre se menciona la conveniencia de considerar los efectos secundarios, en la evaluación de los proyectos en educación, pero no es frecuente realizarlo (12). El marco del modelo, sin embargo, permite computar los menores costos que se lograrían en el futuro, por la mejor tecnología generada por las inversiones del proyecto. La diferencia con el costo de utilizar las técnicas tradicionales permite calcular una tasa implícita de descuento que es posible comparar con las correspondientes tasas de otros proyectos alternativos.

Las variables de «rebalse» (ver ecuación 8) permiten detectar aquellos puntos del sistema que constituyen «cuellos de botella». Ello permite concentrar la atención en ciertos puntos dentro de las infinitas posibilidades que ofrece el sector educación. Al mismo tiempo, esas variables evitan de que por efecto de una pequeña diferencia (13), con respecto a alguna restricción, se caiga en la zona de soluciones no factibles. La flexibilidad que permiten estas variables se puede extender a otras situaciones. Se pueden introducir, por ejemplo, en las ecuaciones que definen los requisitos de mano de obra, profesores y capacidad instalada (ver ecuaciones 6, 7 y 10).

IX. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha puesto énfasis en los métodos de utilización del modelo más que en los resultados específicos que sólo pueden interesar a un número muy limitado de personas. Dichos resultados se presentaron a modo de ejemplo. Conviene agregar, sin embargo, que en el caso chileno se observó un alto grado de rigidez, dados los coeficientes técnicos

(12) BENVENISTE (1967 y DREW (1967) han examinado detalladamente las posibilidades de evaluar los proyectos del sector educación desde un punto de vista económico y señalado las dificultades que entraña.

(13) Las cifras estadísticas disponibles obligan a considerar un margen de error apreciable. De ahí que, en muchos casos, pequeñas diferencias en el cumplimiento de ciertas restricciones no tengan suficiente importancia como para considerar que la solución no es factible.

del sistema (ver ecuación 8), para responder a variaciones en las demandas de mano de obra. Esto genera dificultades en el ajuste a corto plazo, que generalmente olvidan los expertos en Recursos Humanos al establecer las necesidades futuras.

El tamaño del problema y la dificultad en predecir, «ex-ante», los resultados de un conjunto de decisiones permiten concluir que existe una necesidad imperiosa de disponer de modelos adecuados para tomar decisiones frente a problemas educativos de gran magnitud.

El conocimiento disponible acerca del sistema está limitando el diseño de modelos más adecuados. El modelo presentado en esta oportunidad, por ejemplo, no incluye, entre sus variables, la «calidad» de la educación alcanzada por los alumnos (14).

La conclusión principal, sin embargo, parece emanar de la manipulación misma del modelo y excedería el campo de la educación. Ella no es más que la confirmación de que: los modelos no pueden reemplazar al ejecutivo o al planificador. El modelo no es una base suficiente para tomar decisiones. Su utilidad estriba, fundamentalmente, en proveer verificaciones de intuiciones; comprobar la consistencia de los supuestos; inspirar nuevas soluciones al computar resultados imprevistos; y, en definitiva, en obligar a definir explícitamente los elementos esenciales que influyen en la decisión.

Los numerosos ensayos con este modelo justifican la advertencia de que no se le puede usar mecánicamente. Las soluciones del modelo sólo pueden ser interpretadas a la luz de un conocimiento profundo de la situación global en que se inserta el aspecto examinado con ayuda del modelo.

No existe todavía un criterio único para seleccionar la mejor política educativa. En este trabajo hemos descrito un método de «tanteo» para seleccionar la mejor solución en base a opiniones subjetivas. Con dicho método se pretende facilitar la búsqueda de soluciones superiores a las tradicionales, más bien que alcanzar una situación óptima.

(14) Se incluyen, sin embargo, medidas indirectas tales como los insumos directos por alumnos: profesores, salas, material didáctico. No se sabe, sin embargo, si otros insumos (alimentación, cuidado médico o transporte) tienen una mayor incidencia en la calidad de los niveles de educación.

ANEXO I: Definición de las variables usadas

- z = vector columna, $(n \times 1)$, de los niveles de actividad z_j . Cada nivel de actividad representa el número de estudiantes en el j -ésimo nivel educacional.
- y = vector columna, $(n \times 1)$, de los niveles de actividad y_j . Cada nivel de actividad representa el número de estudiantes promovidos al j -ésimo nivel educacional por encima de las tendencias históricas. El nivel de actividad de estas variables muestra el incremento, con respecto al número de estudiantes usualmente promovidos al grado j , necesario para cumplir con el conjunto de restricciones.
- X = matriz, $(a \times n)$, de los niveles de actividad X_{ij} . Cada nivel de actividad representa el número de estudiantes de i años de edad en el j -ésimo nivel educacional en el período t .
- w = vector columna, $(n \times 1)$, de los niveles de actividad w_j . Cada nivel de actividad representa el número de trabajadores formados en el trabajo (con excepción de los profesores formados en el trabajo), con el j -ésimo nivel, en el período t .
- v = vector columna, $(n \times 1)$, de los niveles de actividad v_j . Cada nivel de actividad representa el número de m^2 construidos en el período t para el j -ésimo nivel educacional.
- u = vector columna, $(n \times 1)$, de los niveles de actividad u_j . Cada nivel de actividad representa el número adicional de profesores que se debe formar en el trabajo para satisfacer los requerimientos del j -ésimo nivel educacional. El número de profesores así formados complementa los profesores formados en el sistema de institutos pedagógicos y escuelas normales.
- C = valor actual de los gastos de operación de todos los niveles del sistema de educación durante t períodos necesarios para satisfacer el conjunto de restricciones. Los gastos incluyen tanto los costos corrientes como la inversión necesaria para agregar mayor capacidad al sistema.
- c_t = valor actual del gasto de operación del sistema educacional en el

período t necesarios para satisfacer el conjunto de restricciones establecidas para todos los períodos.

ANEXO II: Definición de los coeficientes usados (15)

α_1 = vector fila, $(1 \times n)$, de coeficientes α_{1j} . Cada coeficiente representa los costos corrientes anuales por estudiantes en el j -ésimo nivel (Carrillo, 1968).

α_2 = vector fila, $(1 \times n)$, de coeficientes α_{2j} . Cada coeficiente representa los costos monetarios anuales por estudiante (promovido en exceso de la tendencia histórica) del j -ésimo nivel educacional. Este vector refleja el costo de introducir mejoras tecnológicas en el sistema a fin de mejorar las tasas de promoción del correspondiente nivel (Schiefelbein, 1969, pág. 92).

δ_1 = vector fila, $(1 \times n)$, de los coeficientes δ_{1j} . Cada coeficiente representa los costos de construcción por m^2 en el j -ésimo nivel educacional en el período t (Comisión de Construcciones Escolares, Ministerio de Educación, 1966).

δ_2 = vector fila, $(1 \times n)$, de los coeficientes δ_{2j} . Cada coeficiente representa los costos anuales de formar un profesor en el trabajo para el j -ésimo nivel (Schiefelbein, 1969, pág. 91).

ϵ_1 = vector fila, $(1 \times n)$, de los coeficientes ϵ_{1j} . Cada coeficiente representa los costos anuales por trabajador formado en el trabajo para el j -ésimo nivel (Ministerio de Educación, 1966).

Z = matriz diagonal, $(n \times n)$, de las tasas de deserción ζ_{1j} del j -ésimo nivel del sistema de educación (Oficina de Planeamiento de la Educación, cifras inéditas).

H = matriz diagonal, $(n \times n)$, de los coeficientes η_j . Cada coeficiente representa el máximo incremento en las promociones del j -ésimo nivel educacional (adivinanza educada).

(15) La fuente utilizada para definir el valor de cada uno de los coeficientes se indica en paréntesis al final de cada descripción.

- Λ = matriz, $(n \times n)$, con unos en la diagonal que precede a la principal, ceros en los restantes elementos. El producto de esta matriz y un vector columna es un vector cuyo elemento j es el elemento $j + 1$ del vector multiplicado. El último elemento del nuevo vector es cero.
- λ_n = vector columna, $(n \times 1)$, cada uno de sus elementos es uno (1).
- λ_a = vector columna, $(a \times 1)$, cada uno de sus elementos es uno (1).
- M = matriz diagonal, $(n \times n)$, de los coeficiente μ_j . Cada coeficiente representa la proporción, del total que abandona el j -ésimo nivel educación, que se une a la fuerza de trabajo (Schiefelbein, 1969, páginas 85-86).
- M_g = Matriz diagonal, $(n \times n)$, de coeficientes μ_{gj} . Cada coeficiente representa la proporción del número total de profesores graduados que enseñarán en el j -ésimo nivel educacional (Schiefelbein, 1969, páginas 76 y 77).
- P = matriz diagonal, $(n \times n)$, de los coeficientes p_j . Cada coeficiente representa el porcentaje mínimo de la población de edad i que debe asistir a los establecimientos escolares en el período (adivinanza educada).
- Φ_1 = matriz diagonal, $(n \times n)$, de coeficientes \emptyset_{1j} . Cada coeficiente representa el número de profesores por alumno en el j -ésimo nivel educacional. Cada coeficiente se define como el recíproco de la relación alumno por profesor (Ministerio de Educación, 1966).
- Φ_2 = matriz diagonal, $(n \times n)$, de coeficientes \emptyset_{2j} . Cada coeficiente representa el número de m^2 por alumno en el j -ésimo nivel educacional (Comisión de Construcciones Escolares, Ministerio de Educación, 1966).
- Ω = matriz, $(n \times n)$, de tasas de transición. Los elementos ω_{jj} de la matriz corresponden a las tasas de transición del j -ésimo nivel. Los elementos $\omega_{j+1, j}$ corresponden a las tasas de promoción de j -ésimo nivel al nivel $j+1$. Las tasas de deserción quedan incluidas en la matriz M (Oficina de Planeamiento de la Educación, cifras inéditas, ver, además, Schiefelbein, 1968).

Ω_g = matriz diagonal, $(n \times n)$, de coeficientes ω_{gj} . Cada coeficiente representa la tasa de graduación de profesores que enseñarán en el j -ésimo nivel educacional. La mayor parte de los coeficientes, evidentemente, son ceros (Oficina de Planeamiento de la Educación, cifras inéditas).

ANEXO III: Definición de los recursos disponibles

\hat{c}_t = máximo de disponibilidades presupuestarias para el año t (Ministerio de Educación, 1968).

π = vector columna, $(a \times 1)$, de elementos π_i . Cada valor indica el número de niños de i años de edad en el período (Celade, 1967).

$\hat{\Phi}_1$ = vector columna, $(n \times 1)$, de coeficientes $\hat{\phi}_{1j}$. Cada coeficiente representa el número de profesores que enseñan en el j -ésimo nivel educacional al comienzo del período inicial (Ministerio de Educación, 1966).

$\hat{\Phi}_2$ = vector columna, $(n \times 1)$, de coeficientes $\hat{\phi}_{2j}$. Cada coeficiente representa el número de m^2 disponible al comienzo del período inicial para el j -ésimo nivel educacional.

ψ = vector columna, $(n \times 1)$, de coeficiente ψ_j . Cada coeficiente representa el número de trabajadores (incluyendo los profesores) requerido en el j -ésimo nivel educacional en el período (Corvalán, 1966).

\bar{w} = vector columna, $(n \times 1)$, de coeficientes \bar{w}_j . Cada coeficiente representa el mínimo de trabajadores que se debe formar en el trabajo en el período a fin de mantener el nivel de actividad que permita expandir las operaciones hasta el rango superior (máximo) del período siguiente (adivinanza educada).

\hat{w} = vector columna, $(n \times 1)$ de coeficientes \hat{w}_j . Cada coeficiente representa el máximo de trabajadores que es posible formar en el trabajo en el período (adivinanza educada).

\bar{x}_{ijt} = número de estudiantes, de i años en el j -ésimo nivel educacional en el período t , que se considera socialmente deseable atender como mínimo o máximo (Schiefelbein, 1969, pág. 70).

ANEXO IV: Descripción de los índices utilizados (16)

- t = indicador del período. La unidad usada es, generalmente, un año (0, ...)
- j = indicador del nivel (o grado) de educación (1, ..., n)
- i = indicador de la edad. La unidad usada es un año (1, ..., a)
- n = calificación de los profesores para atender los diversos niveles de enseñanza (1, ..., n)
- g = tipos de construcciones escolares por niveles de educación (1, ..., n)
- l = niveles de calificación de la fuerza de trabajo (1, ..., n)
- k = niveles de formación en el trabajo (1, ..., n).

ANEXO V: Descripción de las ecuaciones del modelo

Función objetiva (1) minimizar:

$$C = \sum_t c_t$$

Costo anual de operación (2)

$$(2): c_t = \alpha_{1t} z_t + \alpha_{2t} y_t + \delta_{1t} v_t + \delta_{2t} u_t + \varepsilon_{1t} w_t$$

Restricciones presupuestarias (3)

$$(3): c_t \leq c_t$$

Restricciones demográficas

$$(4): X'_t \lambda_n \leq \pi_t$$

Matrícula por niveles (5)

$$(5): X'_t \lambda_a = z_t$$

Profesores requeridos (6)

$$(6): \Phi_{1t} z_t - \sum_{s=1}^{t-1} \Omega_{gs} z_s - \sum_{s=1}^{t-1} u_s + \sum_{s=1}^{t-1} \Lambda u_s \leq \hat{\theta}_1$$

Edificios requeridos (7)

$$(7): \Phi_{2t} z_t - \sum_{s=1}^{t-1} v_s \leq \hat{\theta}_2$$

(16) El rango de variación del índice se indica en paréntesis al final de cada descripción.

- Tecnología educacional (8): $\Omega_{t-1} z_{t-1} + y_{t-1} = z_t$
- Límite en innovaciones (9): $y_t \leq H_t z_{t-1}$
- Necesidades de Mano de
Obra (10): $M_t Z_t z_t + w_t - \Lambda w_t + u_t - \Lambda u_t \geq \psi_{t+1}$
- Límite a formación en tra-
bajo (11): $w_t \leq w_t$
- Límite a formación en tra-
bajo (12): $w_t \leq \hat{w}_t$
- Mínimo social (13): $x_{ijt} \geq x_{ij, t-1}$
- Mínimo social (14): $x_{ijt} \geq \bar{x}_{ijt}$
- Meta de desarrollo (15): $X_t \lambda_n \geq P_t \pi_t$

La descripción detallada de cada ecuación se realizó en el texto del artículo.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- ADEIMAN, Irma: «Linear Programming Model of Educational Planning, A case study of Argentine», Mimeo, 1965.
- ARROW, Kenneth J.: «The Economic Implications of Learning by Doing», *Review of Economic Studies*, Vol. XXIX (2), June 1962.
- BEEBY, C. E.: «The Quality of Education in Developing Countries», Harvard University Press, 1966, pp. 1-166.
- BENBENISTE, Guy: «The New Educational Technologicis and the Developing Countries», In *The World Year Book of Education*, 1967, edited by Berday and Lauwerys, Harcourt, Brace & World, Inc. New York, 1967.
- BERNARD, Jean: «Analyses des Relations entre Production, Travail et Education a l'aide d'un modele Dynamique d'optimaton, Mimeo, BC N 8, Centre d'Etude de la Prospection Economique a Moyen et Long Termes (CEPREL), Paris, Septembre 1965.
- BLOT, Daniel: «Les Deperditions D'effectifs Scolaires: Analyse Theorique et Applications», *Revue Tiers-Monde*, Tome VI, N 22, Presses Universitaires de France, Paris, Avril-Juin 1965.
- BOWLES, Samuel: «A Planning Model for the Effecient Allocation of Resources in Education. Memorandum N 2, The Center for International Affairs, Harvard University, 1966.

- BOWLES, Samuel: «The Long Run Demand for Educated Labor», Economic Development Reports, Memorandum N 89, Project for Quantitative Research In Economic Development. Center for International Affairs, Harvard University, February 1968, pp. 1-41.
- CHENERY, H. B. and CLARK, P.: «InterIndustry Economics, John Wiley, New York, 1959.
- CORREA, Héctor: «The Economics of Human Resources, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1963.
- DAVIS, Russel G.: «Planning Human Resources Development, Rand McNally & Co., Chicago, 1966.
- DREW, Elizabeth B.: «HEW Grapples with PPBS» In The Public Interest, N 8, Summer, 1967.
- ECKAUS, R. S.: «Economic Criteria for Education and Training», The Review of Economics and Statistics, Vol. XLVI, May 1964.
- KAUFMANN, Arnold: «Methods and Models of Operations Research», Prentice Hall, Inc., 1963, pp. 1-501.
- KENDRICK, David: «An Application of Feedback Control Theory to Macro Planning In Education», Memorandum N 48, mimeo, Economic Development Series, The Center for International Affairs, Harvard University, 4 December 1966.
- LIEBENSTEIN, Harvey: «Shortages and Surpluses in Education In Underdeveloped Countries: A theoretical Foray», in Anderson and Bowman, ed., Education and Economic Development, Aldine Publishing Co., Chicago, 1965.
- MOOD, Alexander M.: «Operations Analysis of American Education, US Office of Education, n/d.
- SCHIEFELBEIN, Ernesto: «Interpretación del Problema dual en Programación Lineal», Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, Santiago, Chile, 1963.
- SCHIEFELBEIN, Erensto: «Design of a Multi-period Linear Programming Model for Forecasting the Quantitative Results of Alternative National Educational Policies with Special Application to the Chilean Case, Typed, Cambridge, 1967.
- SCHIEFELBEIN, Ernesto: «A model for assessing the quantitative results of alternative educational policies», tesis, Graduate School of Education, Harvard University, mimeó-grafo, 1969.

BIBLIOGRAFIA APLICADA

- CARRILLO, Carmen Julia: «Variables de Costo en la Proyección del Gasto de Educación Fiscal», Forthcoming thesis, typed, Facultad de Ciencias Económicas, Stgo. 1964.
- CELADE: «Proyección de la población por años Individuales de edad. 1960-1980», mecanografiado, Santiago, abril 1967.
- CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION (CORFO): «Proyecciones de Matrículas y Gastos en Educación», Ed. Nascimento, Santiago, 1964.
- CORVALAN, Ana María: «Una Estimación de Requerimientos de Recursos Humanos y su Expresión en Términos Educativos», Tesis. Facultad de Ciencias económicas de la Universidad de Chile, 1966.
- DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSOS: «Población del país», 1964, pp. 1-67.
- ESCUADERO, Ethel: «Seguimiento de Egresados de la Educación Técnica-Profesional de Nivel Medio en Chile», Instituto de Educación, Facultad de Filosofía y Educación, Universidad de Chile, Santiago, septiembre, 1965.
- GUTIERREZ OLIVOS, Sergio y RIQUELME, Jorge: «La Emigración de Recursos Humanos de Alto Nivel y el Caso de Chile», Unión Panamericana, 1965, pp. 1-59.
- HIRZEL FERNANDEZ, Ana Clara y GONZALEZ MONTECINOS, María: «El grado de Satisfacción y Ajuste Ocupacional de Diversos Profesionales Chilenos», Memoria de prueba, para optar al título de psicólogo, Universidad de Chile, Santiago, 1966.
- INACAP, UNIVERSIDAD DE CHILE, MINISTERIO DE EDUCACION: «Análisis de la puesta en marcha y funcionamiento de los cursos del plan piloto del programa de promoción superior del trabajo, Mimeo, Santiago, pp. 1-5 y anexos.

- INSTITUTO DE ECONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE: «Ocupación y Desocupación Gran Santiago», Santiago, junio 1966.
- MINISTERIO DE EDUCACION: Sinopsis del Programa de Educación 1965-1970» (versión preliminar, Mimeo, Santiago de Chile, 1966.
- MINISTERIO DE EDUCACION. COMISION DE CONSTRUCCIONES ESCOLARES: «Proyecto de Plan Nacional de Construcciones Escolares para el período 1966-1970, Mimeo, Santiago, 1966.
- MINISTERIO DE EDUCACION: «Programa de Desarrollo de la Enseñanza Normal», segunda versión, Mimeo, Santiago, diciembre 1967, pp. 1-108.
- MINISTERIO DE EDUCACION: «Proyecciones del Gasto en Educación», Mimeo, Santiago, mayo, 1968.
- OFICINA DE PLANIFICACION NACIONAL: «Cuentas Nacionales, 13.ª versión, 31-XII-65», Mimeo, Santiago, 1965.
- PETERSON, George; LACUNZA, Jaime y VEGA, Humberto: «Sueldos y Características del Trabajo del Profesorado Fiscal», Ministerio de Educación, Oficina de Planeamiento, Mimeo, Santiago, 1966, pp. 1-33.
- SELOWSKY, M.: «Education and Economic Growth: Some International Comparisons, Chicago, Illinois, December 1967, pág. 49.
- SCHIEFELBEIN, Ernesto: «Financiamiento de la Educación en Chile», Seminario Regional de Asistencia Técnica sobre Inversiones en Educación en América Latina», UNESCO, París, agosto 1966.
- SCHIEFELBEIN, Ernesto: «Un Intento de Análisis Global de la Universidad Chilena», Boletín de Plandes, Santiago, julio-octubre 1968.

XI. El modelo ENAP-1: Conceptos básicos

EL MODELO ENAP-1: CONCEPTOS BASICOS

**Por JOSE MANUEL PAREDES GROSSO
y JUAN DE DIOS GARCIA MARTINEZ**

1. INTRODUCCION

La formulación de un modelo matemático referido al campo de la educación exige, en primer lugar, definir los límites del objeto de estudio, así como su estructura. Posteriormente, es necesario establecer las relaciones entre la estructura adoptada para la realidad y las estructuras matemáticas.

Es claro que existen múltiples posibilidades a la hora de definir, tanto los límites del objeto de estudio como la estructura de la realidad. Esto es precisamente lo que hace posible el hecho de que un mismo tema sea abordado de diversas formas.

