

01149
129

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS SUPERIORES

MODELO DE SIMULACION PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS EN INSTITUCIONES DE
EDUCACION SUPERIOR

T E S I S

QUE PRESENTA:

ERNESTO RUIZ AGUILAR

PARA OPTAR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA-INVESTIGACION DE OPERACIONES

Abril, 1973

794533
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres

Ernesto y Rosa Lilia

15³³ kg

A Elda
con cariño

INDICE

	Pag
1. INTRODUCCION.....	1
2. MARCO DE REFERENCIA.....	5
3. ESTIMACION DE RECURSOS PARA ATENDER A LA DEMANDA.....	15
3.1 Formulación del problema.....	16
3.2 Presentación del modelo general.....	19
→ 3.3 Propósitos del modelo.....	21
→ 3.4 Limitaciones del modelo considerado.....	22
4. REVISION DE LA LITERATURA.....	25
4.1 Critica de publicaciones.....	25
4.2 Referencias.....	31
5. FORMULACION DEL MODELO.....	33
5.1 Descripción general.....	33
→ 5.2 Presentación del modelo matemático.....	37
5.3 Variables principales.....	40
6. PRESENTACION DEL PROGRAMA.....	45
7. CONCLUSIONES.....	69
8. BIBLIOGRAFIA.....	71
RECONOCIMIENTO.....	75

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años comenzó a prestarse atención, en México a la relación existente entre ciencia, tecnología y desarrollo económico y social. Se consideró que el adelanto científico y tecnológico es un factor estratégico en el desarrollo socioeconómico; del cual dependen los aumentos en la productividad del trabajo así como la capacidad para acumular capital. En años anteriores, casi el 25 % del producto nacional bruto estuvo determinado directamente por el adelanto tecnológico^{1,2}.

El incremento en la actividad científica y tecnológica solo es factible si se presta una atención especial al aspecto educativo. Últimamente los principales esfuerzos desarrollados en el campo educacional han estado orientados a combatir el analfabetismo, mejorar la educación primaria, así como hacer frente a la demanda de educación secundaria y técnica; siendo aún muy reducidos los gastos destinados a la educación superior.

Al respecto, se han realizado estudios acerca de la demanda de personal calificado, factores de la productividad y consecuencias del cambio tecnológico; sin embargo, aún no existe un inventario adecuado de

recursos humanos de nivel superior, ni estadísticas lo suficientemente confiables acerca de la oferta y la demanda de egresados universitarios.

Los beneficios de la educación superior se pueden estimar analizando los beneficiarios directos e indirectos de las instituciones educativas de este nivel (en general, las universidades):

- a) directos: estudiante
- b) indirectos: residentes de la localidad y de la zona de influencia

El beneficiario inmediato de la educación será el estudiante que en términos generales mejorará sus ingresos, obtendrá mayor satisfacción en su trabajo, elevará su nivel cultural y aumentará su productividad.

Así mismo, se puede mencionar como beneficiario al conjunto de residentes del estado o región de influencia, donde se localice la institución de educación superior, puesto que este conjunto captará gran parte de los profesionales egresados de la institución, los cuales intervendrán en su proceso de desarrollo económico y social. Debe aclararse que gran parte de los profesionales mencionados son emigrantes de otros estados o países que acudieron a recibir su educación superior en esa institución.

Otro tipo de beneficiarios son los residentes de otros estados (región de influencia), los cuales se benefician con los que regresan de universidades localizadas en otra entidad y regresan a desempeñar su profesión, o con el flujo de emigrantes de un estado a otro que ya cuenta con una institución de educación superior. Llegando a beneficiarse tambien con los cambios o adelantos de la tecnología, ya que las inovaciones

realizadas en un estado, son provechosas para otros mediante un intercambio tecnológico adecuado.

Dentro del gran número de problemas que afronta la educación nacional, uno de los más importantes es la creciente demanda educativa en cualquier nivel, que hace necesaria la estimación de recursos para satisfacerla. En este trabajo, se pretende estudiar el problema de asignación de recursos en la educación superior.

Una manera de estimar los recursos necesarios es a través de la construcción de modelos. El tipo que más se adapta al problema que se presenta, es el modelo simbólico; normalmente son los más sencillos de manejar experimentalmente. Cuando este tipo de modelo utiliza relaciones matemáticas para su presentación, generalmente se les denomina "Modelos matemáticos".

A continuación se describen brevemente las características de estos modelos y de su aplicación a la solución del problema educativo; características que motivan la construcción de este tipo de modelo^{2 1}.

1. Se aclaran las relaciones de los componentes de la institución y las políticas que utilizan los administradores universitarios.

Esto se logra por medio de un análisis de la estructura del sistema y de los procedimientos existentes del mismo. El modelo revela tendencias o cambios en la demanda, producción total y políticas educativas.

2. Sirve como guía en la elaboración de políticas futuras, proporcionando una herramienta para poder experimentar alternativas en la asignación de recursos; dichos experimentos se conocen con el nombre de simulación y se efectúan en máquinas computadoras.

3. Puede servir como base para simular la interacción entre los com-

ponetes de las instituciones de educación superior y la economía nacional.

En esta última parte, el modelo se utiliza como herramienta para investigar la demanda en la educación, que se establece por un desarrollo económico y social; así mismo el modelo sirve para experimentar con políticas nacionales, relacionadas con el desarrollo de la educación superior, en respuesta a los cambios económicos y sociales.

2. MARCO DE REFERENCIA

Dadas las características del desarrollo de la nación, ha contribuido a destacar, cada vez con mayor intensidad, la importancia de la educación en los procesos de cambio económico y social, cuando dicha educación se ajusta a las demandas nacionales.

Los esfuerzos que se realizan para lograr ese ajuste, eliminando el desfase entre los requerimientos de la sociedad y la educación actual, plantean la necesidad de definir, en términos claros y operativos, la forma en que debe funcionar un sistema educativo para poder integrarse a los procesos de desarrollo y cambio. O sea, es urgente resolver el problema que significa la definición de los objetivos educativos, que permitan operar por caminos bien definidos y con metas fijas.

Lo más importante en el desarrollo económico de un país son sus recursos humanos, los cuales necesitan de una preparación adecuada, que se consigue solo mediante un eficiente sistema educativo. Lo anterior se confirma con el hecho de que las inversiones que los gobiernos hacen en educación, tienden a crecer más rápidamente que la población y que el producto nacional bruto³¹,

Por otra parte, los recursos son siempre exigüos para lo que debería hacerse. Uno de los objetivos a plantear es la distribución óptima de los recursos, y los cambios que se planteen para esta mejor distribución deben cumplir con dos condiciones:

- a) que sean soluciones racionales
- b) que haya mayor eficacia en la utilización de los recursos

Se ha observado que los estudiantes, al elegir su área de estudios a nivel superior, lo hacen en forma arbitraria, lo cual provoca un uso inadecuado de los recursos financieros destinados al desarrollo de las habilidades humanas. Lo anterior ha provocado el desequilibrio existente entre las necesidades del país y el número de estudiantes en cada una de las ramas, dando como resultado el desempleo en algunas áreas y la escasez de profesionales en otras, lo que representa un desperdicio del recurso máspreciado en el desarrollo económico del país, que obliga a la importación o exportación del elemento humano, o al entrenamiento y traslado de personal.

Los aspectos mencionados en el párrafo anterior son algunos de los temas de la planeación educativa, que puede generalizarse, al campo de estudio que pretende conocer y organizar las actividades educativas para encaminarlas a lograr un objetivo con la mayor eficiencia; de lo que se infiere que el problema de la planeación educativa es más complejo que la simple asignación de recursos en los niveles superiores de educación y requiere, entre otros estudios, de un análisis del número de alumnos que demandarán educación superior. Ya que tanto la educación elemental como la media y superior se conjugan entre sí, no es posible avanzar en una sin

hacerlo en otra; esto implica la necesidad de una adecuada distribución del presupuesto para enseñanza en los tres niveles mencionados.

La planeación educativa es un proceso dinámico que debe revisarse en forma constante y sistemática, para buscar el uso adecuado de los recursos financieros que se destinan al desarrollo intelectual, técnico y científico del hombre. Hay que estar conscientes de la complejidad de este problema, ya que los resultados de los cambios se percibe 5 o 10 años después de realizarse.

La planeación educativa tiene como características fundamentales:

1. Constituirse en un proceso permanente
2. Ser un proceso integrado, es decir que considere todos los aspectos relativos del sistema educativo para el logro de sus objetivos
3. Ser un proceso que integre aquellos elementos de otros sistemas con los cuales guarde una dependencia
4. Involucrar todo un sistema de decisiones
5. Estar contenida en un proceso dinámico
6. Ser método anticipatorio en la toma de decisiones
7. Cubrir aspectos cuantitativos y cualitativos

Para iniciar la política de planeación educativa, hay que tomar en cuenta que es imposible si los planificadores no tienen claro, hacia qué clase social dirige su tarea planificadora. Es decir, cual es el tipo de hombre que pretende formar para una determinada sociedad. Se puede anotar aquí lo que expresó C. Mariategui⁴⁴: " La universidad es siempre la forma institucional en la que se refleja en todas sus consecuencias

la crisis misma de toda la sociedad, es allí donde consiguientemente tiene que hacerse visible toda la situación de la sociedad". Aquí es donde se hacen patentes los múltiples caminos que se ofrecen a una Universidad o a todo un sistema educativo.

Al inicio de una planeación educativa, se llama diagnóstico a la explicación y determinación del desfase entre una situación educativa real y una ideal, meta de esa planeación.