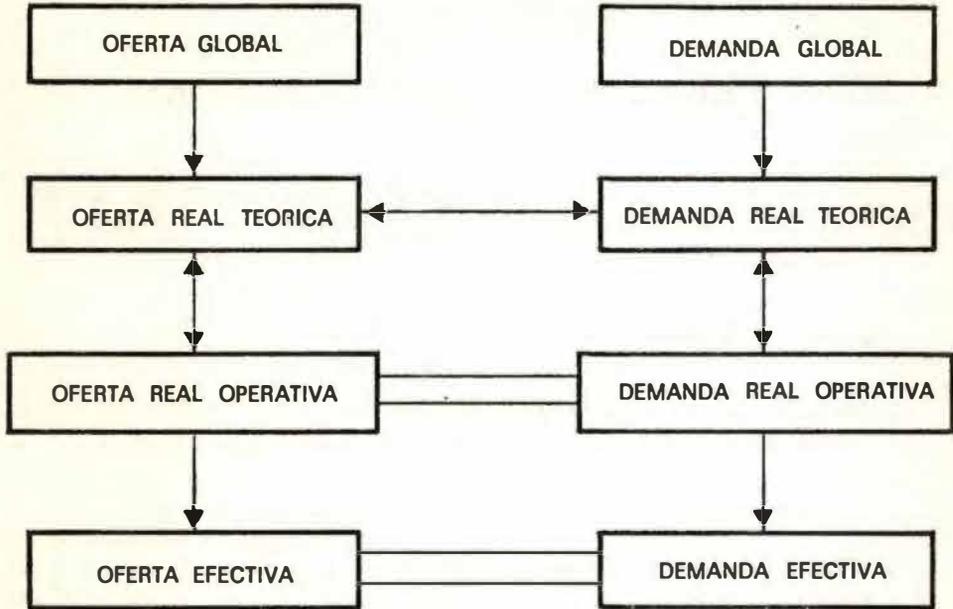
En la formulación del MODELO-ENAP el método que vamos a seguir en la exposición consiste, por un lado, en describir la estructura adoptada para la realidad, a través de esquemas. Posteriormente, efectuaremos un análisis más profundo de dicha estructura, a la vez que vamos efectuando la formulación matemática. Finalmente, recogemos el funcionamiento del modelo mediante la utilización de la información disponible por el momento.

El MODELO-ENAP se caracteriza por estar diferenciado en diversos planos conceptuales interrelacionados entre sí, distinguiendo, por un lado, cuatro conceptos de oferta y, por otro, cuatro de demanda.

El esquema 1/0 recoge las interrelaciones entre dichos conceptos, pasando a continuación a analizar cada uno de ellos a título de ejemplo, para conocer lo que con ellos se quiere expresar. Anteriormente, en la formulación general del modelo, por una parte haremos alusión a dichos esque-

Esquema 1/0
MODELO-ENAP

Interrelación entre conceptos básicos



mas, por otra iremos desarrollando los diversos conceptos que intervienen.

Definimos la Oferta Global, por un lado, como el número de puestos escolares que puede ofrecer el sistema, por otro, como el número de títulos que teórica y potencialmente podría dispensar el sistema. Evidentemente, estos dos conceptos no son independientes.

El número de puestos escolares depende, tanto del número de plazas como del número de alumnos por plaza. Cada uno de estos nuevos conceptos depende, a su vez, de otras variables. Así, el número de alumnos por plaza depende del tiempo medio diario de estancia en la escuela. Por supuesto que esta variable normalmente es un dato, pero no hay que olvidar que a la hora de elaborar una política educativa conviene tener en cuenta los posibles grados de libertad con que se cuenta. De igual forma, el número de puestos escolares es función de los gastos de capital.

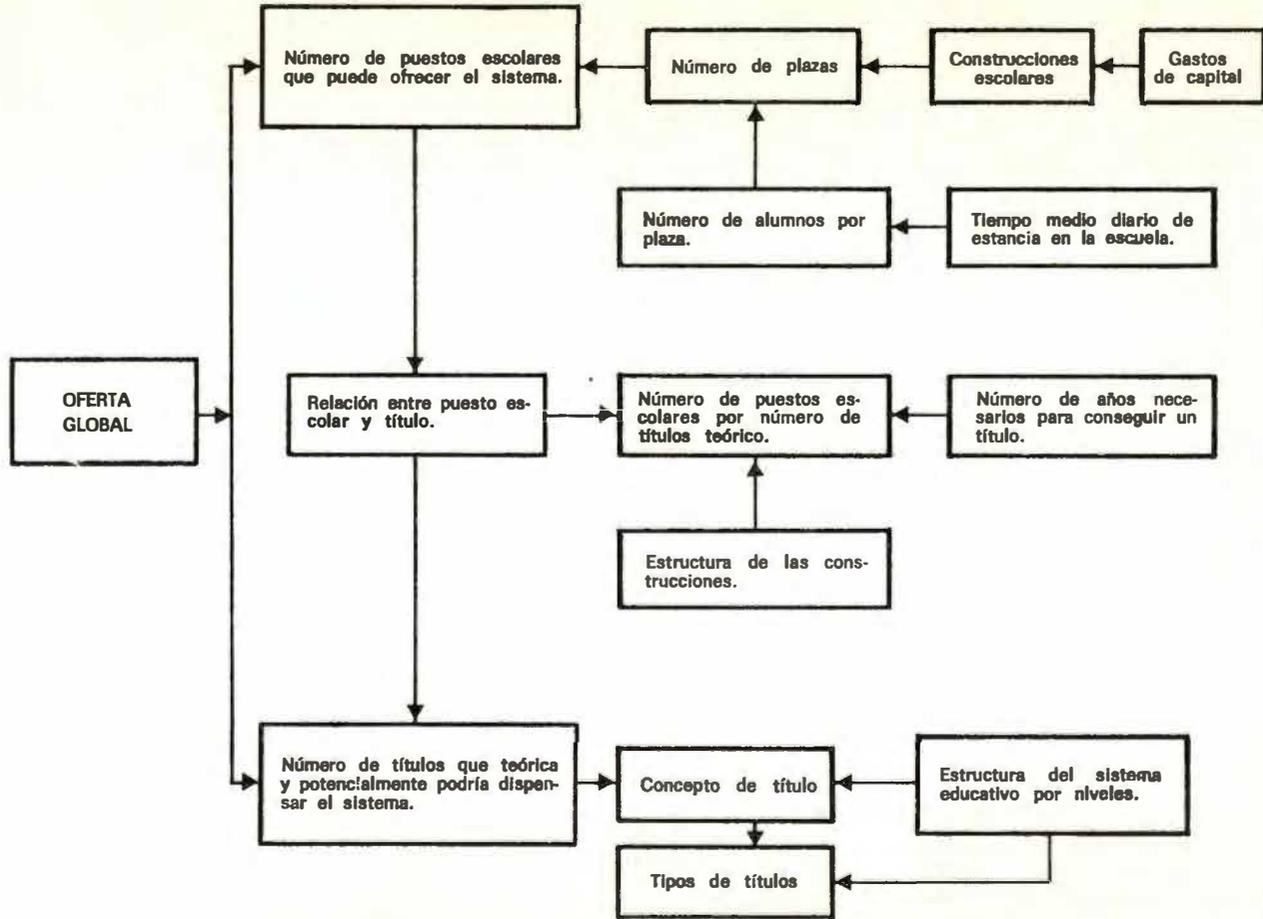
Es evidente que los gastos de capital y el tiempo medio diario de estancia en la escuela son dos variables que se complementan, ya que ante

una situación determinada en la que no se pueda efectuar gastos de capital existe la posibilidad de influir a través del tiempo medio diario de estancia en la escuela.

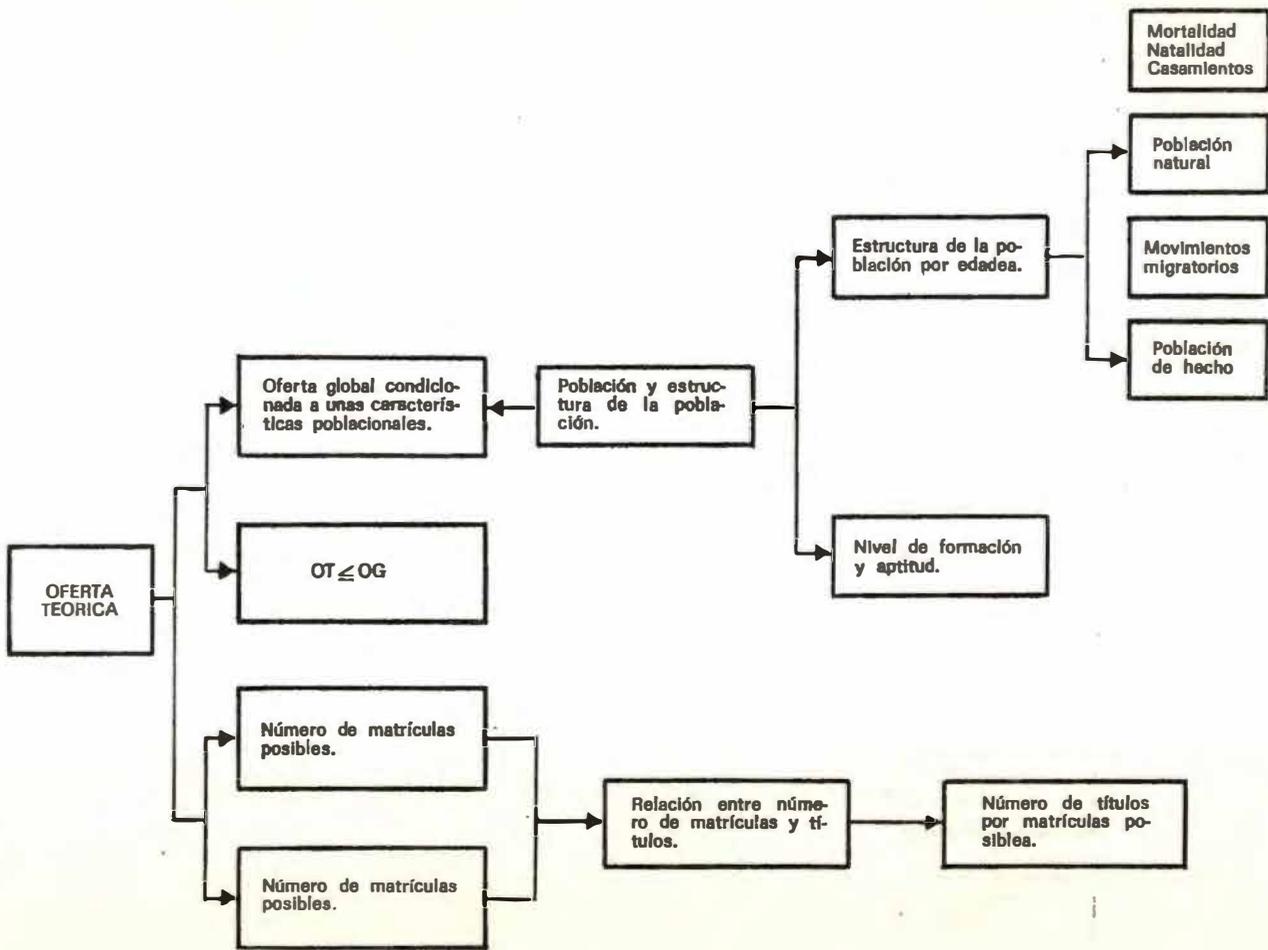
El número de títulos que teórica y potencialmente podría dispensar un sistema, aparte de ser función del número de puestos escolares, es evidente que depende igualmente de otras variables que carecen de importancia cuando nos referimos a un situación dada, pero que pasan a primer plano en el momento que se intenta efectuar una reforma del sistema. Nos referimos concretamente a la estructura del sistema educativo. Es claro que el número de títulos se pueda variar con una determinada situación de puestos escolares siempre que se adopte un nuevo sistema educativo con un mayor número de salidas y oportunidades de elección en función del número de grados, del número de niveles y de cursos por nivel.

En el esquema 1/1 se recogen las interrelaciones entre estos conceptos. En dicho esquema queda igualmente apuntado el problema que plantea la estructura de las construcciones escolares. En la realidad las construcciones responden a un tema educativo en el que existan pérdidas por abandonos y repeticiones.

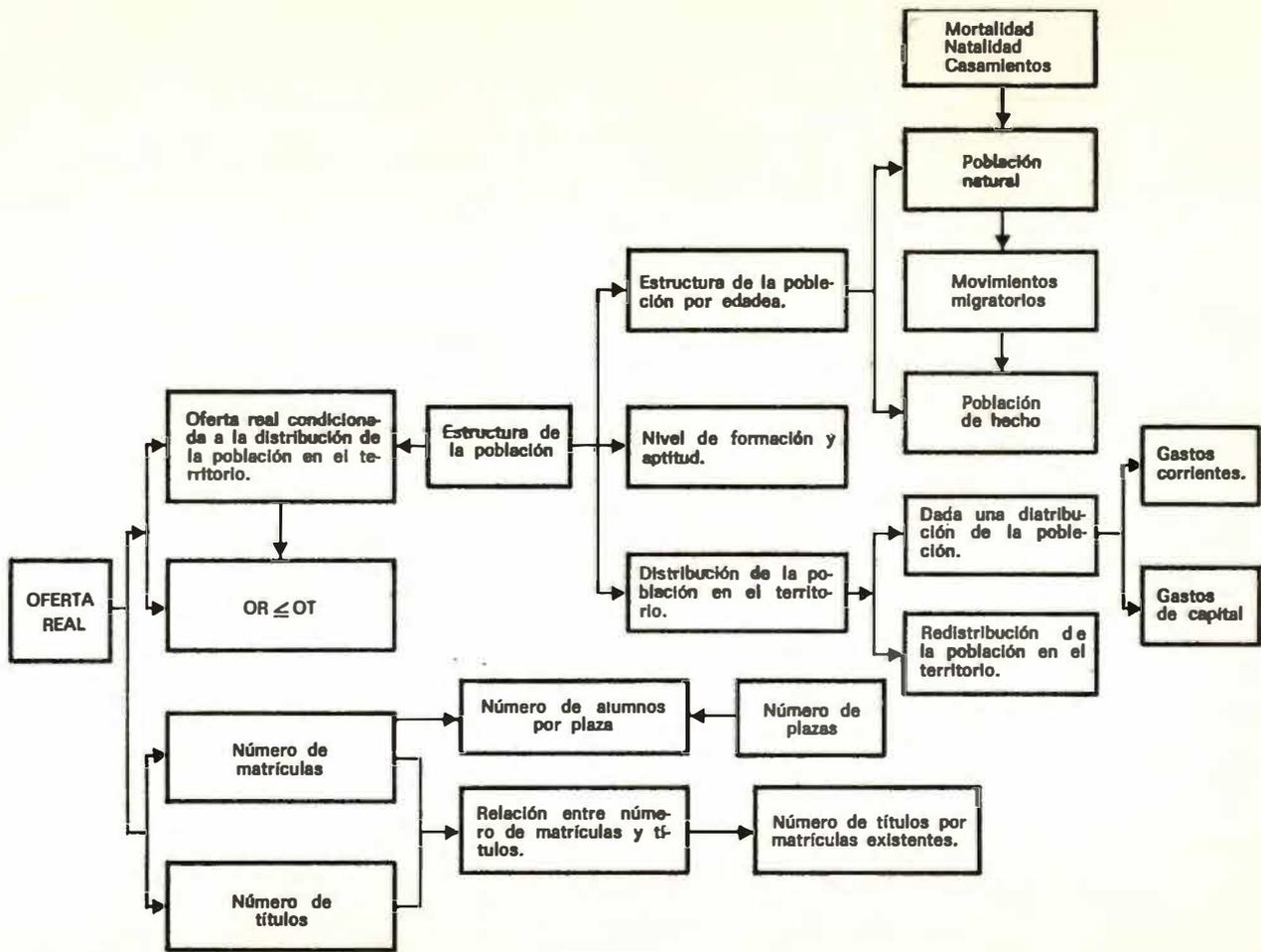
En los esquemas 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7 y 1/8 se recogen las estructuras correspondientes a los otros conceptos básicos del MODELO-ENAP.