Las tendencias observadas del tiempo histórico actual conducen a la realización, más o menos próxima, de una sociedad industrial. Pero los rasgos que definen esa sociedad, ineludibles en algunos aspectos, dejan abierta la posibilidad de conformar los demás de manera diferente.

Se desprende, de lo anterior, que la actual universidad tiene que aceptar la diversidad de sus funciones e intensificar sus esfuerzos en cada una de ellas. Siendo sus funciones básicas:

1. Ampliar y perfeccionar la función de la enseñanza profesional. Considerando las necesidades previstas por los planes de desarrollo económico de la sociedad en que se encuentre situada.
2. Suplir y complementar las deficiencias de la enseñanza secundaria y así reforzar más su papel en la función cultural.
3. Empezar el cultivo de la ciencia pura y un amplio programa de investigaciones científicas, de los problemas de más urgente solución.

Al hablar de la planeación educativa, aparecen tres enfoques básicos: satisfacción, optimización, y adaptación. En los planteamientos iniciales de la planeación educativa se han utilizado principalmente los dos primeros enfoques que se traducen en políticas de acción.

1. Satisfacción

- 1.a) Satisfacción de la demanda de estudiantes. Es un enfoque social, consistente en el logro del libre acceso al sistema educativo de cualquiera que lo desee, sin más limitación, que esté capacitado para ello.
- 1.b) Satisfacción de la demanda de fuerza de trabajo. Este enfoque es de carácter económico, que pretende y considera que el sistema educativo abastece al sistema económico de personal calificado.

2. Optimización

Con este enfoque se puede analizar o simular el sistema educativo, para determinar el efecto que tienen las diferentes políticas y distribuciones de recursos en el rendimiento de la organización. La optimización debe partir de cierta medida de la utilidad de la educación, con algún criterio a optimizar el uso de los recursos de acuerdo a esa función de utilidad; una manera de efectuarlo sería a través de un análisis beneficio-costos, en el cual, se plantea que una inversión es justificable solo cuando los beneficios sociales son mayores que los costos.

3. Adaptación

Es conveniente planear las organizaciones y las operaciones para que no solo puedan adaptarse a los cambios mayores, en el futuro, sino también autoa

justarse a las fluctuaciones, a corto plazo, en las demandas que se hagan a las mismas.

El objeto es diseñar un sistema adaptable, que se pueda ir adaptando en forma dinámica a situaciones cambiantes en el medio (pero no al medio, ya que la universidad no está subordinada al medio).

Para el planteamiento de una planeación educativa en nuestro país, se deben considerar ciertas características del sistema educativo, como son:

- . Es de objetivos múltiples
- . Es dinámico
- . Forma parte del sistema social
- . Posee una relación estrecha con otros sistemas (por ejemplo, el económico y el político)
- . Posee gran número de elementos y relaciones entre ellos
- . Se realiza gran número de decisiones repetitivas
- . Muchos de sus elementos cambian frecuentemente de estado
- . Está centralizado administrativamente
- . Es un sistema que requiere de una inversión cuantiosa

Conjuntamente con las características del sistema educativo hay que tomar en cuenta ciertos intereses nacionales, tales como:

1. Capacidad nacional para incorporar al país en los avances científicos, tecnológicos y de otros tipos, que son requerimientos de la época actual.

2. Incrementar la producción en sus diversos sectores explotando adecuadamente las riquezas naturales y ampliando los mercados interiores y exteriores.
3. Alcanzar una justa distribución de la riqueza, elevando el nivel de vida de la población.
4. Dar a un mayor número, más y mejor educación.
5. Extender a los más amplios sectores de la población los servicios sociales y asistenciales.
6. Conformar una auténtica conciencia nacional.
7. Consolidar la participación efectiva del ciudadano en la vida pública.
8. Conocer la condición y naturaleza verdaderas de los principales problemas nacionales, y como se puede lograr su solución.
9. Disponer de profesionales, especialistas y técnicos, suficientes y capaces de participar en tareas y programas de acción; encaminados a la solución de los problemas nacionales.
10. Posibilidad de disponer de investigadores de alto nivel, que enriquezcan el pensamiento nacional y lo proyecten al exterior.
11. Capacidad para identificar los valores autóctonos y transmitirlos a las nuevas generaciones.

Esta exposición es enunciativa y no limitativa, de los intereses nacionales, observándose que todos están estrechamente relacionados

en el fondo y que dependen en esencia del problema educativo.

Para la planeación educativa nacional, existen ciertos "objetivos técnicos", que se pueden establecer como metas, que puedan ser evaluadas y comparadas; esto dentro de las instituciones de educación¹².