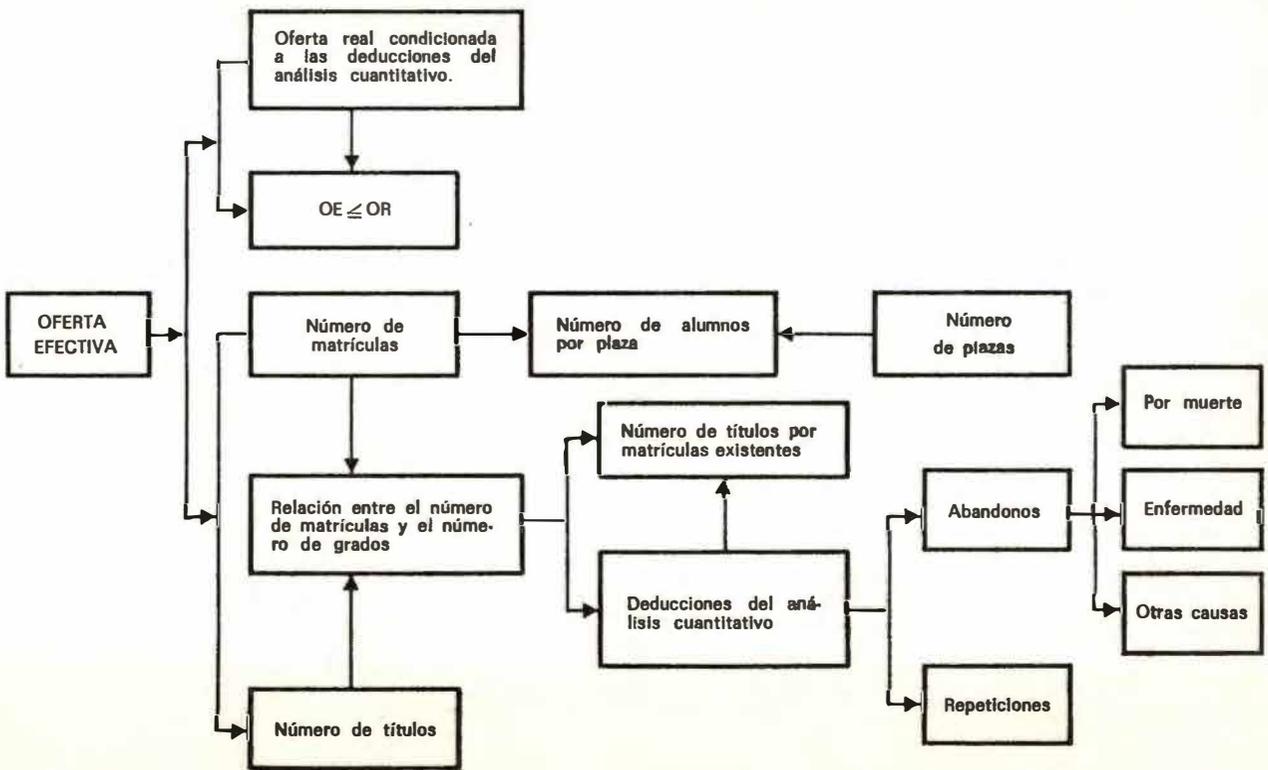
Esquema 1/1
Oferta Global



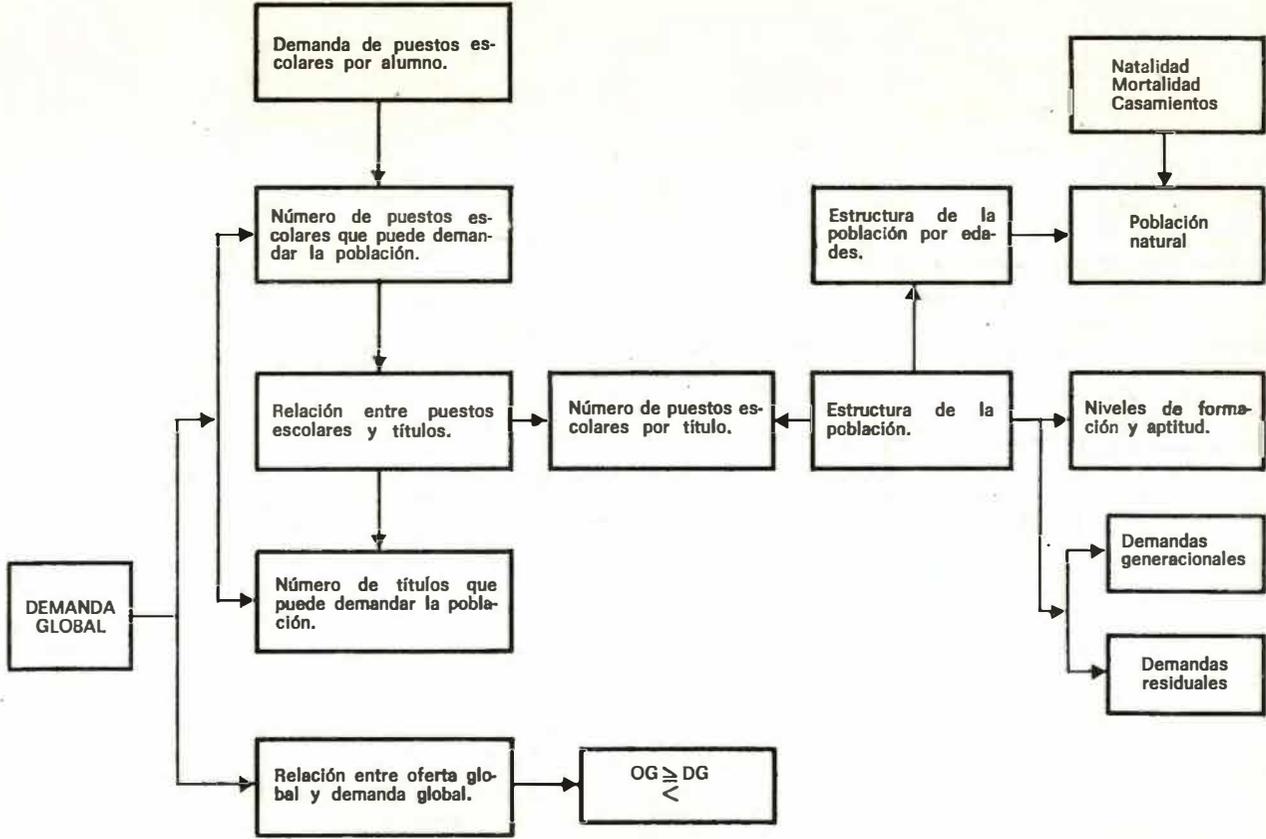
Esquema 1/2
Oferta Teórica



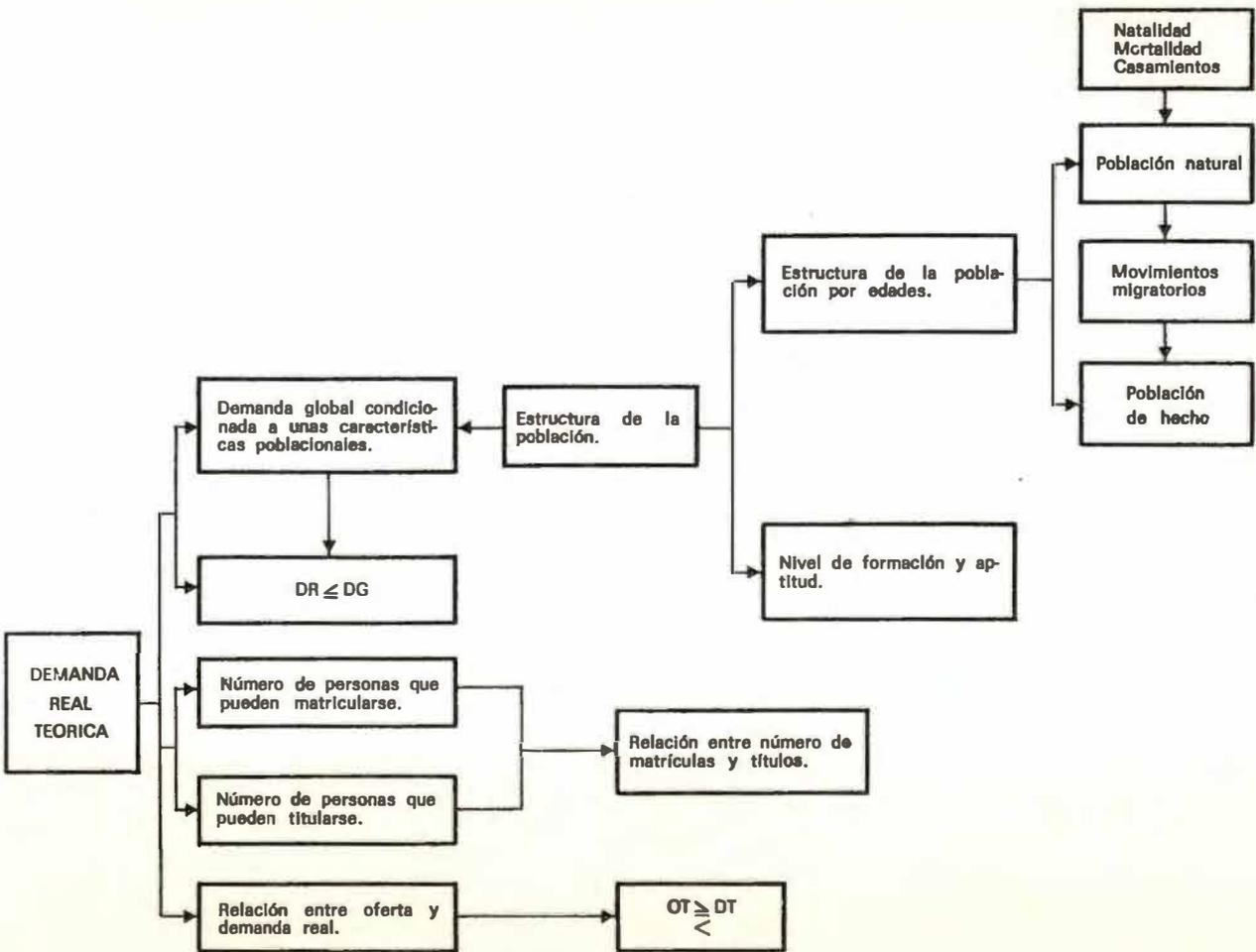
Esquema 1/3
Oferta Real



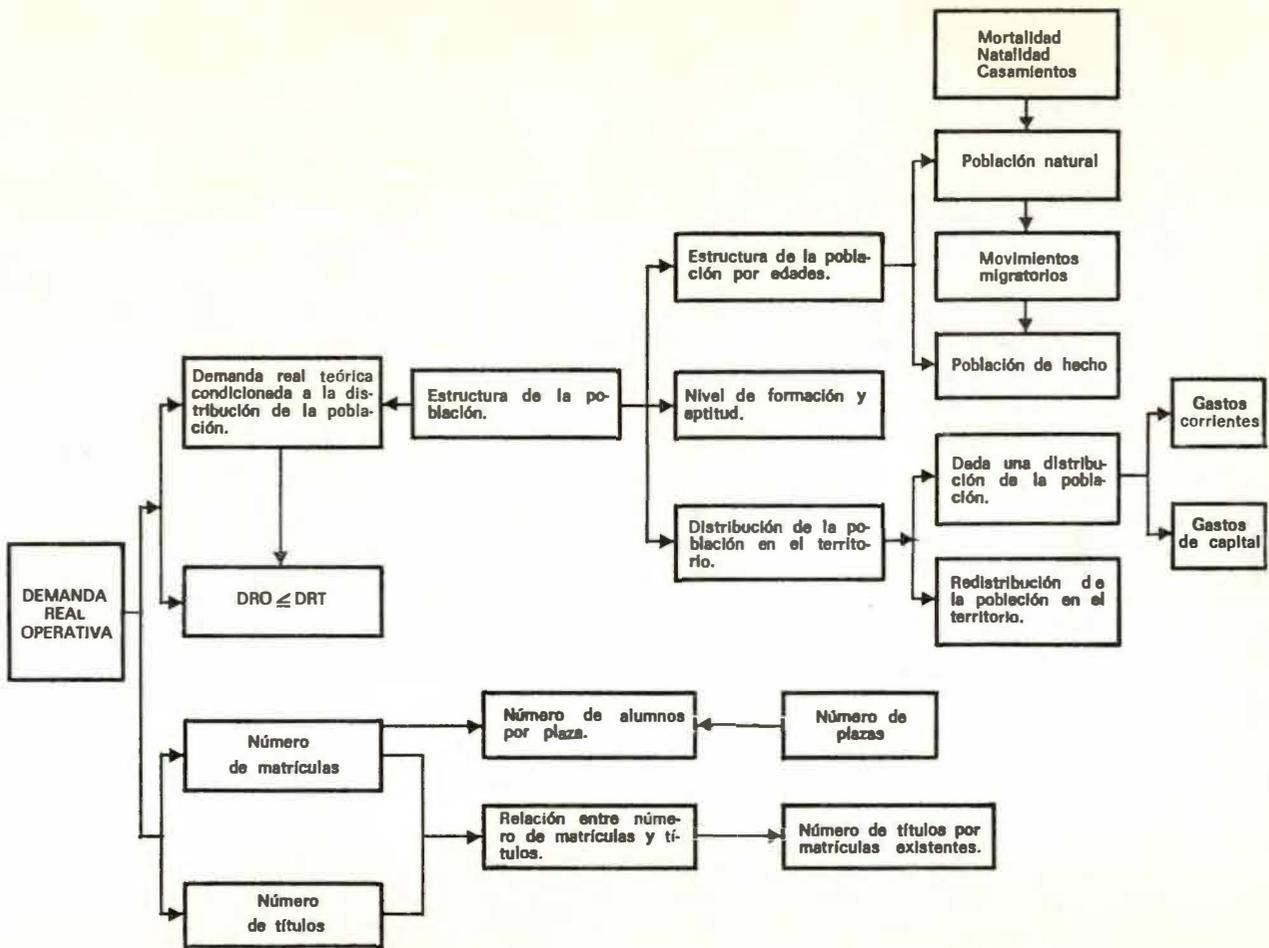
Esquema 1/4
Oferta Efectiva



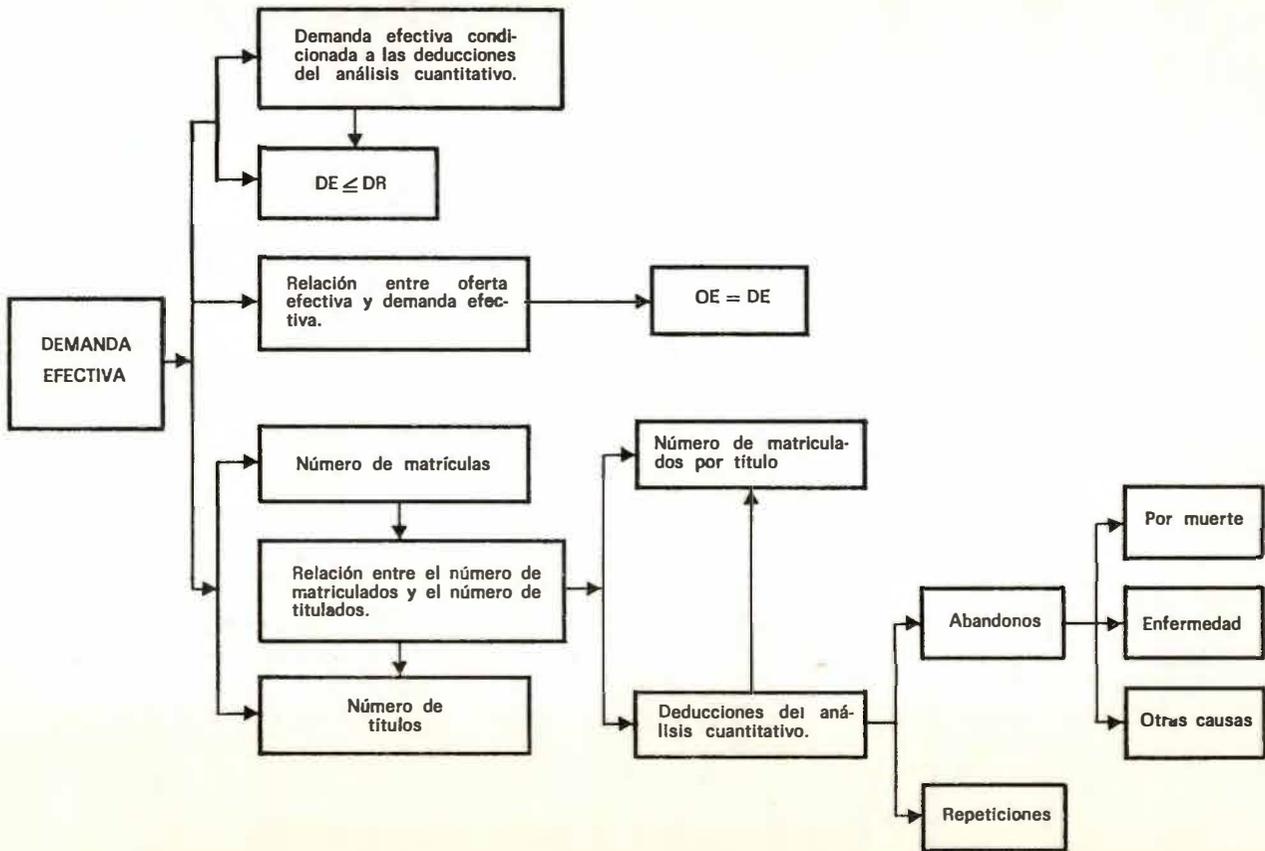
Esquema 1/5
Demanda Global



Esquema 1/6
Demanda Real Teórica



Esquema 1/7
Demanda Real Operativa



Esquema 1/8
Demanda Efectiva

2. FORMULACION GENERAL DEL MODELO ENAP-1

2.1. OFERTA GLOBAL

Hemos visto que el concepto de Oferta Global marca las posibilidades del sistema educativo en cuanto oferente, tanto de puestos escolares como de diplomas.

Para llegar a establecer las relaciones funcionales que ligan los diversos aspectos recogidos en el esquema 1/1 tomaremos como variable fundamental a explicar el número de títulos o diplomas que teórica y potencialmente podría dispensar el sistema.

Designando por OGT a la Oferta Global de títulos podemos definirla como una función de la estructura del sistema educativo y del número de puestos escolares.

Es evidente la relación de dependencia del número teóricamente posible de diplomas, tanto de la estructura del sistema educativo como del número de puestos escolares. Por un lado, entendemos por estructura del sistema educativo «el conjunto de cursos directa o indirectamente relacionados, distribuidos por niveles de enseñanza» (1). Es decir, tomamos el sistema educativo en un sentido restringido, referido tan sólo a la enseñanza «formal».

Evidentemente, el número de tipos o clases de diplomas que puede ofrecer el sistema educativo depende del número de alternativas que ofrezca, es decir, del número de niveles de que conste.

En los esquemas 2.1/1 y 2.1/2 quedan recogidas las estructuras del Sistema Educativo Español, tanto según el Plan Viejo como según el Plan Nuevo. Por supuesto que estas dos estructuras son los extremos de un conjunto más amplio que comprende todas las estructuras de paso que nos recogen la sistemática, según la cual van desapareciendo los cursos del Plan Viejo a la vez que aparecen los del Plan Nuevo.

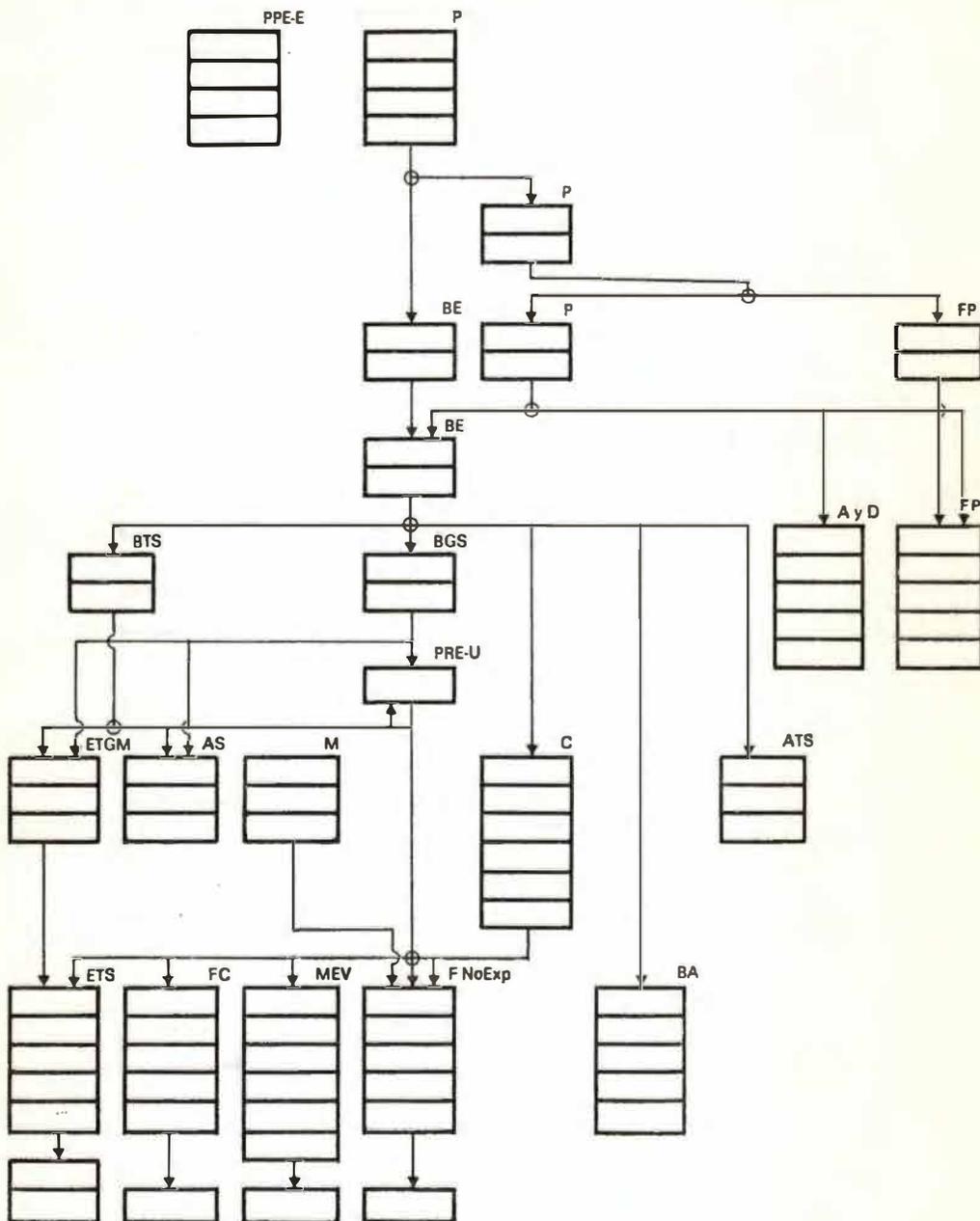
En consecuencia, podemos escribir de momento una primera ecuación que nos expresa la Oferta Global de títulos del Sistema como la suma de Ofertas Globales de títulos por Niveles.

$$[1] \quad \text{OGT} = \text{OGTN}_1 + \text{OGTN}_2 + \dots + \text{OGTN}_n = \sum_{i=1}^n \text{OGTN}_i$$

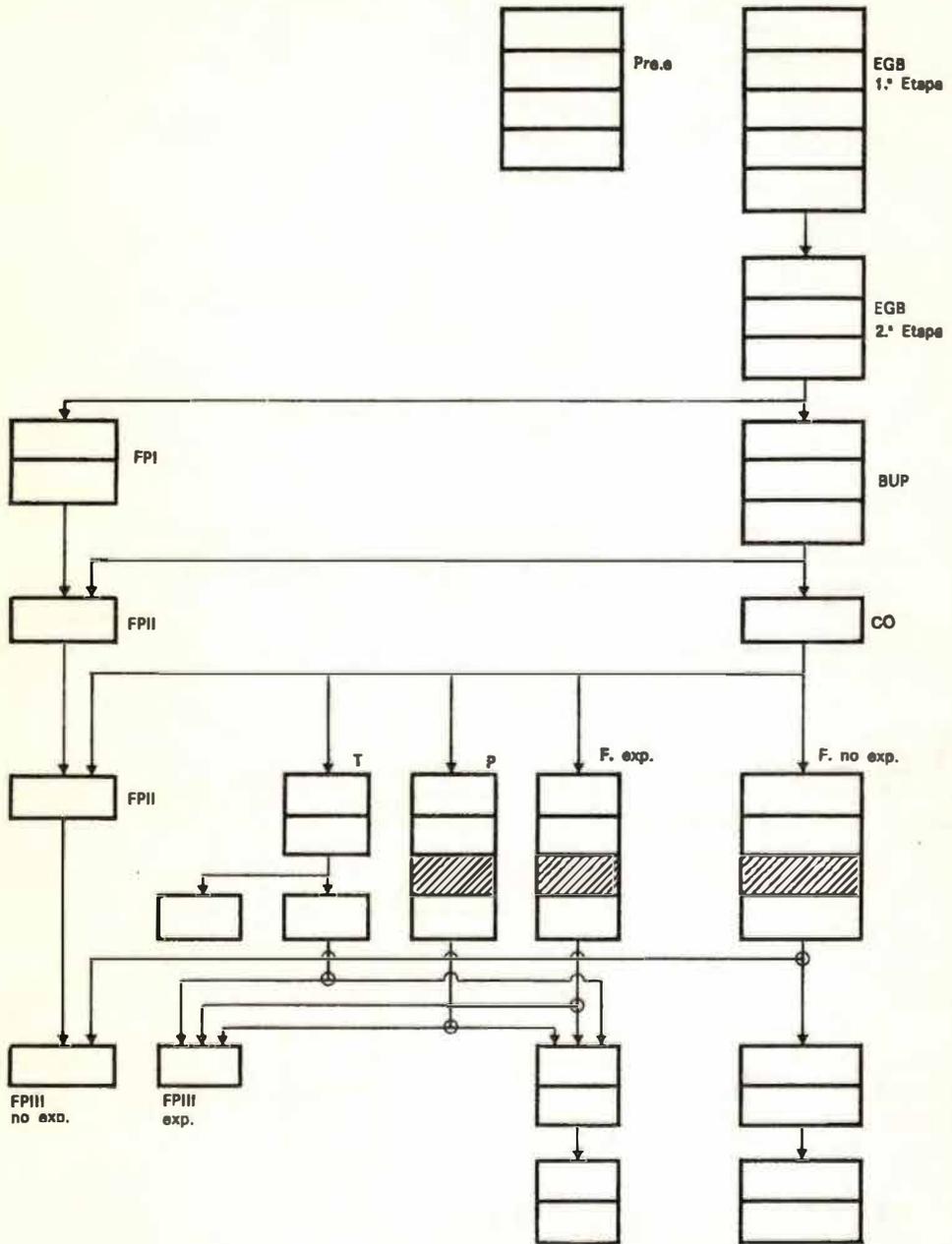
(1) «Modelo Español de Desarrollo Educativo». Ministerio de Educación y Ciencia.

Esquema 2.1/1

Estructura del Sistema Educativo Español. Plan Viejo



Esquema 2.1/2
Estructura del Sistema Educativo Español. Plan Nuevo



en donde:

$OGTN_i$ = oferta global de diplomas del nivel (i)

$i = \{1, 2, \dots, n\}$

Evidentemente, el campo de valores de (i) puede generalmente considerarse fijo, a excepción de aquellos casos en los que se produzca una reforma del sistema educativo. Evidentemente, el valor cambiante de $i = \{1, 2, \dots, n\}$ se dará hasta que se produzca la implantación total de la estructura del Nuevo Sistema Educativo.

Una vez definida la Oferta Global de títulos por el Sistema como suma de las ofertas globales de cada uno de los niveles, se trata de definir dichas ofertas en función del número de puestos escolares.

$$[2] \quad OGTN_i = f [NPEN_i]$$

siendo:

$NPEN$ = Número de puestos escolares del nivel i.

La característica de la función podemos especificarla de la siguiente forma, haciendo:

$$[2.1] \quad OGTN_i = \frac{1}{nc_i} NPEN_i$$

en donde:

nc_i = Número de cursos de que consta el nivel i.

La única limitación que existe para aceptar esta especificación es la impuesta por el hecho de que las construcciones escolares no responden a un concepto de oferta global como el aquí adoptado, sino que la estructura de las construcciones responde más bien a una realidad en la que hay pérdidas de alumnos a lo largo de los diversos cursos, lo que supone unas concentraciones mayores a los primeros cursos. No obstante, consideramos válido el planteamiento, aunque sería fácilmente generalizable con sólo hacer la formulación por cursos. Ahora bien, los problemas de información y de operatividad aumentan.

De acuerdo con (2.1) podemos expresar la Oferta Global del Sistema como una función del número de puestos escolares en cada uno de los niveles.

$$[1.1] \quad OGT = \sum_{i=1}^h \frac{1}{nc_i} NPEN_i$$

Ya sólo nos queda definir la parte correspondiente al número de puestos escolares que puede ofrecer cada uno de los niveles del sistema educativo para, de esta forma, dejar formulada esta primera parte del modelo.

Es evidente que el número de puestos escolares del nivel (i) es igual a la suma de los puestos escolares de ese nivel en las diferentes zonas.

Es decir:

$$[3] \quad \text{NPEN}_i = \text{NPEN}_i Z_1 + \text{NPEN}_i Z_2 + \dots + \text{NPEN}_i Z_N = \\ = \sum_{j=1}^N \text{NPEN}_i Z_j$$

A su vez el número de puestos escolares es función del número de plazas disponibles y del grado de utilización de dichas plazas.

$$[4] \quad \text{NPEN}_i Z_j = \left[\frac{\text{NAN}_i Z_j}{\text{NPLN}_i Z_j} \right] \text{NPLN}_i Z_j$$

en donde:

$\text{NPLN}_i Z_j$ = Número de plazas del nivel (i) y zona (j).

$\frac{\text{NAN}_i Z_j}{\text{NPLN}_i Z_j}$ = Número de alumnos por plaza en el nivel (i) y en la zona (j).

Una simplificación que en muchos casos puede ser operativa consiste en suponer que el grado de utilización no depende de la zona, sino sólo del nivel. Esto quiere decir que:

$$\left[\frac{\text{NAN}_i Z_j}{\text{NPLN}_i Z_j} \right] = \left[\frac{\text{NAN}_i}{\text{NPLN}_i} \right] \text{ para todo (j)}$$

No obstante estas simplificaciones no conviene introducirlas en una formulación matemática.

Evidentemente, el número de plazas en cada nivel, en un momento dado, vendrá dado por el «mapa escolar», actualizado en función de las reposiciones y nuevas construcciones, por lo que la evolución futura del número de plazas depende de los gastos de capital.

Por el contrario, el grado de utilización, es decir el número de alumnos

por plaza, es una variable estratégica que se ha de fijar políticamente. Evidentemente, los valores posibles de $\left[\frac{NAN_{i,Z_j}}{NPLN_{i,Z_i}} \right]$ están fuertemente

condicionados por el tiempo medio diario de estancia en la escuela, pero a pesar de la constancia de esta variable conviene tener en cuenta, a la hora de hacer simulaciones de políticas alternativas sobre educación, el grado de libertad que añade este nuevo aspecto del problema.

Teniendo en cuenta estos aspectos podemos incluir una nueva ecuación que ponga en relación las plazas disponibles con los gastos de capital, o bien considerar aquéllas como una variable exógena.

Bajo este supuesto, el conjunto de ecuaciones sobre la Oferta Global constituiría un modelo cerrado. Por el contrario, con el primer supuesto, mucho más realista, conseguimos interponer la parte correspondiente a Oferta Global dentro del modelo más general.

Sin especificar por ahora de qué dependen los gastos de capital en cada uno de los niveles, tenemos que:

$$[5] \quad NPLN_{i,Z_j} = f(GCN_{i,Z_j})$$

en donde:

GCN_{i,Z_j} = Gastos de capital en el nivel (i) y zona (j)

y de forma operativa podemos hacer:

$$[5.1] \quad NPLN_{i,Z_j} = \frac{1}{\left[\frac{GCN_{i,Z_j}}{NPLN_{i,Z_j}} \right]} GCN_{i,Z_j}$$

en donde:

$\left[\frac{GCN_{i,Z_j}}{NPLN_{i,Z_j}} \right]$ = módulo de coste de capital del nivel (i), es decir, coste de una plaza.

Por supuesto que, con el fin de simplificar el modelo, podemos hacer:

$$\left[\frac{GCN_{i,Z_j}}{NPLN_{i,Z_j}} \right] = \left[\frac{GCN_i}{NPLN_i} \right]$$

Ahora bien, estas simplificaciones se pueden dejar para la fase de aplicación del Modelo.

A partir de las ecuaciones anteriormente expuestas podemos obtener varias nuevas relaciones de interés.

$$[6] \quad NPLN_i = \sum_{j=1}^N NPLN_i Z_j$$

que expresa el número de plazas del nivel (i) como suma de las plazas de dicho nivel en las diferentes zonas.

La otra relación es:

$$[7] \quad \left[\frac{NPEN_j}{NPLN_i} \right] = \left[\frac{NAN_i}{NPLN_i} \right]$$

que es la relación alumno plaza media del nivel (i).

En definitiva, el sistema de ecuaciones sobre Oferta Global es el siguiente:

$$[1] \quad OGT = \sum_{i=1}^n OG TN_i$$

$$[2] \quad OG TN_i = \frac{1}{nc_i} NPEN_i$$

$$[3] \quad NPEN_i = \sum_{j=1}^N NPEN_i Z_j$$

$$[4] \quad NPEN_i Z_j = \left[\frac{NAN_i Z_j}{NPLN_i Z_j} \right] NPLN_i Z_j$$

$$[5] \quad NPLN_i Z_j = \frac{1}{\left[\frac{GCN_i Z_j}{NPLN_i Z_j} \right]} GCN_i Z_j$$

$$[6] \quad NPLN_i = \sum_{j=1}^N NPLN_i Z_j$$

$$[7] \quad \left[\frac{NPEN_i}{NPLN_i} \right] = \left[\frac{NAN_i}{NPLN_i} \right]$$

Siendo:

OGT = Oferta Global de títulos por el Sistema.

OGTN_i = Oferta Global de títulos, por niveles.

nc_i = Número de cursos de que consta cada nivel.

NPEN_i = Número de puestos escolares del nivel (i).

NPEN_iZ_j = Número de puestos escolares del nivel (i) y zona (j).

$\left[\frac{NAN_{iZ_j}}{NPLN_{iZ_j}} \right]$ = Número de alumnos por plazas del nivel (i) y zona (j).

NPLN_iZ_j = Número de plazas del nivel (i) y zona (j).

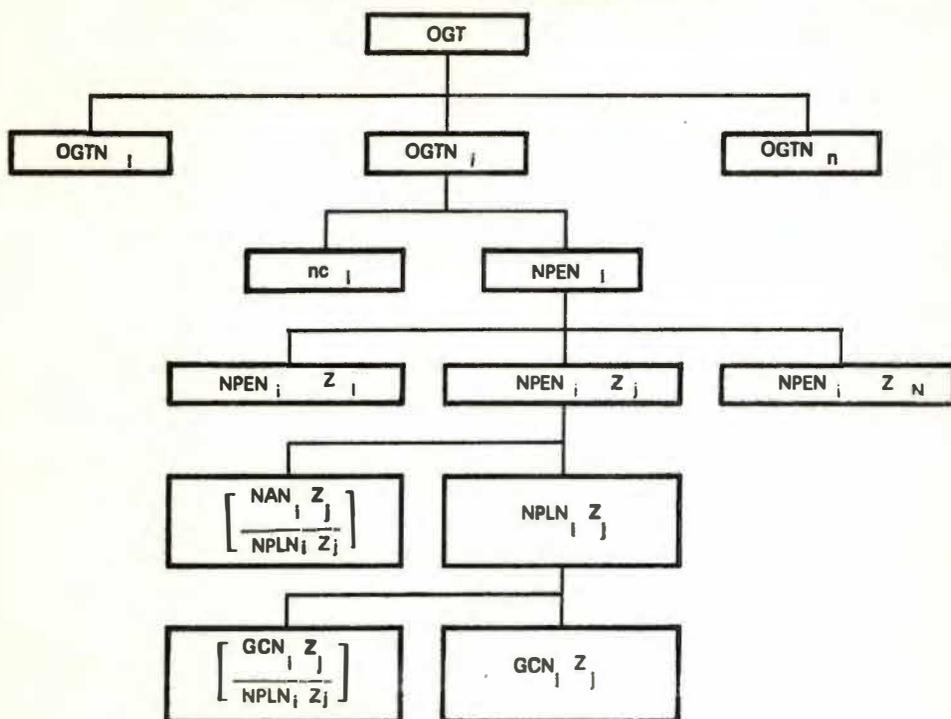
NPLN_i = Número de plazas del nivel (i).

$\left[\frac{GCN_{iZ_j}}{NPLN_{iZ_j}} \right]$ = Coste por plaza en el nivel (i) y zona (j).

GCN_iZ_j = Gastos de capital en el nivel (i) y zona (j).

En el esquema 2.1/3 quedan recogidas las interrelaciones entre estas variables.

Esquema 2.1/3
 OFERTA GLOBAL; Interrelación de variables



2.2. OFERTA TEORICA

El concepto de Oferta Teórica se define como la oferta global condicionada a unas características poblacionales. Las características poblacionales a que nos referimos quedaron recogidas anteriormente.

El proceso seguido en el apartado anterior, hasta llegar a establecer el sistema de ecuaciones propio de la Oferta Global, es perfectamente trasplantable a la nueva situación.

De esta forma, la variable fundamental a explicar, sería el número de diplomas o títulos posibles de acuerdo con las características poblacionales.

Evidentemente, la diferencia entre el número de títulos que teórica y potencialmente podría dispensar el sistema, según el concepto de Oferta Global, y el número de títulos posibles a que nos referimos en este apartado desaparece en el supuesto, poco probable, de que la población y su estructura por edades, por niveles de formación y aptitud, así como la distribución de la población en el territorio sea la adecuada como para cu-

brir perfectamente la Oferta Global. Evidentemente, esto no implica el que la Demanda Global, ni tampoco la Demanda Teórica queden cubiertas.

De acuerdo con todo lo anterior, podemos definir la Oferta Teórica de títulos del sistema como la suma de Ofertas Teóricas de títulos por niveles.

$$[1] \quad \text{OTT} = \text{OTTN}_1 + \text{OTTN}_2 + \dots + \text{OTTN}_n = \sum_{i=1}^n \text{OTTN}_i$$

en donde:

OTT = Oferta Teórica de títulos.

OTTN_i = Oferta Teórica de títulos del nivel (i).

i = (1, 2 ..., n).

El campo de valores de (i) es fijo a excepción de en aquellos casos en los que se produce una reforma del sistema educativo. Como se dijo al comentar la fórmula [1] del apartado 2.1, el valor cambiante de n (extremo superior del intervalo) se dará hasta que se produzca la implantación total de la estructura del Nuevo Sistema Educativo.

A su vez definimos la Oferta Teórica de títulos de niveles (i) de forma análoga a la realizada para el concepto equivalente dentro de la Oferta Global;

$$[2] \quad \text{OTTN}_i = \frac{1}{nc_i} \text{NMPN}_i$$

en donde:

NMPN_i = número de matrículas posibles en el nivel (i)

nc_i = número de cursos de que consta el nivel (i)

la transformación de matrículas en títulos mediante una expresión como la [2] tiene las mismas limitaciones que las apuntadas al comentar la ecuación [2.1] del epígrafe 2.1, por tanto son válidas las observaciones realizadas allí.

Es claro que el número de matrículas posibles del nivel (i) es igual a la suma de las matrículas posibles de ese nivel en las diferentes zonas. Por tanto, podemos escribir:

$$[3] \quad \text{NMPN}_i = \text{NMPN}_{iZ_1} + \text{NMPN}_{iZ_2} + \dots + \text{NMPN}_{iZ_n} = \\ = \sum_{j=1}^N \text{NMPN}_{iZ_j}$$

siendo NMPN_{iZ_j} = número de matrículas posibles del nivel (i) en la zona (j).

Evidentemente, cuanto mayor sea el número de zonas que se distinga mayor será la información necesaria y, por tanto, los problemas aumentan a medida que se busca una mayor aproximación a la realidad. No obstante, conviene señalar que el modelo tal y como está formulado hasta ahora responde a unas necesidades, en cuanto a nivel de información y grado de planificación, ineludibles en los países más avanzados y, por supuesto, de gran trascendencia para los otros países.

Una vez llegados a este punto de la formulación del modelo es cuando es necesario introducir la característica más importante de la Oferta Teórica y a la vez la que sirve de lazo de unión con el concepto de Oferta Global.

Se trata de definir el número de matrículas posibles del nivel (i) en la zona (j) de forma que la formulación matemática sea congruente con los conceptos dados de Oferta Global y Oferta Teórica, así como con las relaciones entre éstos. De acuerdo con este propósito, introducimos la siguiente ecuación:

$$[4] \quad \text{NMPN}_{iZ_j} = A_1 \text{NPEN}_{iZ_j} + A_2 \sum_E \sum_F \text{POBLZ}_j^{EF}$$

en donde:

E = Edad.

F = Nivel de formación.

D = Índice de la distribución de la población en el territorio.

$A_1 = (0, 1)$.

$A_2 = (1, 0)$.

POBLZ_j^{EF} = Población en la zona (j) de edad (E), nivel de formación (F).

$\sum_E \sum_F \text{POBL } Z_j^{EF}$ = Población en la zona (j) de edad (E), nivel de formación (F) que teóricamente puede matricularse en el nivel (i).

De acuerdo con el significado de las variables contenidas en la ecuación anterior, lo que se expresa con ello es lo siguiente: el número de matrículas posibles en el nivel (i) y en la zona (j) es igual al número de puestos escolares que puede encontrar población. ¿Cómo se expresa matemáticamente esto?

Teniendo en cuenta que la Oferta Teórica (número de matrículas posibles) es menor, o a lo sumo igual, que la Oferta Global (número de puestos escolares) y que aquella es la Oferta Global condicionada al hecho de que exista población con las características necesarias para poder ser escolarizada, la primera operación que hay que hacer para calcular el número de matrículas posibles consiste en comparar el número de puestos escolares con la población escolarizable, y esto para cada nivel y dentro de cada zona. En el supuesto de que la población escolarizable sea superior o igual al número de puestos escolares, evidentemente la Oferta Teórica coincide con la Oferta Global. En caso contrario, es la población escolarizable quien define el número de matrículas posibles. En lenguaje matemático el proceso seguido se expresa de la siguiente forma:

$$[5] \quad \text{NPEN}_i Z_j - \sum_E \sum_F \text{POBL } Z_j^{EF} = \text{DSPEN}_i Z_j$$

que nos mide el déficit o superávit de puestos escolares.

$$[5.1] \quad \text{Si } \text{DSPEN}_i Z_j < 0 \\ \text{NMPN}_i Z_j = \text{NPEN}_i Z_j$$

$$[5.2] \quad \text{Si } \text{DSPEN}_i Z_j > 0 \\ \text{NMPN}_i Z_j = \sum_E \sum_F \text{POBL } Z_j^{EF}$$

$$[5.3] \quad \text{Si } \text{DSPEN}_i Z_j = 0 \\ \text{NMPN}_i Z_j = \text{NPEN}_i Z_j = \sum_E \sum_F \text{POBL } Z_j^{EF}$$

Por supuesto que lo que acabamos de exponer puede recogerse en una ecuación, tal y como se hace en la fórmula (4), en donde el valor que toma

el número de matrículas es uno u otro según el par de valores asignado a los parámetros $(A_1 A_2)$.

Evidentemente:

$$(A_1 A_2) = (1, 0) \quad \text{Si} \quad \text{DSPEN}_i Z_j \leq 0$$

$$(A_1 A_2) = (0, 1) \quad \text{Si} \quad \text{DSPEN}_i Z_j \geq 0$$

En resumen, el sistema de ecuaciones sobre Oferta Teórica es el siguiente:

$$[1] \quad \text{OTT} = \sum_{i=1}^n \text{OTTN}_i$$

$$[2] \quad \text{OTTN}_i = \frac{1}{nc_i} \text{NMPN}_i$$

$$[3] \quad \text{NMPN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NMPN}_i Z_j$$

$$[4] \quad \text{NMPN}_i Z_j = A_1 \text{NPEN}_i Z_j + A_2 \sum_E \sum_F \text{POBLZ}_j^{EF}$$

$$[5] \quad \text{DSPEN}_i Z_j = \text{NPEN}_i Z_j - \sum_E \sum_F \text{POBLZ}_j^{EF}$$

$$[5.1] \quad (A_1 A_2) = (1, 0)$$

$$\text{Si} \quad \text{NPEN}_i Z_j - \sum_E \sum_F \text{POBLZ}_j^{EF} = \text{DSPEN}_i Z_j \leq 0$$

$$[5.2] \quad (A_1 A_2) = (0, 1)$$

$$\text{Si} \quad \text{NPEN}_i Z_j - \sum_E \sum_F \text{POBLZ}_j^{EF} = \text{DSPEN}_i Z_j \geq 0$$

en donde:

OTT = Oferta Teórica de títulos.

$OTTN_i$ = Oferta Teórica de títulos del nivel (i).

$NMPN_i$ = Número de matrículas posibles del nivel (i).

$NMPN_{i,j}$ = Número de matrículas posibles del nivel (i) y zona (j).

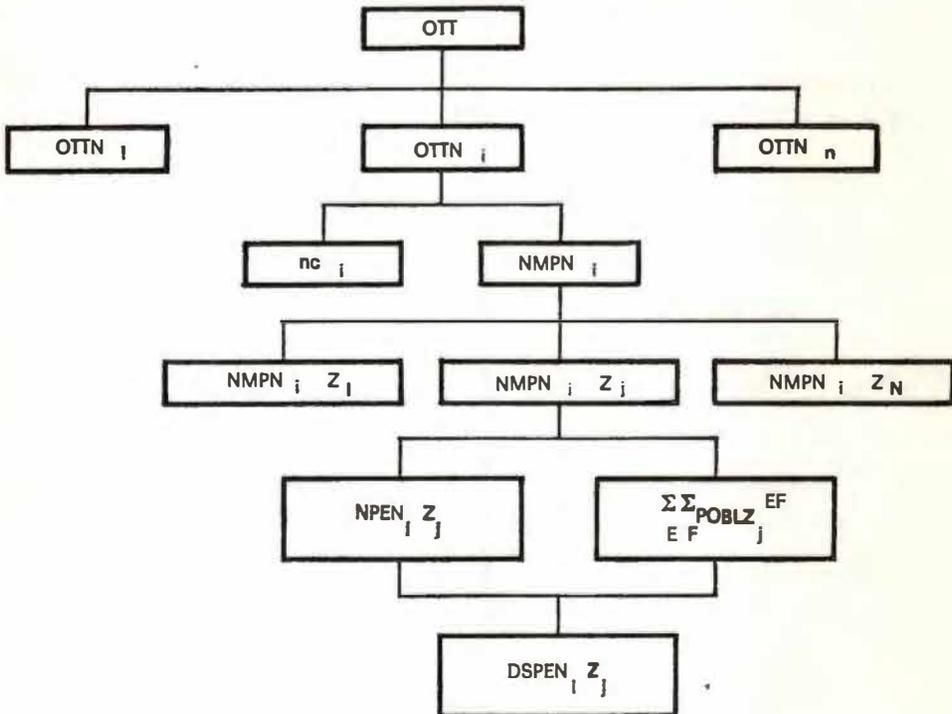
$NPEN_{i,j}$ = Número de puestos escolares del nivel (i) y zona (j).

$\sum_E \sum_F POBLZ_j^{EF}$ = Población en la zona (j) de edad (E), nivel de formación (F) que teóricamente puede matricularse en el nivel (i).

$DSPEN_{i,j}$ = Déficit o superávit de puestos escolares del nivel (i) y zona (j).

Hasta el momento tan sólo nos hemos ocupado de las formulaciones correspondientes a los conceptos de Oferta Global y Oferta Teórica. Conviene, una vez llegados a este punto, resaltar cómo se articulan las dos formulaciones, así como apuntar los puntos de enlace con el resto de las secciones del Modelo ENAP. El esquema 2.2/1 nos recoge el conjunto de

Esquema 2.2/1
OFERTA TEORICA; Interrelación de variables



interrelaciones entre las diversas variables que inciden en la formulación de la Oferta Teórica de títulos y en donde quedan de manifiesto las interconexiones que existen, por un lado, con la Oferta Global a través del número de puestos escolares $[NPEN_i Z_j]$ y, por otro, con la Demanda Teórica.

$$\left[\begin{array}{c} \sum \\ E \end{array} \sum \begin{array}{c} \text{POBLZ} \\ F \end{array} \begin{array}{c} \text{EF} \\ j \end{array} \right]$$

2.3. OFERTA REAL

El proceso que estamos siguiendo en la elaboración del modelo se caracteriza por ser un proceso de continua aproximación a la realidad. De esta forma vamos estableciendo diferentes planos conceptuales entre los que se pueden establecer diversas comparaciones y entre los que existen diversos lazos de unión.

Al igual que en los dos casos anteriores, tomaremos como variable a explicar el número de títulos o diplomas, que aquí denominamos real, que puede proporcionar el sistema educativo en base al número de matrículas existentes.

La Oferta Real de títulos del sistema podemos definirla como la suma de ofertas reales de títulos por niveles.

$$[1] \quad \text{ORT} = \text{ORTN}_1 + \text{ORTN}_2 + \dots + \text{ORTN}_n = \sum_{i=1}^n \text{ORTN}_i$$

en donde:

ORT = Oferta Real de títulos.

ORTN_i = Oferta Real de títulos por nivel (i).

i = (1, 2, ..., n).

Los comentarios realizados en los dos apartados anteriores acerca del campo de variación de (i) son trasplantables a este caso.