1. A través de su función docente.

- I) Promover el dinamismo y racionalidad característicos de su estructura, métodos y estilo pedagógicos; la formación de hábitos y actitudes que configuren un tipo humano capaz de convertirse en agente consciente del desarrollo
- II) Adecuar la estructura de su producto, por áreas de conocimiento, a las necesidades del desarrollo integral. Evitando el ajuste mecanicista a las demandas de mano de obra en un momento determinado, procurando satisfacer, en forma amplia y dinámica, las necesidades del desarrollo
- III) Ofrecer, en la mayor proporción posible, la oportunidad de la educación superior, con la variedad de niveles y campos, que la realidad del país haga recomendable
- IV) Proporcionar al alumno la información de mayor calidad y actualidad, para lograr y preservar el proceso de desarrollo autónomo de la nación

2. A través de su función de investigación.

- V) Vincularse, por sus actividades de investigación, a la resolución de los problemas del país, sin que

esto signifique condicionar la investigación en forma estrictamente utilitarista

3. A través de su función en la difusión cultural.
- VI) Contribuir a la elevación del nivel cultural, técnico y cívico de la población, por medio de sus actividades extracadémicas de difusión
4. Por su función crítica.
- VII) Actuar en un núcleo de análisis científico de la problemática del país y a través de su actividad libre, afinar planteamientos, señalar errores y ofrecer soluciones

Si se considera este conjunto de objetivos teóricos, como válido en las condiciones actuales, entonces se puede tomar como punto de partida para el análisis del sistema de educación profesional, anotando que dichos objetivos se deben identificar de acuerdo con los intereses de la nación y las características y circunstancias históricas.

Como se ha venido observando, el conjunto de objetivos y características de la educación de un país se puede desglosar al grado que se desee; conduciendo ha señalar la necesidad de emplear modelos, como los mencionados en el capítulo 1, y en los cuales la investigación de operaciones juega un papel importante.

Con base en los métodos cuantitativos, característicos de la investigación de operaciones, se fundamenta el estudio sistemático de la planeación educativa apreciándose, fundamentalmente, el empleo de modelos matemáticos que sean representativos del sistema educativo, o sea los que reflejen mejor su estructura.

En la elaboración de un modelo simbólico, que represente de un modo sencillo y fácil de operar el sistema en estudio, es necesario definir un plan de acción, que determine los lineamientos a seguir.

Fundamentalmente, el plan de acción, para la elaboración de un modelo, debe contener:

- a) Especificación clara de objetivos y metas
- b) Políticas de operación
- c) Determinación, generación y asignación de recursos
- d) Diseño de las estructuras organizativas
- e) Diseño de controles para la implantación

Dentro de esta secuencia, el tercer punto es el que ofrece grandes posibilidades de utilizar las técnicas de investigación de operaciones, donde, en términos generales, se consideran tres recursos básicos; humanos, físicos y financieros.

Aquí se plantean dos preguntas básicas:

Dados los objetivos, metas y políticas de operación: a) ¿qué recursos de cada tipo se requieren, cuándo y para qué? b) ¿cómo pueden adquirirse, generarse o distribuirse en forma óptima?

Resumiendo, dada la planeación educativa, esta implica fundamentalmente como uno de sus problemas principales: conocer cuáles son los recursos necesarios, en el futuro, para atender determinada población que requiere de los centros educativos.

3. ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA ATENDER A LA DEMANDA

Se ha planteado la importancia de la educación en el ámbito nacional, y que un sistema educativo, bien estructurado y planificado, redundará en un beneficio nacional tanto en el aspecto económico como social. Se ha indicado que uno de los principales problemas de la planeación educativa es la estimación de recursos, ya que una inadecuada distribución de estos tiene como resultado un desquiciamiento total del sistema educativo (cap 2).

La planeación futura de los recursos (humanos, físicos y financieros) puede tener objetivos como: prever gastos, programas de formación de profesores, construcciones, necesidades materiales, etc. En general, se presenta una necesidad inmediata de establecer cantidades fijas de recursos que se requieran o requerirán en un tiempo determinado, con el objeto de establecer planes de desarrollo, de acuerdo con la manipulación de ciertos factores que se llamarán "políticas de control", que se fijen tomando en cuenta la trayectoria de una institución o las políticas con las que desee trabajar.