La Oferta Real de títulos del nivel (i) es función del número de matrículas. El problema a resolver es el de determinar la característica de la función.

$$[2] \quad \text{ORTN}_i = f(NMN_i Z_j)$$

Evidentemente, la cuantificación más exacta de la Oferta Real de títulos en el curso (y) viene dada por el número de matrículas realizadas (nc_i) años antes en el primer curso del nivel (i), deduciendo tan sólo los fallecimientos; siendo (nc_i) el número de cursos del nivel (i). De esta forma, lo que estamos suponiendo es que no existen repeticiones ni abandonos provocados por el sistema. Es decir, los únicos factores de desigualdad que consideramos son los externos al sistema. Veremos en el apartado siguiente cómo juegan los factores de desigualdad interna, pasando de Oferta Real a Oferta Efectiva de títulos.

En consecuencia:

$$[2.1] \quad ORTN_i = S \cdot NMPNN_i(-nc_i)$$

en donde:

$NMPCN_i(-nc_i)$ = Número de matrículas en el primer curso del nivel (i), (nc_i) años antes.

S = Conjunto de tasas de supervivencias a aplicar al grupo poblacional

$$NMPCN_i(-nc_i)$$

Otra forma bastante distinta de medir la Oferta Real de títulos se consigue definiéndola como cociente entre el número de matrículas del nivel (i) y el número de cursos de ese nivel.

$$[2.2] \quad ORTN_i = \frac{1}{nc_i} \cdot NMN_i$$

siendo:

NMN_i = Número de matrículas del nivel (i).

nc_i = Número de cursos de que consta el nivel (i).

El cambio de enfoque en la cuantificación es radicalmente distinto, ya que mientras en la fórmula [2.1] se tiene en cuenta el proceso educativo en el tiempo, en la expresión [2.2] cuantificamos la Oferta Real de títulos en base a la situación existente en un momento dado, efectuando una distribución uniforme de los cursos. Lo que estamos imponiendo es un esquema con las siguientes características:

1. No hay abandonos ni repeticiones.
2. El número de alumnos matriculados en un nivel se distribuye uniformemente por los cursos de que consta dicho nivel.
3. Como consecuencia de lo anterior, estamos imponiendo un esquema de cómo debe funcionar el sistema educativo, aceptando como dato tan sólo el número de matrículas existentes por niveles.

Es decir, implícitamente estamos diciendo que, si el número de matrículas en un nivel (i) es NMN_i , aunque la distribución por cursos de hecho sea una determinada, nosotros no sólo la tenemos en cuenta, sino que afirmamos que puesto que el sistema de hecho comprende un determinado número de alumnos matriculados, la política a seguir debe ser la adecuada para conseguir que la persona que se matricula alcance un título.

Todas estas dificultades desaparecerían si abordásemos el problema con un mayor grado de detalle, tomando como unidad de análisis no el nivel, sino el curso dentro de cada nivel. Esto nos lleva a conectar el Modelo ENAP con modelos del tipo del Modelo Español de Desarrollo Educativo. Aunque la finalidad del presente trabajo no es ésta, creemos conveniente apuntar las limitaciones del Modelo ENAP en el estado actual de su formulación y los puntos de enlace con otros modelos ya realizados o posibles.

Cualquiera que sea la fórmula a utilizar es de gran interés conocer el número de matrículas por niveles, así como otra serie de aspectos que pasamos a analizar.

Si recordamos, al hablar de la Oferta Teórica, definíamos el número de matrículas posibles como suma de matrículas posibles de ese nivel en las diferentes zonas, igualmente podemos escribir para el número de matrículas del nivel (i).

$$[3] \quad NMN_i = NMN_{iZ_1} + NMN_{iZ_2} + \dots + NMN_{iZ_N} = \sum_{j=1}^N NMN_{iZ_j}$$

siendo:

NMN_{iZ_j} = Número de matrículas del nivel (i) en la zona (j).

De nuevo, en esta nueva fase de la formulación, hay que hacer dos preguntas:

1. ¿Cómo se integra esta parte del modelo en el resto del mismo?
2. ¿Cómo se conocen los valores del número de matrículas por nivel y zona?

La integración de la Oferta Real con los otros conceptos del modelo es fácil detectarla con tan sólo recordar alguna de las variables recogidas en los esquemas de interrelaciones expuestos en el apartado anterior.

La variable que nos sirve de lazo de unión entre Oferta Teórica y Oferta Real de títulos es, por un lado el número de matrículas posibles, por otro el número de matrículas existentes. Es evidente que la diferencia entre estas dos variables nos mide el grado de desempleo del sistema. Por supuesto que siempre se ha de cumplir que:

$$[4] \quad NMPN_{i,Z_j} - NMN_{i,Z_j} = NDN_{i,Z_j} \geq 0$$

en donde:

NDN_{i,Z_j} = Nivel de desempleo del nivel (i) zona (j).

Evidentemente, se cumple que:

$$[5] \quad NDN_i = \sum_{j=1}^N NDN_{i,Z_j}$$

siendo:

NDN_i = Grado de desempleo del nivel (i).

Ahora bien, no se agotan aquí las interrelaciones de la Oferta Real con las otras variables del modelo. Si recordamos, la ecuación [4] nos definía el número de matrículas posibles como función del número de puestos escolares y de la población escolarizable y veíamos que en el supuesto de que ésta fuese superior que aquél, forzosamente quedaría un grupo poblacional más o menos reducido sin posibilidad por parte del sistema educativo de escolarizar. En caso contrario, nos encontraríamos con determinado número de puestos escolares sin utilizar. Es decir, allí analizábamos el déficit o superávit de puestos escolares mediante la ecuación

$$DSPEN_{i,Z_j} = NPEN_{i,Z_j} - \sum_E \sum_F POBL_{i,Z_j}^{EF} \geq 0$$

Por otra parte, hemos recogido más arriba el nivel de desempleo del

sistema educativo como diferencia entre el número de matrículas posibles y el número de matrículas de hecho.

La nueva relación de gran interés es aquella que nos mida la población no escolarizada de entre aquella que teóricamente puede matricularse. De acuerdo con los símbolos utilizados tendremos:

$$[6] \quad \sum_E \sum_F \text{POBLNE} Z_j^{EF} = \text{FSE}_e N_i Z_j = \sum_E \sum_F \text{POBL} Z_j^{EF} - \text{NMN}_i Z$$

en donde:

$$\sum_E \sum_F \text{POBLNE} Z_j = \text{Población escolarizable no escolarizada.}$$

$$\text{FSE}_e N_i Z_j = \text{Factores socioeconómicos de desigualdad externos.}$$

En adelante utilizaremos este segundo símbolo para designar la población no escolarizada, ya que la no escolarización se debe siempre a factores socioeconómicos. Por supuesto, y esto será analizado más adelante, existen otros factores de desigualdad internos al sistema (FSE_i) que quedan recogidos por los abandonos y que denominaremos deducciones del análisis cuantitativo (DAC).

En el esquema 2.3/1 se expone el conjunto de interrelaciones entre variables propias de la Oferta Real, así como aquellas otras que nos servirán para realizar el esquema conjunto de interrelaciones del Modelo General.

Una vez analizada la integración del modelo parcial sobre Oferta Real dentro del conjunto más general impuesto por las otras partes del Modelo, es necesario contestar a la segunda pregunta que nos formulábamos más arriba: ¿cómo se conocen los valores del número de matrículas por nivel y zona?

Por supuesto que la respuesta está condicionada al período de tiempo al que nos referimos. En el caso de que sea con relación al pasado de disponer del número de matrículas por niveles educativos y zonas en los diversos cursos académicos de los que se dispone información.

Evidentemente, el problema generalmente existente es la carencia de información con el suficiente detalle, ya que presupone tener construido

un «mapa escolar» por cada nivel. Supuesto resuelto este problema de información, el modelo nos serviría, conocidas igualmente las otras variables, para analizar los diversos problemas de funcionamiento del sistema educativo en su conjunto, fundamentalmente a través de cuatro variables clave:

- Déficit o superávit de puestos escolares.
- Nivel de desempleo del sistema.
- Factores socioeconómicos de desigualdad.
- Factores socioeconómicos de desigualdad internos al sistema (una vez tengamos formulada la parte correspondiente a la Oferta Efectiva).

En el supuesto de que exista una carencia de información difícilmente estimable por métodos indirectos, es evidentes que el modelo que estamos presentando nos sirve para elaborar un plan de recogida de información fácilmente mecanizable mediante la utilización de ordenadores.

En el caso de que se trate de conocer el número de matrículas que se van a producir cara al futuro, entramos en el terreno de los modelos matemáticos de planificación más frecuentemente utilizados y a los que hace alusión Héctor Correa en un trabajo incluido en «Modèles mathématiques pour la planification de l'enseignement», de la OCDE. En nuestro caso el modelo a utilizar puede ser en principio un modelo en el que tan sólo se distinga por niveles y zonas o bien un modelo más complejo, en el que dentro de cada nivel se diferencie por curso. A su vez, dentro de estos dos planteamientos posibles, se pueden distinguir tantas características clasificatorias como se desee; siendo la edad la utilizada de todas.

En la actualidad existen diversas experiencias en la construcción de modelos de este tipo, entre las que se encuentra el Modelo Español de Desarrollo Educativo. Ahora bien, las características que ha de tener el modelo a utilizar para la previsión del número de matrículas forzosamente ha de estar en consonancia con el grado de desagregación impuesto por el Modelo ENAP.

Si tenemos en cuenta los problemas que se plantean al realizar previsiones con un grado de desagregación muy alto, puede pensarse que la utilidad de un modelo como el ENAP se resiente, pero si pensamos que un modelo de este tipo sólo es manejable mediante la utilización de ordenadores y por ello, precisamente, es por lo que se ha buscado el mayor

grado de desagregación posible, de lo que se trata es de introducir los datos con un menor grado de desagregación o incluso prescindir de aquellas variables y parámetros que no tengan interés a la hora de hacer previsiones. Por supuesto que todo este problema de los errores en las previsiones depende del plazo a que se refieren las previsiones; es por esto por lo que se pueden hacer simultáneamente con el modelo previsiones altamente desagregadas a dos años vista y más largo plazo mediante agregación de variables.

En resumen, el submodelo de Oferta Real queda como sigue:

$$[1] \quad \text{ORT} = \sum_{i=1}^n \text{ORTN}_i$$

$$[2] \quad \text{ORTN}_i = f \left[\text{NMN}_i, \text{nc}_i \right]$$

$$[3] \quad \text{NMN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NMN}_{iZ_j}$$

$$[4] \quad \text{NDN}_{iZ_j} = \text{NMPN}_{iZ_j} - \text{NMN}_{iZ_j}$$

$$[5] \quad \text{NDN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NDN}_{iZ_j}$$

$$[6] \quad \text{FSE}_e \text{N}_{iZ_j} = \sum_E \sum_F \text{POBLZ}_j^{\text{EF}} - \text{NMN}_{iZ_j}$$

en donde:

ORT = Oferta Real de títulos.

ORTN_i = Oferta Real de títulos por nivel (i).

NMN_i = Número de matrículas del nivel (i).

nc_i = Número de cursos de que consta el nivel (i).

NMN_{iZ_j} = Número de matrículas del nivel (i) en la zona (j).

NDN_{iZ_j} = Nivel de desempleo del nivel (i) y zona (j).

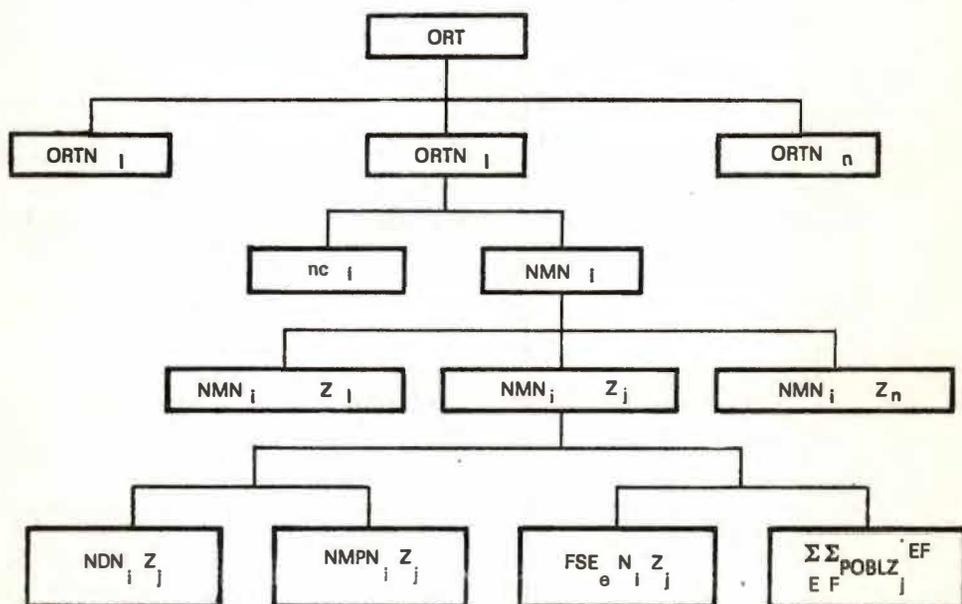
$NMPN_{i,Z_j}$ = Número de matrículas del nivel (i) y zona (j).

NDN_i = Grado de desempleo del nivel (i).

$FSE_{e N_i Z_j}$ = Factores socioeconómicos de desigualdad externos.

$\sum_E \sum_F POBL Z_j^{EF}$ = Población escolarizable.

Esquema 2.3/1
OFERTA REAL: Interrelación de variables



2.4. OFERTA EFECTIVA

Entendemos por Oferta Efectiva de títulos el número de títulos que proporciona de hecho el Sistema Educativo, en base al número de matrículas existentes, es decir, es el mismo concepto de Oferta Real, pero en el que se tienen en cuenta los abandonos y repeticiones propios del sistema.

De forma análoga a los otros conceptos de oferta utilizados, podemos definir la Oferta Efectiva de títulos del Sistema como suma de ofertas efectivas de títulos por niveles.

$$[1] \quad \text{OET} = \text{OETN}_1 + \text{OETN}_2 + \dots + \text{OETN}_n = \sum_{i=1}^n \text{OETN}_i$$

en donde:

OET = Oferta Efectiva de títulos.

OETN_i = Oferta Efectiva de títulos por nivel (i).

i = (1, 2, ..., n).

La Oferta Efectiva de títulos del nivel (i) podemos definirla como la suma de ofertas efectivas de títulos en las diferentes zonas.

$$[2] \quad \text{OETN}_i = \text{OETN}_{iZ_1} + \text{OETN}_{iZ_2} + \dots + \text{OETN}_{iZ_N} = \\ = \sum_{j=1}^N \text{OETN}_{iZ_j}$$

A su vez, la Oferta Efectiva de títulos del nivel (i) y zona (j), evidentemente, es igual al número de aprobados en el último curso de dicho nivel.

$$[3] \quad \text{OETN}_{iZ_j} = \text{NAUCN}_{iZ_j}$$

siendo:

NAUCN_{iZ_j} = Número de aprobados en el último curso del nivel (i) y zona (j).

A su vez:

$$[4] \quad \text{NAUCN}_{iZ_j} = \text{PAUCN}_{iZ_j} \cdot \text{NMUCN}_{iZ_j}$$

en donde:

NMUCN_{iZ_j} = Número de matrículas existentes en el último curso del nivel (i) y zona (j).

PAUCN_i = Proporción de aprobados del último curso del nivel (i) y zona (j).

De nuevo se nos vuelve a plantear el problema de cómo se llega a conocer el número de aprobados. La respuesta dada en el apartado anterior es válida para este caso, aunque ya no referida al número de matrículas del nivel, sino por cursos dentro de ese nivel. Por tanto, volvemos a conec-

tar el Modelo ENAP con los modelos matemáticos de planificación tradicionales.

En consecuencia, podemos afirmar que el Modelo ENAP incluye la superestructura que nos puede servir de instrumento de análisis, no sólo de la realidad pasada sino también de la realidad prevista.

La conexión de la Oferta Efectiva dentro del modelo general es fácil efectuarla a través de la Oferta Real, ya que, como hemos visto, tanto uno como otro, se basan en el número de matrículas existentes. La diferencia entre estos dos conceptos se debe a la consideración o no de los abandonos y repeticiones, que podemos denominar deducciones del análisis cuantitativo.

Las pérdidas de títulos en cada nivel y zona queda recogida en la ecuación:

$$[4] \quad \text{DACN}_{i,j} = \text{ORTN}_{i,j} - \text{OETN}_{i,j} = \frac{1}{nc_i} \text{NMN}_{i,j} - \text{NAUCN}_{i,j}$$

en donde:

$\text{DACN}_{i,j}$ = Deducciones del análisis cuantitativo del nivel (i) y zona (j).

A partir de la ecuación (4) podemos escribir:

$$[5] \quad \text{DACN}_i = \sum_{j=1}^N \text{DACN}_{i,j} = \sum_{j=1}^N \text{ORTN}_{i,j} - \sum_{j=1}^N \text{OETN}_{i,j} = \\ = \sum_{j=1}^N \frac{1}{nc_i} \text{NMN}_{i,j} - \sum_{j=1}^N \text{NAUCN}_{i,j}$$

siendo:

DACN_i = Deducciones del análisis cuantitativo del nivel (i).

En el esquema 2.4/1 se recogen las interrelaciones entre variables.

El sistema de ecuaciones correspondiente a la Oferta Efectiva es el siguiente:

$$[1] \quad \text{OET} = \sum_{i=1}^n \text{OETN}_i$$

$$[2] \quad OETN_i = \sum_{j=1}^N OETN_{iZ_j}$$

$$[3] \quad OETN_{iZ_j} = NAUCN_{iZ_j}$$

$$[4] \quad NAUCN_{iZ_j} = PAUCN_{iZ_j} \cdot NMUCN_{iZ_j}$$

y el significado de cada símbolo es:

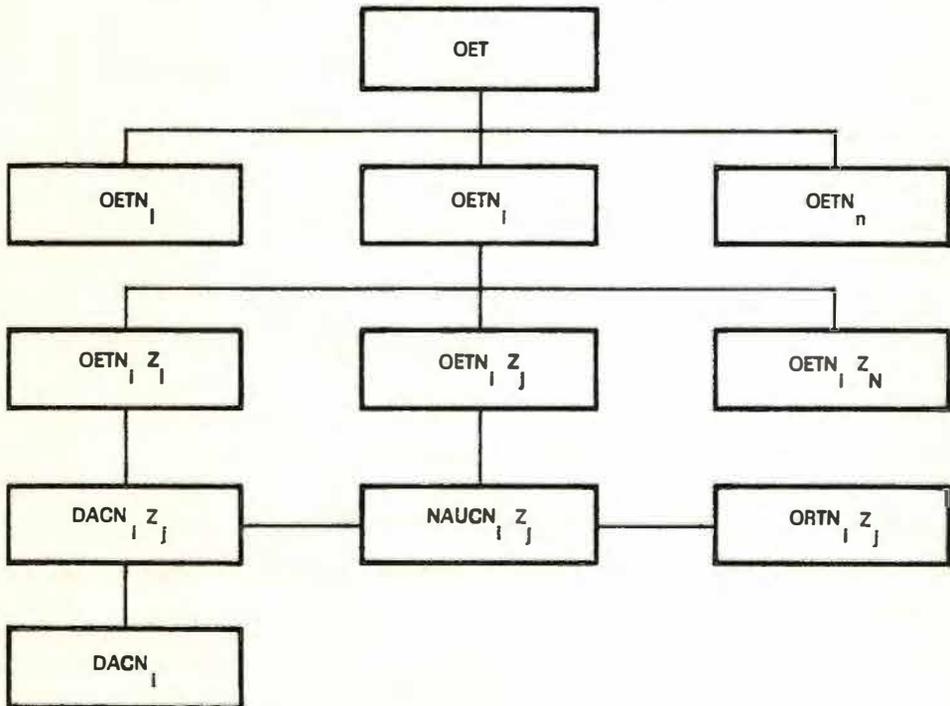
OET = Oferta Efectiva de títulos.

OETN_i = Oferta Efectiva de títulos de nivel (i).

OETN_{iZ_j} = Oferta Efectiva del nivel (i) y zona (j).

NAUCN_{iZ_j} = Número de aprobados del último curso del nivel (i) y zona (j).

Esquema 2.4/1
OFERTA EFECTIVA: Interrelación de variables



$PAUCN_{i,j}$ = Proporción de aprobados del último curso del nivel (i) y zona (j).

$NMUCN_{i,j}$ = Número de matrículas existentes en el último curso del nivel (i) y zona (j).

2.5. DEMANDA GLOBAL

Hemos centrado hasta ahora nuestra atención sobre toda la parte de Oferta del Sistema Educativo, tanto como oferente de títulos, como de puestos escolares, resaltando al mismo tiempo los puntos de conexión con los conceptos correspondientes de demanda.

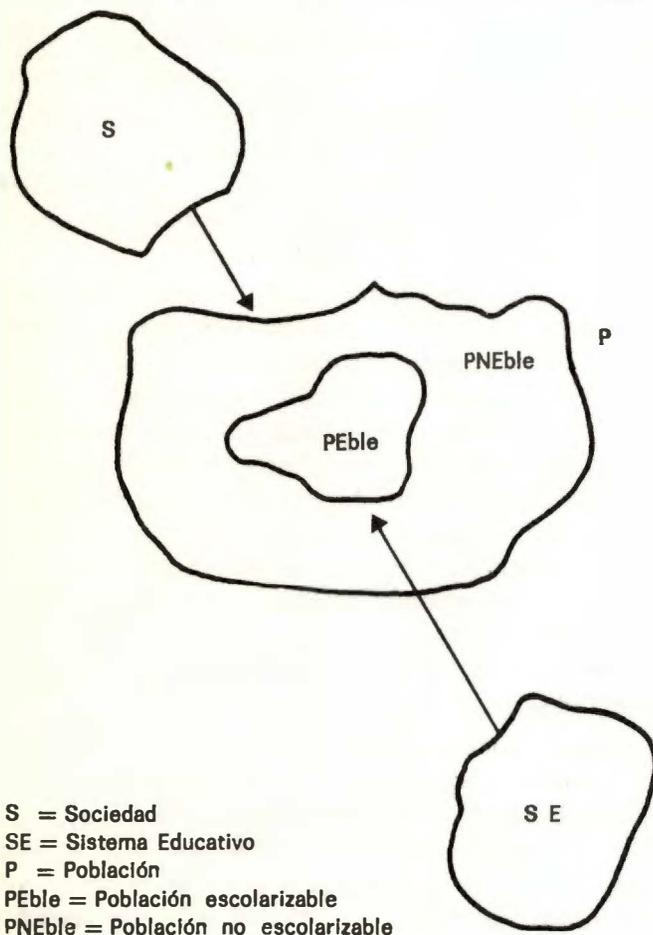
En este apartado iniciamos la formulación matemática del submodelo propio de la Demanda Global que iremos integrando al mismo tiempo dentro del contexto más general del Modelo ENAP.