Al manejarse las políticas de control dentro del sistema e-

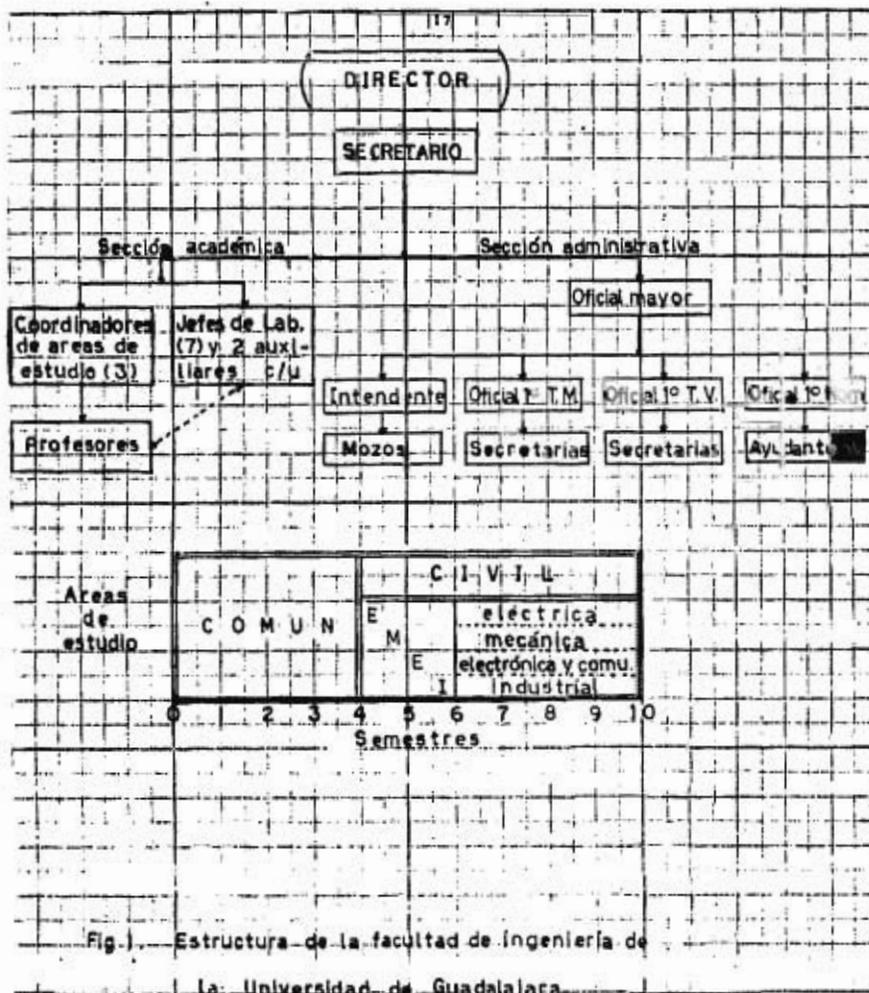
ducativo, este corresponderá con los cambios en sus características de entrada-salida.

3.1 Formulación del problema

El problema, en su aspecto básico, consiste en una estimación mediante un modelo matemático, de los recursos necesarios para atender a diferentes poblaciones estudiantiles dentro de una institución de educación superior, asociándoles un costo a dichos recursos.

Se desea dar una aplicación real a este problema, ya que se ha estudiado concretamente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Guadalajara. Los problemas que afronta dicha facultad, son similares a todos los que enfrentan el resto de las instituciones de la Universidad de Guadalajara. El hecho de plantear el problema para la facultad de ingeniería de la Universidad de Guadalajara, no quiere decir que el tipo de modelo al que se va a ajustar el presente trabajo, sea restrictivo para ese uso particular sino, por lo contrario, se estima que los problemas por los que atraviesan todas las dependencias de esta universidad, son similares, en esencia, a todos los que afrontan el resto de las universidades nacionales. En la fig 1 se puede apreciar la estructura de la facultad de ingeniería de la Universidad de Guadalajara.

Al determinar los recursos necesarios para atender una determinada población estudiantil, se pretende conocer el impacto en el costo de las diferentes políticas de distribución de recursos, o sea, cuál será el efecto en cambiar de grupos grandes a pequeños, o viceversa, que se nombren profesores de tiempo completo a los de tiempo parcial, elevar al número de profesores investigadores, aumentar el espacio disponible en aulas o laboratorios, etc. Considerando que cualquier cambio en una parte



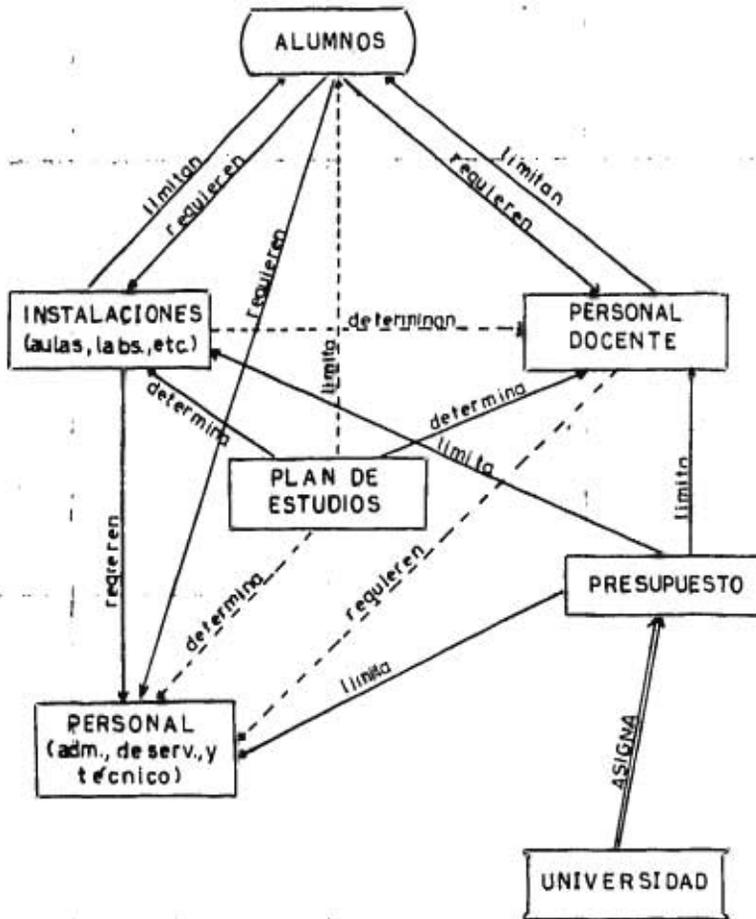


Fig 2. Modelo conceptual de una facultad.

del sistema (facultad) afecta a otras partes.

El propósito fundamental es conocer el impacto en el presupuesto de las instituciones de educación superior, cuando se cambian algunas variables o políticas de control.

La facultad de Ingeniería requiere conocer la cantidad de recursos que necesitará en el futuro para atender a diferentes cantidades de estudiantes, así como conocer los costos para diferentes políticas de asignación de recursos, con el objeto de hacer estimaciones de tipo presupuestal; además de que se plantea un problema de urgente solución, que es llevar a cabo un programa de formación de profesores.

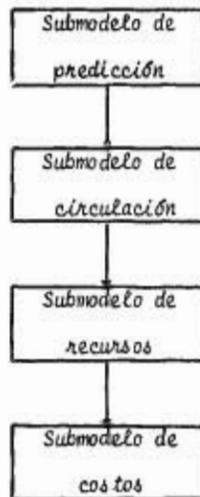
El funcionamiento de una facultad, así como de los factores que intervienen en ella, se pueden representar gráficamente mediante un modelo conceptual. Frecuentemente, estos modelos son diagramas que registran la concepción de qué variables son importantes y como se relacionan. En el modelo se observan los factores claros y concisos, indicándose que algunos limitan a otros, así como unos se encuentran determinados por otros. Este modelo se presenta en la figura 2.

3.2 Presentación del modelo general

La idea es utilizar un modelo que simule de alguna manera las relaciones entre los diferentes elementos que componen la universidad: profesores, alumnos, instalaciones, etc.

De este modo se tendrá un modelo de simulación del sistema educativo, en lo que se refiere a circulación de alumnos, relaciones de alumnos con recursos y relaciones de recursos y costo. Establecerá, a la vez, los flujos entre tipo de recurso.

La estructura de un modelo general de este tipo se puede enmarcar como sigue:



1. El submodelo de predicción se podría utilizar para efectuar pronósticos de población estudiantil en determinada institución, de acuerdo con las políticas de admisión y los factores externos que influyen en la demanda para la institución considerada.
2. En el submodelo de circulación, se puede mostrar la circulación de alumnos dentro de las diferentes etapas del proceso educativo.
3. El submodelo de recursos conduciría a una estimación de éstos en función del número de alumnos en cada etapa de aprendizaje.
4. El submodelo de costos asignaría costos unitarios a cada tipo de

recursos.

3.3 Propósitos del modelo

Los propósitos fundamentales que se persiguen en la elaboración de este modelo, se pueden enunciar como sigue:

- . Calcular el costo de diferentes alternativas de población, dados diferentes valores de variables del sistema educativo (por ejemplo, alumnos por profesor, metros cuadrados de oficina por profesor, metros cuadrados de aula por alumno, etc).
- . Dada cierta cantidad de variables y un presupuesto, determinar la asignación de dicho presupuesto a esas variables (esta no será la mejor asignación, ya que de este modo se tendría que evaluar la calidad de la educación).
- . Estimar poblaciones futuras en instituciones de educación superior.
- . Estimar costos de estas poblaciones con un plan de estudios y una "planta" dada.
- . Estimar la necesidad de diferentes tipos de recursos en un periodo de tiempo determinado.
- . Establecer planes de desarrollo.
- . Comparar alternativas desde el punto de vista de costos (por ejemplo, si se puede implantar un plan de estudios de cuatro años en lugar del actual de cinco, ¿qué representa esto en costos?, ¿hay alguna disminución?, y si la hay, ¿en qué?, etc).

En resumen, el propósito fundamental de este modelo es: la mejor distribución y asignación de recursos (humanos, físicos y financieros), dentro de instituciones de educación superior.