Por Demanda Global entendemos el conjunto de aspiraciones, necesidades y deseos de la población en materia de educación. Junto a este concepto normativo es necesario introducir una definición operativa de la Demanda Global con vistas a su cuantificación. Con este propósito es necesario, por un lado definir una estructura de la población, de acuerdo con algún criterio que, posteriormente, nos permita establecer la relación de equivalencia con la estructura del sistema educativo por niveles y grados. Al mismo tiempo hay que tener presente los otros conceptos de oferta y demanda que se utilizan, ya que las definiciones adoptadas sobre oferta nos condiciona la correspondiente definición de la Demanda Global, a la vez que ésta condiciona las de los otros conceptos sobre demanda. Todo esto es necesario, precisamente para conseguir que el Modelo ENAP sea un modelo integrado.

Evidentemente, el análisis de las relaciones entre sociedad y sistema educativo pueden efectuarse de acuerdo con diversos esquemas posibles, que iremos desarrollando en función de las necesidades impuestas por cada uno de los conceptos de demanda. El más simple de todos estos esquemas, y que constituye la base para diferenciaciones posteriores es aquel en el que consideramos a la sociedad como un conjunto en el que no especificamos cuál sea su estructura, a la vez que definimos el sistema educativo como un nuevo conjunto de características diferentes al anterior y del que tampoco necesitamos conocer su estructura. Por supuesto que, tanto uno como otro incluye, total o parcialmente, elementos de un mismo conjunto que es la población, a través del cual se establecen las relaciones entre sociedad y sistema educativo.

El esquema 2.5/1 nos recoge precisamente estas relaciones entre los totales. Es claro que siempre se habrá de cumplir la relación: $\frac{P}{PEble} \geq 1$

Esquema 2.5/1
Relaciones entre la Sociedad y el Sistema Educativo



y por supuesto que el llegar a suponer que toda la población es escolarizable constituye un supuesto de muy escaso interés. Por el contrario, es operativo hacer hipótesis que vengan a ser como metas con diversos grados de posibilidad. Así, por ejemplo, es de interés suponer como pobla-

ción escolarizable a la población entre dos y cuarenta y cinco años, por ejemplo, o entre seis y treinta años, etc. La fijación de los costes debe hacerse en base a criterios no estrictamente educacionales, sino en función de variables de tipo económico y político fundamentalmente.

Otra forma posible de establecer las relaciones entre sociedad y sistema educativo consiste en definir, por un lado, la sociedad como población con una estructura por edades, y, por otro, el sistema educativo como una estructura por grados. En este supuesto la correspondencia podemos realizarla estableciendo una equivalencia entre edad y grado de carácter biounívoco.

Las consecuencias de la adopción de un criterio como el anterior son varias:

1. El número de grupos poblacionales clasificados por edades es igual al número de grados que tenga el sistema educativo. Ello supone aceptar que no pueden existir demandas adicionales, sino sólo demandas generacionales, lo que equivale a suponer que los grupos poblacionales de edades superiores están constituidos por individuos que no necesitan, bajo ningún concepto, pasar por el sistema educativo. El interés de este segundo supuesto vemos que es mayor que el del primero. No obstante conviene, para no complicar demasiado el modelo, no considerarlo como un caso a tratar por separado, sino que es más operativo incluirlo como caso particular de otro concepto más general.

2. El definir el sistema educativo como estructura por grados tiene limitaciones, ya que en aquellos casos en los que corresponda diversos cursos de diversos niveles a un mismo grado no nos será posible diferenciar la demanda por niveles, aunque sí es factible efectuar análisis por grandes grupos educacionales, por ejemplo: Enseñanza Primaria, Enseñanza Media y Enseñanza Superior, siempre y cuando sean conjuntos no solapados, situación que no se da en el sistema educativo según el Plan Viejo, aunque sí será válido el planteamiento con el Plan Nuevo.

El esquema 2.5/2 ilustra estas equivalencias, por lo que un determinado grupo de edad demanda en bloque educación en un grado.

Finalmente, vamos a pasar a definir el problema de la equivalencia entre sociedad y sistema educativo, aquellos términos que nos van a permitir formular la parte correspondiente a la Demanda Global.

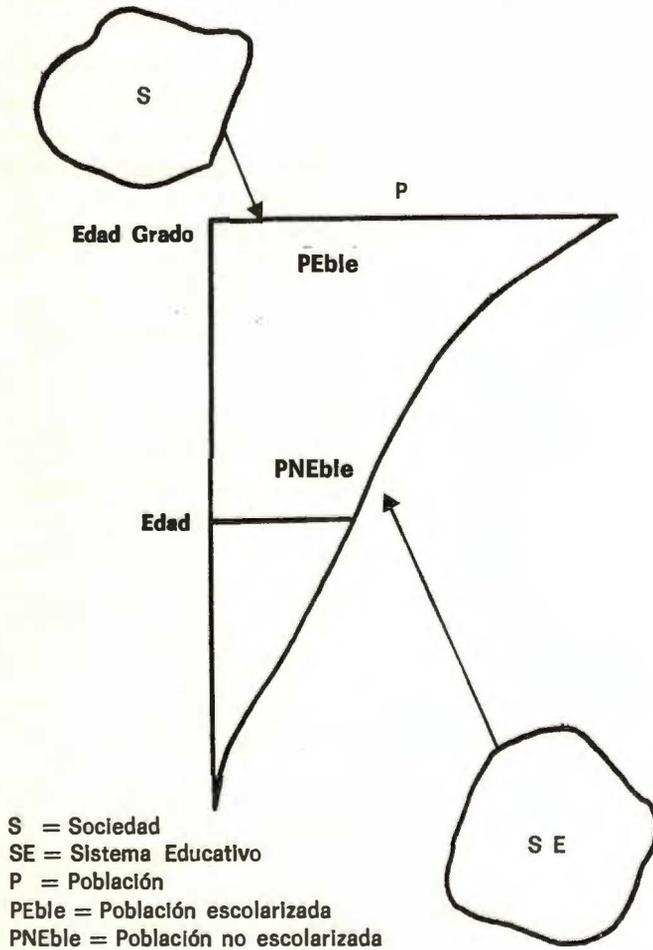
Seguiremos manteniendo aquí el supuesto adoptado en el caso anterior respecto al sistema educativo, es decir, lo definimos como un con-

Junto que posee una estructura por grados, dejando para otros conceptos de demanda la clasificación por niveles y grados. La sociedad, en cambio, la hacemos coincidir con la población, pero esta vez supondremos que cada elemento poblacional va a ser clasificado mediante dos características: edad y nivel de formación.

De acuerdo con esto, la población quedaría recogida mediante un cuadro de doble entrada (ver cuadro 2.5/1), en el que por un lado es la edad de los individuos la que nos sirve para clasificar, por otro es el nivel de formación.

Esquema 2.5/2

Relaciones entre la Sociedad y el Sistema Educativo



CUADRO 2.5/1

RELACIONES ENTRE LA SOCIEDAD Y EL SISTEMA EDUCATIVO
POBLACION

Edad	Nivel de formación						
	1	2	...	F	...	M	
1	p^{11}	p^{12}	...	p^{1F}	...	p^{1M}	$p^{1.}$
2	p^{21}	p^{22}	...	p^{2F}	...	p^{2M}	$p^{2.}$
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
E	p^{E1}	p^{E2}	...	p^{EF}	...	p^{EM}	$p^{E.}$
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
N	p^{N1}	p^{N2}	...	p^{NF}	...	p^{NM}	$p^{N.}$
	$p^{.1}$	$p^{.2}$	...	$p^{.F}$	...	$p^{.M}$	$p^{..}$

La adopción de una clasificación por edades y niveles de formación de la población admite diversas utilizaciones prácticas. Por un lado tenemos la población total ($P^{..}$), por otro disponemos igualmente de la población por edades, dada por la matriz columna $(p^{1.}, p^{2.}, \dots, p^{E.}, \dots, p^{N.})$.

Por tanto, podemos analizar como casos particulares las relaciones entre sociedad y sistema educativo de acuerdo con los dos primeros criterios anteriormente expuestos. Además, en aquellos supuestos en los que no sea de interés mantener la doble clasificación por edad y nivel de formación podemos utilizar la matriz fila $(p^{.1}, p^{.2}, \dots, p^{.F}, \dots, p^{.M})$ para estu-

diar relaciones de gran interés entre población y sistema educativo en función del nivel de formación.

Dejando a un lado todos estos análisis parciales, a nosotros nos interesa, con vistas a la formulación matemática de la Demanda Global, mantener la clasificación por edad y nivel de formación.

De forma análoga a como hicimos en los submodelos de oferta, tomaremos como variable básica a explicar la Demanda Global de títulos, que no podemos definir como suma de Demandas Globales de títulos por niveles, ya que tan sólo nos va a ser posible diferenciar Demandas Globales por grupos de grados. Sólo en el caso de que en un grado sólo exista un nivel coincidirían los dos tipos de demanda por niveles y por grados.

Por tanto, definimos la Demanda Global de títulos del sistema como suma de las Demandas Globales de títulos por grados.

$$[1] \quad DGT = DGTG_1 + DGTG_2 + \dots + DGTG_g + \dots + DGTG_k = \\ = \sum_{g=1}^k DGTG_g$$

siendo:

DGT = Demanda Global de títulos del sistema.

$DGTG_g$ = Demanda Global de títulos del grupo de grados (g). Conviene aclarar que cada grupo de grados está constituido por grados consecutivos.

Al mismo tiempo podemos definir la Demanda Global de títulos por grados como suma de demandas por zona.

$$[2] \quad DGTG_g = DGTG_g Z_1 + DGTG_g Z_2 + \dots + DGTG_g Z_j + \dots \\ + DGTG_g Z_N = \sum_{j=1}^N DGTG_g Z_j$$

en donde:

$DGTG_g Z_j$ = Demanda Global de títulos del grupo de grados (g) y zona (j).

La ecuación:

$$[3] \quad DGTG_g Z_j = \frac{1}{ng_g} DGPEG_g Z_j$$

nos dice que la Demanda Global de títulos de grupo de grados (g) y con la zona (j) es igual al cociente de la Demanda Global de puestos escolares en el grupo de grados y en la zona ($DGPEG_i Z_j$) y el número de grados (ng) de que consta G_g .

Finalmente:

$$[4] \quad DGPEG_g Z_j = \sum_E \sum_F POBLGZ_j^{EF}$$

en donde:

E = Edad.

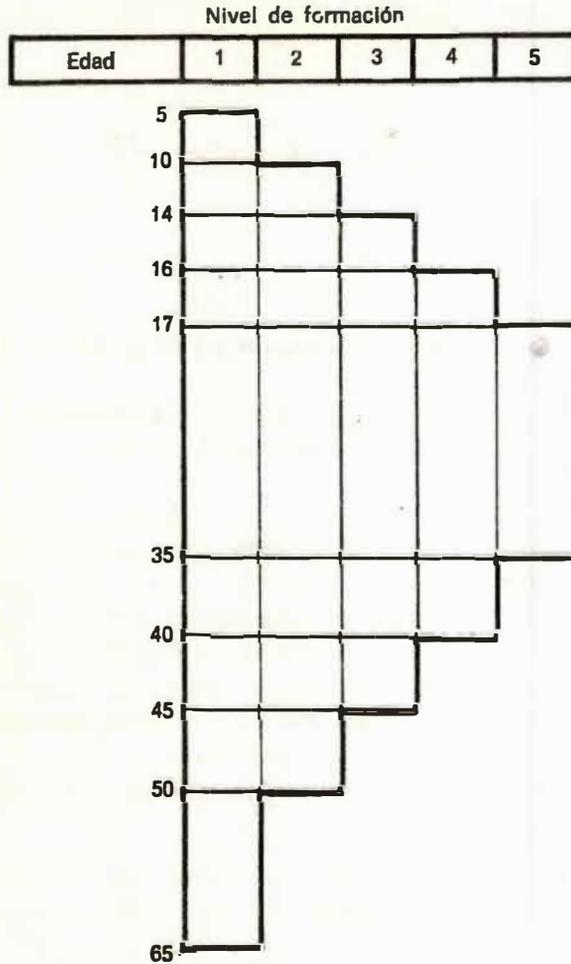
F = Niveles de formación que corresponden al grupo de grados G_g .

$\sum_E \sum_F POBLG Z_j^{EF}$ = Población de la zona (j) escolarizable en el grupo de grados G_g en un sentido global.

Evidentemente, para dejar finalizada la formulación correspondiente a la Demanda Global es necesario establecer, por un lado, el campo de variación de la edad (E), por otro, establecer las correspondencias entre grados y niveles de formación. De esta forma habremos definido un subconjunto de gente escolarizable dentro del conjunto más general de la población. Por supuesto que el campo de variación de la edad puede ser distinto para cada nivel de formación. Así, para un nivel de formación de anal-fabetos, podemos considerar como edad límite los sesenta y cinco años. Para universidad los cuarenta como edad máxima de entrada y los diecisiete como mínima, etc.

De esta forma, el subconjunto de población escolarizable sería un tramo escalonado dentro del conjunto total de la forma que viene recogida en el cuadro 2.5/2.

Cuadro 2.5/2
Relación entre la Sociedad y el Sistema Educativo
POBLACION ESCOLARIZABLE



En resumen, el submodelo de Demanda Global consta de las siguientes ecuaciones:

$$[1] \quad DGT = \sum_{g=1}^k DGTG_g$$

$$[2] \quad DGTG_g = \sum_{j=1}^N DGTG_{g_j} Z_j$$

$$[3] \quad \text{DGTG}_g Z_j = \frac{1}{ng_g} \text{DGPEG}_g Z_j$$

$$[4] \quad \text{DGPEG}_g Z_j = \sum_E \sum_F \text{POBLG}_j^{EF}$$

en donde:

DGT = Demanda Global de títulos.

DGTG_g = Demanda Global de títulos del grado (g).

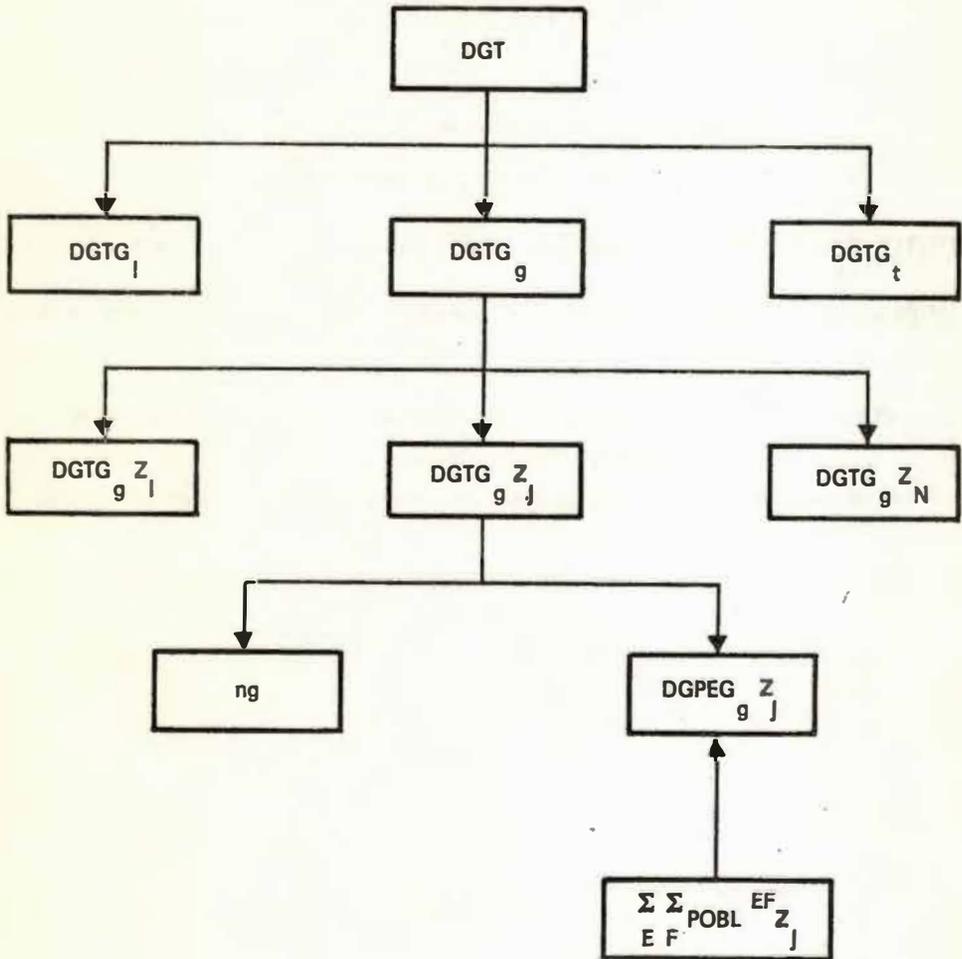
$\text{DGTG}_g Z_j$ = Demanda Global de títulos del grado (g) en la zona (j).

$\text{DGPEG}_g Z_j$ = Demanda Global de puestos escolares del grado (g) y zona (j).

$\sum_E \sum_F \text{POBLG}_j^{EF}$ = Población escolarizable de edades (E) y niveles de formación (F) en la zona (j).

En el esquema 2.5/3 se recogen las interrelaciones entre variables.

Esquema 2.5/3
 DEMANDA GLOBAL
 Interrelación de variables



2.6. DEMANDA REAL TEORICA

De forma análoga a como se hizo para los diferentes conceptos de Oferta, el proceso de elaboración de los submodelos correspondientes a la Demanda ha de ser un proceso escalonado, en el que siempre se toma como punto de partida lo anteriormente realizado.

Hemos visto que la formulación matemática correspondiente a la Demanda Global se basa en las relaciones de equivalencias efectuadas entre sociedad y sistema educativo a través de la población clasificada por edades y niveles de formación. Implícitamente hemos supuesto que el concepto de población utilizado ha sido el de población natural. Al mismo tiempo, dentro de la población escolarizable han quedado incluidos los enfermos mentales, subnormales e incapaces. Son precisamente estos dos aspectos de la población los que nos permiten pasar a formular la parte correspondiente a la Demanda Real Teórica.

De igual forma que se hizo para la Demanda Global, seguimos definiendo el sistema educativo como un conjunto que posee una estructura por grados, dejando para otros conceptos de demanda, la clasificación por niveles y grados.

Por el contrario, la sociedad no la hacemos coincidir con el total de la población, aunque sí seguimos manteniendo la clasificación por edades y niveles de formación. Las causas por las que no hacemos coincidir la sociedad con la población son dos:

1. El concepto de población utilizada no es el de población natural, sino el de población de hecho. La diferencia entre uno y otro son las migraciones. Por supuesto que los problemas de información estadística que supone el tener en cuenta las migraciones son grandes, tanto si se trata de migraciones con el exterior como de migraciones interiores. Por otra parte, la previsión de los movimientos migratorios exige la utilización de modelos econométricos en los que los movimientos migratorios se hacen depender de diversas variables económico-sociales.

2. Se deduce además, dentro de cada grupo de edad, la población no apta, es decir, los enfermos mentales, subnormales o incapaces. Evidentemente, si hubiésemos adoptado un concepto de sistema educativo más amplio que el utilizado en este trabajo, en donde tan sólo nos fijamos en la educación «formal», esta deducción no sería necesaria. No obstante, la generalidad de un planteamiento con un nivel de desagregación como el del Modelo ENAP, permite pasar a casos más complejos, con tan sólo redefinir las variables que entran en juego, siendo válido, por el contrario, el planteamiento en cuanto esquema de trabajo.

De acuerdo con todo lo anterior, la población quedaría recogida mediante un cuadro de doble entrada (ver cuadro 2.6/1) en el que por un lado es la edad de los individuos la que nos sirve para clasificar, por otro es el

nivel de formación. La diferencia existente entre cualquier elemento de la matriz del cuadro 2.5/1 y el correspondiente de la nueva matriz del cuadro 2.6/1 viene medida precisamente por las migraciones con el exterior y los no aptos.

$$(A) \quad PH^{EF} = P^{EF} - M^{EF} - PNA^{EF}$$

siendo:

M^{EF} = Saldo migratorio del grupo poblacional de edad (E) y nivel de formación (F).

PNA^{EF} = Población no apta del grupo poblacional de edad (E) y nivel de formación (F).

Cuadro 2.6/1

RELACIONES ENTRE LA SOCIEDAD Y EL SISTEMA EDUCATIVO
POBLACION

Edad	Nivel de formación						
	1	2	...	F	...	M	
1	PH^{11}	PH^{12}	...	PH^{1F}	...	PH^{1M}	$PH^{1.}$
2	PH^{21}	PH^{22}	...	PH^{2F}	...	PH^{2M}	$PH^{2.}$
.
.
.
E	PH^{E1}	PH^{E2}	...	PH^{EF}	...	PH^{EM}	$PH^{E.}$
.
.
.
.
N	PH^{N1}	PH^{N2}	...	PH^{NF}	...	PH^{NM}	$PH^{N.}$
	$PH^{.1}$	$PH^{.2}$		$PH^{.F}$		$PH^{.M}$	$PH^{..}$

A partir de los elementos de la matriz del cuadro 2.6/1 podemos pasar a una mayor desagregación introduciendo una nueva característica: distribución por zonas de la población.

$$(B) \quad PH^{EF} Z_j = P^{EF} Z_j - ME^{EF} Z_j - MI^{EF} Z_j - PNA^{EF} Z_j$$

en donde:

$P^{EF} Z_j$ = Población natural de edad (E) y nivel de formación (F) en la zona (j).

$ME^{EF} Z_j$ = Saldo migratorio con el exterior del grupo poblacional de edad (E) y nivel de formación (F) en la zona (j).

$MI^{EF} Z_j$ = Saldo migratorio con el interior del grupo poblacional de edad (E) y nivel de formación (F) en la zona (j).

$PNA^{EF} Z_j$ = Población no apta de edad (E) y nivel de formación (F) en la zona (j).

Las relaciones entre los elementos de la ecuación [1] y los de la ecuación [2] son claras.

$$[3] \quad PH^{EF} = \sum_{j=1}^N PH^{EF} Z_j$$

$$(C) \quad P^{EF} = \sum_{j=1}^N P^{EZ} Z_j$$

$$(D) \quad M^{EF} = \sum_{j=1}^N ME^{EF} Z_j + \sum_{j=1}^N MI^{EF} Z_j = \sum_{j=1}^N ME^{EF} Z_j$$

$$(E) \quad PNA^{EF} = \sum_{j=1}^N PNA^{EF} Z_j$$

De igual forma a como se apuntaba al hablar de la Demanda Global, la adopción de una clasificación por edades y niveles de formación de la población escolarizable en un sentido más restringido permite diversas utilidades, ya que, como vimos, nos da información sobre:

— Población total de hecho PH'' .

— Población de hecho por edades a través de la matriz columna.

$$\begin{pmatrix} PH^1 \\ PH^2 \\ \vdots \\ PH^E \\ \vdots \\ PH^N \end{pmatrix}$$

— Población por niveles de formación mediante la matriz fila.

$$[PH \cdot 1 \quad PH \cdot 2 \quad \dots \quad PH \cdot F \quad \dots \quad PH \cdot M]$$

La formulación matemática del submodelo de Demanda Real Teórica toma como variable básica a explicar la Demanda Real Teórica de títulos que ha de ser definida como suma de Demandas Reales Teóricas por grupos de grados. En el caso de que sólo exista un nivel para un grupo de grados coincidirían los dos tipos de demandas, por niveles y por grados.

Definimos la Demanda Real Teórica o Demanda Teórica de títulos como suma de las Demandas Teóricas de títulos por grados.

$$\begin{aligned} [1] \quad DTT &= DTTG_1 + DTTG_2 + \dots + DTTG_g + \dots + DTTG_k = \\ &= \sum_{g=1}^k DTTG_g \end{aligned}$$

siendo:

DTT = Demanda Teórica de títulos.

DTTG_g = Demanda Teórica de títulos en el grupo de grados (g).

Por otra parte

$$\begin{aligned} [2] \quad DTTG_g &= DTTG_g Z_1 + DTTG_g Z_2 + \dots + DTTG_g Z_j + \\ &+ DTTG_g Z_N = \sum_{j=1}^N DTTG_g Z_j \end{aligned}$$

en donde:

$DTTG_g Z_j$ = Demanda Teórica de títulos del grupo (g) y zona (j)

Definimos la Demanda Teórica de títulos del grupo de grados (g) y en la zona (j) como cociente entre la Demanda Teórica de puestos escolares en el grupo de grados y en la zona ($DTPEG_g Z_j$) y el número de grados (ng) de que consta G_g

$$[3] \quad DTTG_g Z_j = \frac{1}{ng_g} DTPEG_g Z_j$$

A su vez la Demanda Teórica de puestos escolares es igual a la población de la zona (j) escolarizable en el sentido expuesto anteriormente en el grupo de grados G_g

$$[4] \quad DTPEG_g Z_j = \sum_E \sum_F POBLZ_j^{EF}$$

En donde:

E = Grupo de edades.

F = Niveles de formación.

$\sum_E \sum_F POBLZ_j^{EF}$ = Población escolarizable de edades (E) y niveles de formación (F) en la zona (j).

El problema que ha de quedar resuelto para que sea operativa la ecuación [4] es el definir el campo de valores de (E), así como establecer las correspondencias entre grados y niveles de formación. La solución a adoptar puede ser análoga a la expuesta en el apartado anterior y referida a la matriz poblaciones del cuadro 2.6/1.

A continuación recogemos de forma resumida el conjunto de ecuaciones y lista de variables de que consta el submodelo de Demanda Real Teórica.

$$[1] \quad DTT = \sum_{g=1}^k DTTG_g$$

$$[2] \quad DTTG_g = \sum_{j=1}^N DTTG_g Z_j$$

$$[3] \quad DTTG_g Z_j = \frac{1}{ng_g} DTPEG_g Z_j$$

$$[4] \quad DTPEG_g Z_j = \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j$$

en donde:

DTT = Demanda Teórica de títulos.

$DTTG_g$ = Demanda Teórica de títulos del grupo de grados (g).

$DTTG_g Z_j$ = Demanda Teórica de títulos del grupo de grados (g) y zona (j).

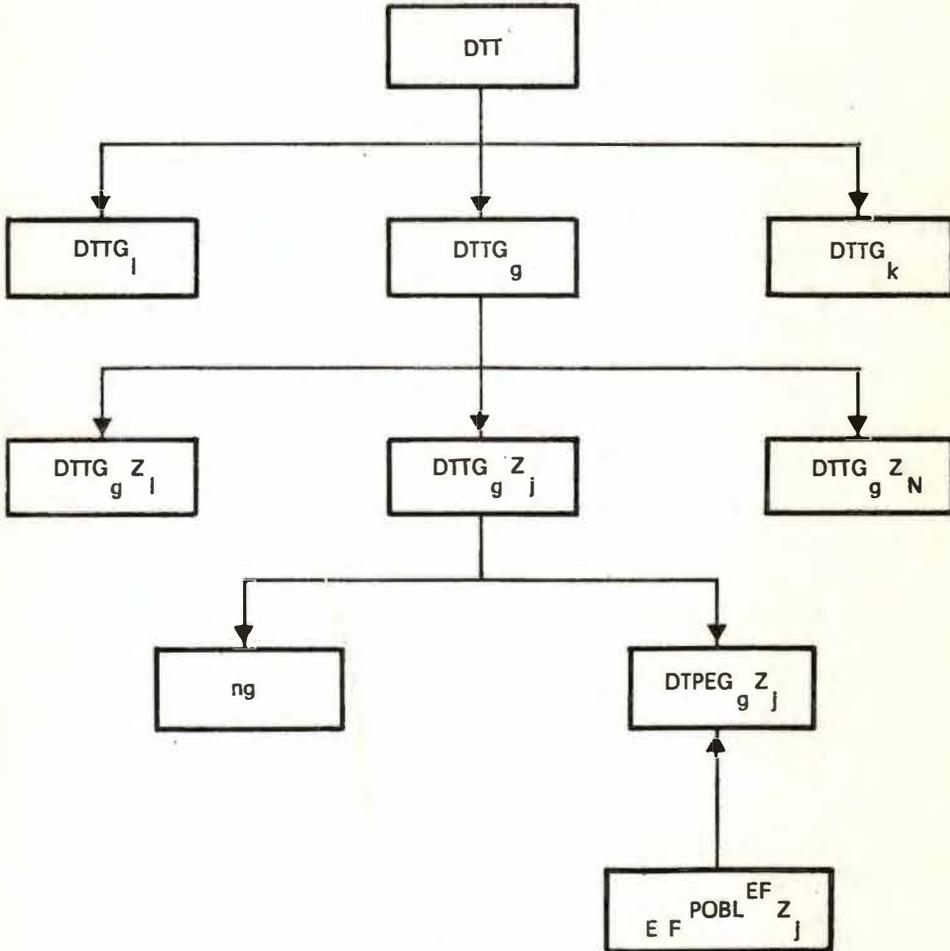
ng_g = Número de grados del grupo (g).

$DTPEG_g Z_j$ = Demanda Teórica de puestos escolares del grupo de grados (g) y zona (j).

$\sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j$ = Población escolarizable de edades (E) y niveles de formación (F) en la zona (j).

En el esquema 2.6/1 se recogen las interrelaciones entre variables.

Esquema 2.6/1
 DEMANDA REAL TEORICA
 Interrelación de variables



2.7. DEMANDA REAL OPERATIVA

Tanto en la formulación matemática correspondiente a la Oferta Global como la de la Oferta Real Teórica nos hemos visto obligados a definir las demandas de títulos por grupos de grados y no por niveles, como sería lo mejor. Veamos que la causa de ello se debía a la imposibilidad inicial de medir los gustos de los sujetos acerca de sus preferencias entre niveles. Referido este problema a la Demanda Real Operativa, no existe

como tal, ya que los gustos quedan revelados precisamente a través de la distribución por niveles de la matrícula total.

Realmente, las consecuencias de disponer de una información de este tipo sobre los gustos de los sujetos a la hora de formular un modelo como el Modelo ENAP, pueden ser perfectamente utilizables, en el sentido de servirnos de base para el establecimiento de una tabla de equivalencias entre demanda por grados y demandas por niveles. Otro problema es el de conocer la evolución de tales preferencias. En la mayoría de los modelos matemáticos de planificación este problema no se aborda expresamente, pero en el fondo lo que se suele suponer es que en el futuro los gustos de los sujetos van a evolucionar de acuerdo con una serie de tasas de repetición, abandono y coeficientes de distribución fijadas en base a la realidad de partida y unos objetivos fijados políticamente. Las desviaciones que se produzcan con la realidad posteriormente no se pueden predecir. No obstante, el método puede ser de gran utilidad, sobre todo si se trabaja con niveles muy agregados y se procura fijar los objetivos en base a experiencias en países más avanzados.

Si de forma análoga a la realizada en el esquema 2.6/1 sobre población, en donde queda distribuida por edades y niveles de formación, efectuamos una distribución análoga para la población escolarizada, realmente es posible establecer relaciones de gran interés para el análisis del sistema educativo en comparación con la sociedad en cuanto población que posee una estructura por edades y niveles de formación.

Las relaciones a que nos referimos son realmente tasas de escolaridad, pero diferenciadas por edades y niveles de formación.

Tras esta breve introducción, que nos sirve para situar el problema, podemos pasar a la formulación matemática del submodelo de Demanda Real Operativa, o simplemente modelo de Demanda Real.

Definimos la Demanda Real de títulos como suma de las Demandas Reales de títulos por niveles.

$$[1] \quad DRT = DRTN_1 + \dots + DRTN_i + \dots + DRTN_n = \sum_{i=1}^n DRTN_i$$

en donde:

DRT = Demanda Real de títulos.

$DRTN_i$ = Demanda Real de títulos del nivel (i).

De esta forma nos situamos en el escalón central de este proceso: La Demanda Real de títulos del nivel (i), que definimos como una función del número de matrículas en dicho nivel.

$$[2] \quad \text{DRTN}_i = f(\text{NMN}_i)$$

Volvemos a tener aquí el mismo problema que se nos planteó al hablar de la Oferta Real de títulos del nivel (i), que consiste en definir la característica de la función. Teniendo en cuenta que los conceptos de Oferta Real y Demanda Real son dos formas de ver una misma realidad, lo dicho para la Oferta Real es trasplantable a esta situación.

Si recordamos, quedó dicho que la forma más exacta de efectuar la cuantificación es mediante el número de matrículas realizadas (nc_i) años antes en el primer curso del nivel (i) deduciendo tan sólo los fallecimientos; siendo (nc_i) el número de cursos del nivel (i).

De acuerdo con esto, tendríamos:

$$[2.1] \quad \text{DRTN}_i = S \cdot \text{NMPCN}_i(-nc_i)$$

Ecuación análoga a [2.1] correspondiente a la Oferta Real, siendo:

$\text{NMPCN}_i(-nc_i)$ = Número de matrículas en el primer curso del nivel (i), (nc_i) años antes.

S = Conjunto de tasas de supervivencia a aplicar al grupo poblacional $\text{NMPCN}_i(-nc_i)$

La otra forma de medir la Demanda Real de títulos haciendo:

$$[2.2] \quad \text{DDRTN}_i = \frac{1}{nc_i} \text{NMN}_i$$

Siendo:

NMN_i = Número de matrículas del nivel (i).

nc_i = Número de cursos de que consta el nivel (i).

Los supuestos implícitos en un planteamiento de este tipo quedarán expuestos al hablar de la Oferta y allí nos remitimos.

Tan sólo queremos hacer hincapié en el hecho de que los dos planteamientos no son incompatibles, sino que pueden ser utilizables simultáneamente. La comparación entre uno y otro adonde nos lleva es a comparar dos tipos de políticas educativas.

Según la primera ecuación, lo que se afirma es que puesto que en un determinado año se efectúa un determinado número de matrículas en el primer curso de un nivel, se supone que el sistema educativo se compromete a dar título a todos, a la vez que los alumnos se comprometen a conseguirlo.

En el supuesto de que un alumno no consiga el título efectivamente (pasamos entonces a los conceptos de Oferta y Demanda Efectivas) es debido a los obstáculos que impone el sistema y razones personales.

El segundo planteamiento es algo bien distinto, ya que lo que se analiza es el supuesto de un sistema educativo que acepta un número de matrículas total y distribuye la matrícula de forma tal que en cada curso hay el mismo número de alumnos, comprometiéndose el sistema a que todos los alumnos consigan el título, existiendo tan sólo los abandonos más imputables a la persona que a las dificultades propias del sistema, cuando pasamos a la Oferta y Demanda efectivas.

Cualquiera que sea la expresión adoptada para cuantificar la Demanda Real de títulos necesitamos conocer el número de matrículas por niveles, no ya para aplicar a las expresiones anteriores, sino para determinar otras relaciones de interés, que nos sirven para terminar de definir las relaciones entre Oferta Real y Demanda Real que quedaron incompletas.

Al igual que en la parte de oferta, tendremos que:

$$[3] \quad NMN_i = NMN_{iZ_1} + \dots + NMN_{iZ_j} + \dots + NMN_{iZ_N} = \\ = \sum_{j=1}^N NMN_{iZ_j}$$

siendo:

NMN_{iZ_j} = Número de matrículas del nivel (i) y zona (j).

Por su parte, podemos aquí definir el número de matrículas en función de la población.

$$[4] \quad NMN_{iZ_j} = \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_{iZ_j}$$

en donde:

$POBLM^{EF} N_i Z_j$ = Población matriculada en la zona (j) por edades y niveles de formación.

De esta forma, podemos llegar a definir los factores socio-económicos externos ($FSE_e N_i Z_j$) del nivel (i) y zona (j) de desigualdad en términos poblacionales.

$$[5] \quad FSE_e N_i Z_j = \sum_E \sum_F POBL^{EF} N_i Z_j - \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$$

Evidentemente, a partir de la ecuación [5] podemos calcular los factores socio-económicos externos del sistema ($FSE_e N_i$).

En resumen, el submodelo de Demanda Real Operativa consta de las siguientes ecuaciones:

$$[1] \quad DRT = \sum_{i=1}^n DRTN_i$$

$$[2] \quad DRTN_i = f(NMN_i)$$

$$[3] \quad NMN_i = \sum_{j=1}^N NMN_i Z_j$$

$$[4] \quad NMN_i Z_j = \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$$

$$[5] \quad FSE_e N_i Z_j = \sum_E \sum_F POBL^{EF} N_i Z_j - \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$$

$$[6] \quad FSE_e N_i = \sum_{j=1}^N FSE_e Z_j$$

en donde:

DRT = Demanda Real de títulos.

$DRTN_i$ = Demanda Real de títulos del nivel (i).

NMN_i = Número de matrículas del nivel (i).

$NMN_i Z_j$ = Número de matrículas del nivel (i) y zona (j).

$\sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$ = Población matriculada de edades (E) y niveles de formación (F) en el nivel (i) y zona (j).

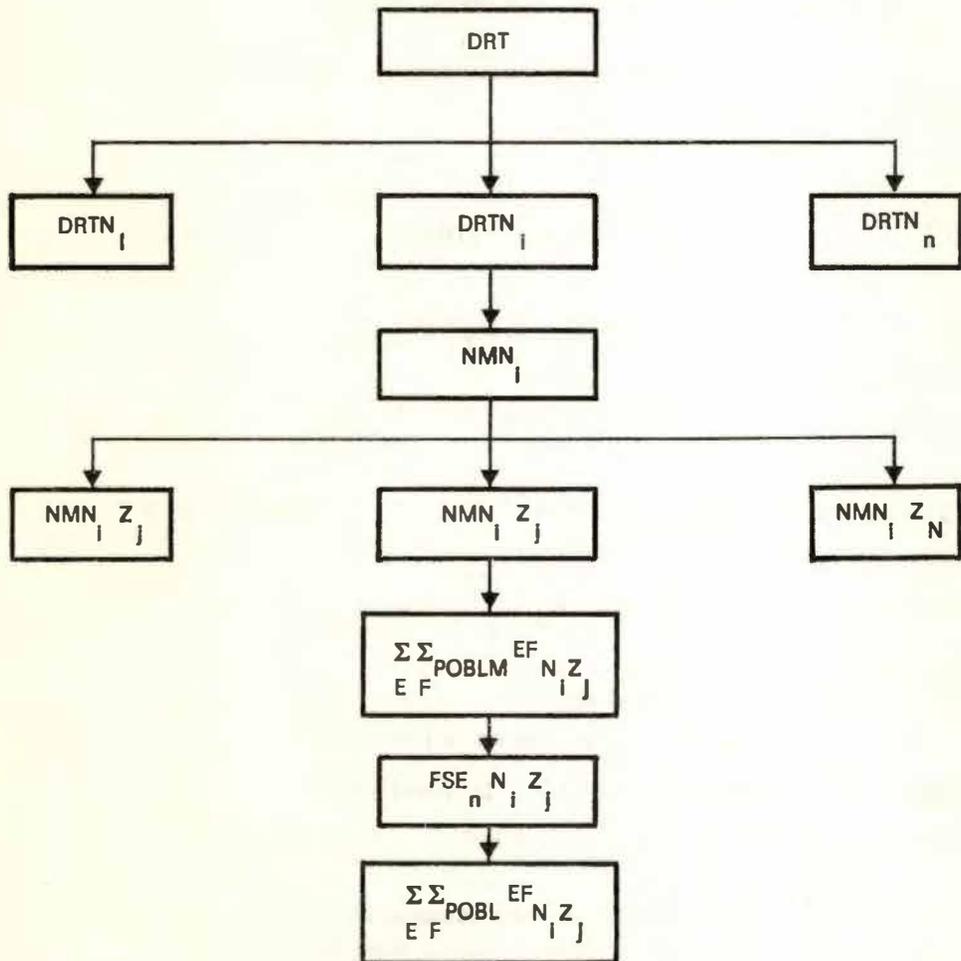
$FSE_{e N_i Z_j}$ = Factores socio-económicos de desigualdad externos en el nivel (i) y zona (j).

$\sum_{E F} \sum_{POBL}^{EF} N_i Z_j$ = Población escolarizable de edades (E) y niveles de formación (F) en el nivel (i) y zona (j).

$FSE_{e N_i}$ = Factores socio-económicos de desigualdad externos en el nivel (i).

En el esquema 2.7/1 se recogen las interrelaciones entre variables.

Esquema 2.7/1
 DEMANDA REAL OPERATIVA
 Interrelación de variables



2.8. DEMANDA EFECTIVA

Entendemos por Demanda Efectiva de títulos el número de títulos que proporciona de hecho el Sistema Educativo, en base al número de matrículas existentes, es decir, es el mismo concepto de Demanda Real, pero en el que se tiene en cuenta los abandonos y repeticiones propios del sistema.

De forma análoga a como sucedía al abordar la formulación matemática correspondiente a la Demanda Real Operativa, tampoco aquí se presenta el problema de definir la Demanda Efectiva como demanda de títulos por grados, ya que los gustos de los sujetos quedan reflejados en la distribución por niveles de la matrícula total.

Las observaciones realizadas sobre este tema, al hablar de la Demanda Real Operativa, son trasplantables en su totalidad al presente apartado.

Sin más preámbulo pasamos a definir el submodelo correspondiente a la Demanda Efectiva.

Al igual que en los apartados anteriores, la variable básica a explicar viene referida al número de títulos, definiendo la Demanda Efectiva de títulos como suma de las Demandas Efectivas de títulos por niveles.

$$[1] \quad \text{DET} = \text{DET}N_1 + \dots + \text{DET}N_i + \dots + \text{DET}N_n = \sum_{i=1}^n \text{DET}N_i$$

en donde:

DET = Demanda Efectiva de títulos.

DET_{*i*} = Demanda Efectiva de títulos del nivel (*i*).

Por otra parte, tenemos que la Demanda Efectiva de títulos del nivel (*i*) es igual al número de aprobados en el último curso de dicho nivel.

$$[2] \quad \text{DET}N_i = \text{NAUCN}_i$$

siendo:

NAUCN_{*i*} = Número de aprobados en el último curso del nivel (*i*).

El problema que se nos vuelve a plantear aquí es el de conocer el número de aprobados en el último curso del nivel (*i*). La respuesta forzosa-

mente ha de ser una repetición a la ya dada en otros apartados. Con relación al pasado, el número de aprobados será conocido a través de la información disponible. Con relación al futuro, es necesario introducir alguna nueva ecuación.

Evidentemente, siempre es cierto que:

$$\begin{aligned}
 [3] \quad \text{NAUCN}_i &= \text{NAUCN}_{i,Z_1} + \dots + \text{NAUCN}_{i,Z_j} + \dots + \text{NAUCN}_{i,Z_N} = \\
 &= \sum_{j=1}^N \text{NAUCN}_{i,Z_j}
 \end{aligned}$$

siendo:

NAUCN_{i,Z_j} = Número de aprobados del último curso del nivel (i) y zona (j).

Al mismo tiempo

$$[4] \quad \text{NAUCN}_{i,Z_j} = \text{PAUCN}_{i,Z_j} \cdot \text{NMUCN}_{i,Z_j} = \text{DETN}_{i,Z_j}$$

que nos expresa el número de aprobados en el último curso del nivel (i) y zona (j) (NAUCN_{i,Z_j}) como producto entre el número de matrículas en el último curso de dicho nivel y dicha zona (NMUCN_{i,Z_j}) por la proporción de aprobados (PAUCN_{i,Z_j}). Teniendo de esta forma la Demanda Efectiva de títulos del nivel (i) en la zona (j).