3.4 Limitaciones del modelo considerado

Este modelo tiene limitaciones, puesto que su función básica es analizar costos, no presentando ningún aspecto para la evaluación de beneficios.

De sus funciones, mencionadas en párrafos anteriores, se pueden citar: cálculo del presupuesto y estimación de recursos de un periodo de tiempo a otro; de aquí que el modelo tenga como objetivos fundamentales comparar costos y cantidades de recursos, pero en ningún caso para la determinación de beneficios.

Se tiene conciencia de que hay que estimar la calidad, eficiencia y beneficios de los sistemas educativos. Pero esto sería objeto de otro estudio. En una revisión de la literatura sobre problemas de la educación, se observa que en muy pocos trabajos se habla del aspecto beneficios, cuyo enfoque es de gran importancia y se puede considerar como objeto de una investigación original.

Con respecto al punto de beneficios, se puede mencionar lo que establece Gómez F., C.¹³, en su revisión bibliográfica:

1. Se puede decir que la mayoría de los estudios dedicados a la planeación educacional se concreta al análisis de problemas administrativos o económicos, sin considerar explícitamente el problema de calidad o eficiencia en el proceso de educación.
2. Cuando se propone algún indicador, tal como el incremento en los salarios, este resulta de difícil cuantificación en la práctica por no disponerse, especialmente en los países en desarrollo, de los datos estadísticos adecuados.
3. Los modelos que analizan costos y beneficios están orientados

hacia sistemas educacionales muy específicos (EIA, principalmente), lo cual hace imposible su aplicación en un medio sustancialmente diferente.

4. Es necesario hacer un análisis de la eficiencia del proceso educacional que considere dos fases principales: la eficiencia interna de las instituciones de educación superior y su contribución al desarrollo económico, no considerando la educación como una inversión más, sino como uno de los principales agentes del proceso de movilización social.

5. El análisis de la eficiencia o calidad del proceso educacional, implica la creación previa de sistemas eficientes de recopilación y procesamiento de datos.

Con base en lo anterior, se puede decir que si hay algunos intentos de medir el beneficio o calidad fuera del país, pero estos no han fructificado; por ejemplo, hay intentos de medir el beneficio de una institución de educación superior como contribución al desarrollo económico, o sea: el sobrante de lo producido por las empresas, sectores económicos, etc. es producto de la educación; pero esto es muy discutible.

Otra forma de efectuar esta medición sería: estimar el valor presente de los ingresos futuros de los que han estado en la universidad contra los que no han estado en ella, y esta sería la diferencia en el ingreso que produce una institución. Pero esto, en nuestro medio, es difícil de evaluar, ya que se trata de un país en el que no existe un mercado de profesionistas en el que se diga que un abogado o un ingeniero con determinada preparación gana tanto, etc. Estos puntos dependen de muchos factores, y utilizar estos indicadores, que poco se han empleado, no contribuirá mucho a la solución del problema.

Se reitera que efectuar un análisis de un sistema educativo

en el que se considere eficiencia y beneficio, debe ser motivo de una investigación original.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Con objeto de establecer el tipo de modelo que permita experimentar las diferentes alternativas en los sistemas bajo estudio, se presenta una revisión de la literatura referente al tema; a fin de seleccionar la más adecuada, de acuerdo a su calidad y eficiencia. En esta revisión bibliográfica, se consultó un conjunto de trabajos recientes, publicados en EUA, Canadá y México.

En la sección 4.2 se presenta la lista de las publicaciones consultadas.

4.1 Crítica de publicaciones

En esta revisión, los estudios tratan, especialmente, de la construcción, solución e implantación de modelos matemáticos, aplicados a la planeación educativa.

1. El trabajo de W. J. Platt (ref 1), que se refiere al análisis de sistemas educacionales, menciona que su propósito es invitar a los investigadores científicos a integrar el estudio de la educación dentro de sus labores.

Describe brevemente cómo la educación contribuye al desarro

ello de una nación; a la vez que establece una estrategia de la educación, indicando tres áreas de decisión que deben considerarse en la planeación educativa; presenta dichas áreas en forma de preguntas:

- a) ¿Qué porción de los recursos de la sociedad se debe invertir en la educación?
- b) ¿Cómo deben asignarse esos recursos para el logro de los objetivos del individuo y de la sociedad?
- c) ¿Qué tecnología y organización se debe utilizar?

Así mismo, menciona el gran mercado que tiene la investigación de la planeación educativa. Asentando que este campo de investigación requiere de gran cantidad de profesionistas especialmente preparados, para resolver esta clase de problema.

2. H. Correa (ref 2), describe cómo pueden ser utilizados los modelos en la planeación educativa, mencionando que un modelo es una descripción de un fenómeno real en términos de variables y de sus interrelaciones. Respecto a las variables menciona que estas son los elementos característicos de un fenómeno que ocurre en la realidad.