Realmente la ecuación anterior exige una información muy desagregada sobre proporciones de aprobados, pero en el supuesto de que no existiese diferenciada por zonas, siempre se puede sustituir por información nacional por niveles, haciendo

$$\text{PAUCN}_{i,Z_j} = \text{PAUCN}_i \quad \text{para todo (j)}$$

Otra ecuación de gran interés y que nos pone en conexión, una vez más, el Modelo ENAP con los modelos tradicionales de planificación es la siguiente:

$$[5] \quad \text{NMUCN}_{i,Z_j} = f(\text{NMN}_{i,Z_j})$$

A la vez que:

$$[6] \quad NMN_{i,Z_j} = \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_{i,Z_j}$$

siendo:

NMN_{i,Z_j} = Número de matrículas del nivel (i) y zona (j).

$\sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_{i,Z_j}$ = Población matriculada en edades (E) y niveles de formación (F) en el nivel (i) y en la zona (j).

La ecuación [4] nos indica, al poner en función el número de matrículas del último curso con el número de matrículas total del nivel, que detrás de dicha función se encuentra un modelo de previsión del flujo de alumnos, en el que intervienen tasa de abandono, de repetición y coeficientes de distribución. Es claro que un modelo de este tipo nos cuantifica las pérdidas por abandonos o repetición, es decir, las deducciones del análisis cuantitativo.

El lazo de unión entre Demanda Real de títulos y Demanda Efectiva de títulos viene dada por la diferencia entre Demanda Real de títulos del nivel (i) y zona (j) y la Demanda Efectiva, es decir:

$$[7] \quad DTACN_{i,Z_j} = DRTN_{i,Z_j} - DETN_{i,Z_j}$$

en donde:

$DTACN_{i,Z_j}$ = Deducción de títulos del Análisis Cuantitativo.

$DRTN_{i,Z_j}$ = Demanda Real de títulos del nivel (i) y zona (j).

$DETN_{i,Z_j}$ = Demanda Efectiva de títulos del nivel (i) y zona (j).

Evidentemente, a partir de la ecuación anterior, podemos escribir que:

$$[8] \quad DTACN_i = DTACN_{i,Z_1} + \dots + DTACN_{i,Z_j} + \dots + \\ + DTACN_{i,Z_N} = \sum_{j=1}^N DTACN_{i,Z_j}$$

En resumen, el submodelo de Demanda Efectiva consta de las siguientes ecuaciones:

$$[1] \quad \text{DET} = \sum_{i=1}^n \text{DET}_i$$

$$[2] \quad \text{DET}_i = \text{NAUCN}_i$$

$$[3] \quad \text{NAUCN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NAUCN}_{iZ_j}$$

$$[4] \quad \text{NAUCN}_{iZ_j} = \text{PAUCN}_{iZ_j} \cdot \text{NMUCN}_{iZ_j} = \text{DET}_{iZ_j}$$

$$[5] \quad \text{NMUCN}_{iZ_j} = f(\text{NMN}_{iZ_j})$$

$$[6] \quad \text{NMN}_{iZ_j} = \sum_E \sum_F \text{POBLM}^{EF} N_{iZ_j}$$

$$[7] \quad \text{DTACN}_{iZ_j} = \text{DRTN}_{iZ_j} - \text{DET}_{iZ_j}$$

$$[8] \quad \text{DTACN}_i = \sum_{j=1}^N \text{DTACN}_{iZ_j}$$

en donde:

DET = Demanda Efectiva de títulos.

DET_i = Demanda Efectiva de títulos del nivel (i).

NAUCN_i = Número de aprobados en el último curso del nivel (i).

NAUCN_{iZ_j} = Número de aprobados en el último curso del nivel (i) y zona (j).

PAUCN_{iZ_j} = Proporción de aprobados en el último curso del nivel (i) y zona (j).

NMUCN_{iZ_j} = Número de matrículas en el último curso del nivel (i) y zona (j).

DET_{iZ_j} = Demanda Efectiva de títulos del nivel (i) y zona (j).

NMN_{iZ_j} = Número de matrículas del nivel (i) y zona (j).

$\sum_E \sum_F \text{POBLM}^{EF} N_{iZ_j}$ = Población matriculada de edades (E) y niveles de formación (F) en el nivel (i) y en la zona (j).

DTACN_{iZ_j} = Deducción de títulos del análisis cuantitativo.

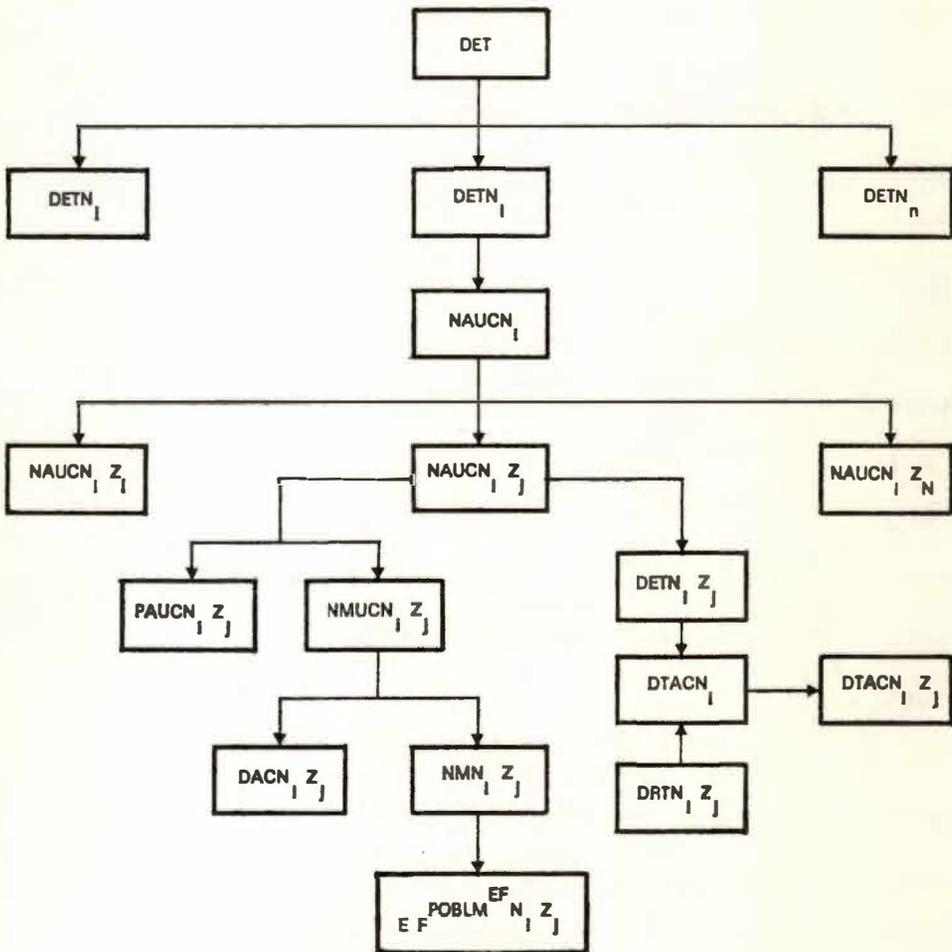
DRTN_{iZ_j} = Demanda Real de títulos del nivel (i) y zona (j).

DET_{i, Z_j} = Demanda Efectiva de títulos del nivel (i) y zona (j).

$DTACN_i$ = Deducciones de títulos del análisis cuantitativo del nivel (i).

En el esquema 2.8/1 se recogen las interrelaciones entre variables.

Esquema 2.8/1
 DEMANDA EFECTIVA
 Interrelación de variables



2.9. FORMULACION GENERAL DEL MODELO-ENAP

En los apartados anteriores hemos ido desarrollando paulatinamente cada uno de los submodelos de que consta el Modelo-ENAP, comentando al mismo tiempo el significado de cada una de las ecuaciones, así como posibilidades y limitaciones de cada uno de los planteamientos efectuados.

Conviene ahora presentar de forma resumida el modelo en su conjunto, especificando cada una de las ecuaciones, así como el significado de cada variable. Es necesario aclarar que en el sistema de ecuaciones que presentamos a continuación existen algunas ecuaciones que no han sido comentadas con anterioridad, pero es fácil ver su significado, ya que se refieren a la distribución por zonas de algunos totales.

2.9.1. Listado de variables.

- OGT = Oferta Global de títulos por el sistema.
- OGTN_i = Oferta Global de títulos por niveles.
- nc_i = Número de cursos de que consta el nivel (i).
- NPEN_i = Número de puestos escolares del nivel (i).
- NPEN_{i,z_j} = Número de puestos escolares del nivel (i) y zona (j).
- $\left(\frac{NAN_{i,z_j}}{NPLN_{i,z_j}} \right)$ = Número de alumnos por plazas del nivel (i) y zona (j).
- NPLN_{i,z_j} = Número de plazas del nivel (i) y zona (j).
- NPLN_i = Número de plazas del nivel (i).
- $\left(\frac{GCN_{i,z_j}}{NPLN_{i,z_j}} \right)$ = Coste por plaza en el nivel (i) y zona (j).
- GCN_{i,z_j} = Gastos de capital en el nivel (i) y zona (j).
- OTT = Oferta Teórica de títulos.
- OTTN_i = Oferta Teórica de títulos del nivel (i).

- OTN_{i, Z_j} = Oferta Teórica de títulos del nivel (i) y zona (j).
 $NMPN_i$ = Número de matrículas posibles del nivel (i).
 $NMPN_{i, Z_j}$ = Número de matrículas posibles del nivel (i) y zona (j).
 $\sum_E \sum_F POBL_{EF} Z_j$ = Población en la zona (j) de edades (E) y niveles de formación (F) que teóricamente pueden matricularse en el nivel (i).
 $DSPEN_{i, Z_j}$ = Déficit o superávit de puestos escolares del nivel (i) y zona (j).
 $DSPEN_i$ = Déficit o superávit de puestos escolares del nivel (i) y zona (j).
 ORT = Oferta Real de títulos.
 $ORTN_i$ = Oferta Real de títulos del nivel (i).
 NMN_i = Número de matrículas del nivel (i).
 NMN_{i, Z_j} = Número de matrículas del nivel (i) en la zona (j).
 NDN_{i, Z_j} = Nivel de desempleo del nivel (i) y zona (j).
 $NMPN_{i, Z_j}$ = Número de matrículas del nivel (i) y zona (j).
 NDN_i = Nivel de desempleo del nivel (i).
 $FSE_e N_{i, Z_j}$ = Factores socio-económicos de desigualdad externos en el nivel (i) y zona (j).
 $FSE_e N_i$ = Factores socio-económicos de desigualdad externos en el nivel (i) y zona (j).
 OET = Oferta Efectiva de títulos.
 $OETN_i$ = Oferta Efectiva de títulos del nivel (i).
 $OETN_{i, Z_j}$ = Oferta Efectiva del nivel (i) y zona (j).
 $NAUCN_{i, Z_j}$ = Número de aprobados del último curso del nivel (i) y zona (j).
 $NMUCN_{i, Z_j}$ = Número de matrículas existentes en el último curso del nivel (i) y zona (j).
 $PAUCN_{i, Z_j}$ = Proporción de aprobados del último curso del nivel (i) y zona (j).

- $PAUCN_i$ = Proporción de aprobados del último curso del nivel (i).
 DGT = Demanda Global de títulos.
 $DGTG_g$ = Demanda Global de títulos del grupo de grados (g).
 $DGTG_g Z_j$ = Demanda Global de títulos del grupo de grados (g) en la zona (j).
 ng_g = Número de grados del grupo (g).
 $DGPEG_g Z_j$ = Demanda Global de puestos escolares del grupo de grados (g) y zona (j).
 $\sum_E \sum_F POBLGZ_j^{EF}$ = Población global escolarizable de edades (E) y niveles de formación (F) en la zona (j).
 DTT = Demanda Teórica de títulos.
 $DTTG_g$ = Demanda Teórica de títulos del grupo de grados (g).
 $DTTG_g Z_j$ = Demanda Teórica de títulos del grupo de grados (g) y zona (j).
 $DTPEG_g Z_j$ = Demanda Teórica de puestos escolares del grupo de grados (g) y zona (j).
 $\sum_{j=1}^N \sum_E \sum_F POBL^{EF}$ = Población escolarizable de edades (E) y niveles de formación (F).
 DRT = Demanda Real de títulos.
 $DRTN_i$ = Demanda Real de títulos del nivel (i).
 $DRTN_i Z_j$ = Demanda Real de títulos del nivel (i) y zona (j).
 $\sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$ = Población matriculada de edades (E) y niveles de formación (F) en el nivel (i) y en la zona (j).
 DET = Demanda Efectiva de títulos.
 $DETN_i$ = Demanda Efectiva de títulos del nivel (i).
 $NAUCN_i$ = Número de aprobados en el último curso del nivel (i).
 $DETN_i Z_j$ = Demanda Efectiva de títulos del nivel (i) y zona (j).
 $DTACN_i Z_j$ = Dedución de títulos del análisis cuantitativo del nivel (i) y zona (j).
 $DTACN_i$ = Dedución de títulos del análisis cuantitativo del nivel (i).

2.9.2. Sistema de ecuaciones

OFERTA GLOBAL

$$[1] \quad \text{OGT} = \sum_{i=1}^n \text{OGTN}_i$$

$$[2] \quad \text{OGTN}_i = \frac{1}{nc_i} \text{NPEN}_i$$

$$[3] \quad \text{NPEN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NPEN}_{iZ_j}$$

$$[4] \quad \text{NPEN}_{iZ_j} = \frac{\text{NAN}_{iZ_j}}{\text{NPLN}_{iZ_j}} \text{NPLN}_{iZ_j}$$

$$[5] \quad \text{NPLN}_{iZ_j} = \frac{1}{\frac{\text{GCN}_{iZ_j}}{\text{NPLN}_{iZ_j}}} \text{GCN}_{iZ_j}$$

$$[6] \quad \text{NPLN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NPLN}_{iZ_j}$$

$$[7] \quad \frac{\text{NPEN}_i}{\text{NPLN}_i} = \frac{\text{NAN}_i}{\text{NPLN}_i}$$

OFERTA TEORICA

$$[8] \quad \text{OTT} = \sum_{i=1}^n \text{OTTN}_i$$

$$[9] \quad \text{OTTN}_i = \sum \text{OTTN}_{iZ_j}$$

$$[10] \quad \text{OTTN}_{iZ_j} = \frac{1}{nc_i} \text{NMPN}_{iZ_j}$$

$$[11] \quad \text{OTTN}_i = \frac{1}{nc_i} \text{NMPN}_i$$

$$[12] \quad NMPN_i = \sum_{j=1}^N NMPN_i Z_j$$

$$[13] \quad NMPN_i Z_j = A_1 NPEN_i Z_j + A_2 \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j$$

$$\text{Si } DSPEN_i Z_j \leq 0$$

$$A_1 = 1$$

$$A_2 = 0$$

$$\text{Si } DSPEN_i Z_j \geq 0$$

$$A_1 = 0$$

$$A_2 = 1$$

$$[14] \quad DSPEN_i Z_j = NPEN_i Z_j - \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j$$

$$[15] \quad DSPEN_i = \sum_{j=1}^N DSPEN_i Z_j$$

$$[16] \quad ORT = \sum_{i=1}^n ORTN_i$$

$$[17] \quad ORTN_i = \frac{1}{nc_i} NMN_i$$

$$[18] \quad NMN_i = \sum_{j=1}^N NMN_i Z_j$$

$$[19] \quad NDN_i Z_j = NMPN_i Z_j - NMN_i Z_j$$

$$[20] \quad NMPN_i = \sum_{j=1}^N NMPN_i Z_j$$

$$[21] \quad NDN_i = \sum_{j=1}^N NDN_i Z_j$$

$$[22] \quad FSE_e N_i Z_j = \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j = NMN_i Z_j$$

$$[23] \quad FSE_e N_i = \sum_{j=1}^N FSE_e N_i Z_j$$

OFERTA EFECTIVA

$$[24] \quad OET = \sum_{i=1}^n OETN_i$$

$$[25] \quad OETN_i = \sum_{j=1}^N OETN_i Z_j$$

$$[26] \quad OETN_i Z_j = NAUCN_i Z_j$$

$$[27] \quad NAUCN_i Z_j = PAUCN_i Z_j \cdot NMUCN_i Z_j$$

$$[28] \quad NMUCN_i = \sum_{j=1}^N NMUCN_i Z_j$$

$$[29] \quad PAUCN_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N PAUCN_i Z_j$$

DEMANDA GLOBAL

$$[30] \quad DGT = \sum_{g=1}^k DGTG_g$$

$$[31] \quad DGTG_g = \sum_{j=1}^N DGTG_g Z_j$$

$$[32] \quad DGTG_g Z_j = \frac{1}{ng_g} DGPEG_g Z_j$$

$$[33] \quad DGPEG_g Z_j = \sum_E \sum_F POBLGZ_j^{EF}$$

$$[34] \quad \sum_E \sum_F POBLG^{EF} = \sum_{j=1}^N \sum_E \sum_F POBLGZ_j^{EF}$$

DEMANDA REAL TEORICA

$$[35] \quad DTT = \sum_{g=1}^k DTTG_g$$

$$[36] \quad DTTG_g = \sum_{j=1}^N DTTG_g Z_j$$

$$[37] \quad DTTG_g Z_j = \frac{1}{ng_g} DTPEG_g Z_j$$

$$[38] \quad DTPEG_g Z_j = \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j$$

$$[39] \quad \sum_{j=1}^N \sum_E \sum_F POBL^{EF} = \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j$$

DEMANDA REAL OPERATIVA

$$[40] \quad DRT = \sum_{i=1}^n DRTN_i$$

$$[41] \quad DRTN_i = \sum_{j=1}^N DRTN_i Z_j$$

$$[42] \quad DRTN_i = f(NMN_i)$$

$$[43] \quad DRTN_i Z_j = f(NMN_i Z_j)$$

$$[44] \quad NMN_i = \sum_{j=1}^N NMN_i Z_j$$

$$[45] \quad NMN_i Z_j = \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$$

$$[46] \quad FSE_e N_i Z_j = \sum_E \sum_F POBL^{EF} Z_j - \sum_E \sum_F POBLM^{EF} N_i Z_j$$

$$[47] \quad FSE_e N_i = \sum_{j=1}^N FSE_e N_i Z_j$$

DEMANDA EFECTIVA

$$[48] \quad \text{DET} = \sum_{i=1}^n \text{DET}_i$$

$$[49] \quad \text{DET}_i = \text{NAUCN}_i$$

$$[50] \quad \text{NAUCN}_i = \sum_{j=1}^N \text{NAUCN}_{iZ_j}$$

$$[51] \quad \text{NAUCN}_{iZ_j} = \text{PAUCN}_{iZ_j} \cdot \text{NMUCN}_{iZ_j} = \text{DTN}_{iZ_j}$$

$$[52] \quad \text{NMUCN}_{iZ_j} = f(\text{NMN}_{iZ_j})$$

$$[53] \quad \text{PAUCN}_i = \sum_{j=1}^N \text{PAUCN}_{iZ_j}$$

$$[54] \quad \text{NMN}_{iZ_j} = \sum_E \sum_F \text{POBLM}_{iZ_j}^{EF}$$

$$[55] \quad \text{DTACN}_{iZ_j} = \text{DRTN}_{iZ_j} - \text{DET}_{iZ_j}$$

$$[56] \quad \text{DTACN}_i = \sum_{j=1}^N \text{DTACN}_{iZ_j}$$

XII. Lista de participantes

AUTORIDADES ASISTENTES

Ricardo Diez Hochleltner	Subsecretario del Ministerio de Educación y Ciencia Presidente del CENIDE
Juan Echevarría Gangolti	Director General de Universidades e Investigación Ministerio de Educación y Ciencia
Pedro Segú y Martín	Director General de Personal Ministerio de Educación y Ciencia
Vicente Lozano López	Rector de la Universidad de Bilbao
Federico Mayor Zaragoza	Rector de la Universidad de Granada
Javier Irastorza	Secretario General del Plan de Desarrollo Presidencia del Gobierno
Andrés de la Oliva y Castro	Director de la Escuela Nacional de Administración Pública.
Antonio de Juan Abad	Vicesecretario General Técnico de la Presidencia del Gobierno

PARTICIPANTES EXTRANJEROS

Eva Birkeland	Norwegian Research Council for Science and the Humanities Institute for Studies in Research and Higher Education (Noruega).
Jacques Bousquet	Asesor Técnico Principal de la UNESCO (España)
Zigmunt Gotskowski	Institute of Philosophy and Sociology Polish Academy of Sciences (Checoslovaquia)
Jaroslav Habr	Econometric Laboratory of the Institute of Economics Czechoslovak Academy of Sciences (Checoslovaquia)
Soren Holm	World Bank Economic Department

To Ngoc Chau	Institute of Educational Planning (IIEP. UNESCO)
M. Nuizlere	OCDE (Francia)
Asthul Rangel	Oficina de Planificación de la Educación Ministerio de Educación (Colombia)
Ernesto Schiefelbein	Coordinador de Planificación de la Educación (Chile)
Erwin S. Solomon	Representante del Director General de la UNESCO

PARTICIPANTES ESPAÑOLES

Angel Alcaide Inchausti	Catedrático de Econometría Universidad de Madrid
Florentino Briones Martínez	Director del Centro de Cálculo Universidad de Madrid
Juan de Dios García Martínez	Asesor del CENIDE
Fernando Gómez Laguna	Macrométrica Madrid
Mercedes Gómez La Plaza	Macrométrica Madrid
Rogello Medina Rubio	Subdirector General de Métodos y Evaluación Ministerio de Educación y Ciencia
Jesús Moneo Montoya	Director del Gabinete de Política Científica Ministerio de Educación y Ciencia
José Manuel Paredes Grosso	Secretario General del CENIDE
Antonio Pulido San Román	Director de Macrométrica Madrid
Sixto Ríos	Director de la Escuela de Estadística Madrid
Fernando Rodríguez Garrido	Subdirector General de Organización y Automatización de los Servicios Ministerio de Educación y Ciencia
Juan Sánchez Cuenca	ICE de la Universidad de Valencia
Martín Sánchez Marcos	Centro de Cálculo Universidad de Madrid
Francisco Soler Valero	Subdirector General de Programación Ministerio de Educación y Ciencia
Francisco Javier Urban	ICE de la Universidad de Madrid
Manuel Utande Igualada	Director del Proyecto Español del Banco Mundial