Divide a las variables en cuantitativas y cualitativas, con relación a su naturaleza, indicando la dificultad de establecer relaciones entre ellas. En lo referente al uso de modelos, considera tres posibles usos: en ciencia pura, estudios sociales, y planeación. Describe lo que considera como modelos de decisión y los usos de las matemáticas en la construcción de modelos. Considera los modelos de planeación educativa, y los divide en dos grupos: cuantitativos y cualitativos, emarcando dentro de estos, a los macro y micromodelos. Pone de manifiesto la dificultad que existe en la asignación de recursos en el sistema educativo, a

La vez que menciona la falta de índices satisfactorios para utilizarse en el campo educacional. Señala las divergencias que han surgido entre los autores que están en contra y a favor del empleo de modelos matemáticos en los sistemas educacionales, catalogándolos en diferentes clases. Específica que "un modelo puede ser cambiado ad infinitum si se usa la lógica en su análisis". Donde cualquier juicio personal se puede usar en su aplicación, si tal juicio se presenta en forma explícita. Finalmente, observa que el principal problema es definir las variables educacionales, cuantitativas o cualitativas, y las relaciones entre ellas, ya que con esto se tendrá una idea clara de lo que es el problema educativo.

El trabajo en sí presenta una idea del uso de modelos y teorías matemáticas, para la solución de problemas educacionales.

En otro trabajo de H. Correa [ref 3], se orienta a la descripción de indicadores de circulación de alumnos, examinando también algunos índices empleados comúnmente en los sistemas educacionales. En el trabajo no se encuentran definidas relaciones funcionales entre los indicadores, por lo que no se pueden establecer beneficios o calidades de la educación.

3. En los trabajos desarrollados en la Universidad Estatal de Michigan, elaborados por H. E. Koenig, M. G. Keeney, y R. Zarnoch (refs 4 y 5) se presenta un modelo económico de circulación, en instituciones educacionales.

Se describe el comportamiento característico de un sistema como un conjunto de relaciones de entrada-salida en función del tiempo, así como una presentación del estado interno del mismo. El modelo describe la utilización de los recursos básicos de una universidad: personal,

espacio, investigaciones, servicios públicos o técnicos, etc, donde las variables principales que intervienen son: flujo de estudiantes, personal docente y administrativo, trabajos de investigación, y varios tipos de facilidades y sus valores unitarios asociados, los que se expresan en términos monetarios.

Se puede decir que el modelo de flujos es muy completo a pesar de que no incluye el manejo de la calidad o eficiencia de la educación.

Finalmente, muestra que el modelo se puede utilizar como una representación del sistema educativo, como parte de la economía nacional.

4. R. Judy (ref 6) en su estudio menciona los avances con el modelo que elaboró conjuntamente con J. B. Levine (ref 7) y lo describe como nueva herramienta administrativa para proveer mejor información acerca de recursos (y sus costos implicados), planes y programas alternados en universidades. Menciona como se usó este modelo en la Universidad de Toronto, indica la estructura del modelo describiendo un sistema de recolección y procesamiento de datos estadísticos, y discute algunos problemas de su diseño y operación.

Se critica que no obstante mencionar medidas de utilidad en un principio, después no hace referencia a ellas.

5. Las publicaciones del Systems Research Group (refs 8 a 10) acerca del desarrollo de procesos de planeación educativa son de interés, puesto que han creado una serie de modelos en los que se analizan ampliamente dichos procesos.

Concretamente, uno de sus principales trabajos es la elaboración del modelo CONNECT/CAMPUS; consiste de un conjunto de subrutinas

que recopilan información para procesarla, convirtiéndose en un modelo general con gran diversidad de aplicaciones, tanto en la planeación educativa, como en cualquier sistema que requiera de organización en sus elementos y recursos.

Se puede decir que ese es uno de los modelos más generales, pero a pesar de que trata los aspectos beneficio y calidad, son puntos en los que su evaluación en forma general no es muy satisfactoria, ya que se refiere a problemas muy específicos que se encuentran enmarcados en determinado tipo de sociedad.

6. F. Bornholdt (ref 11) describe una técnica para el desarrollo de una metodología de planeación y un modelo para la Escuela Wharton. Combina una simulación de la estructura organizacional y flujos humanos materiales y económicos, con un estudio de la calidad de estudiantes e investigaciones que produce dicha escuela.

En general, se ocupa de describir la metodología y desarrollo para el modelo de simulación, pero el planteamiento matemático es casi nulo, con la restricción de que el enfoque del problema es muy particular a un tipo de modelo de plantel.

7. De la literatura editada en México se anota el artículo de J. I. Bustamante (ref 12), que propone un modelo de decisión para la asignación de recursos, anotando que "se supone hay una cantidad fija para la educación, no tratándose de decidir cómo distribuir las inversiones de un país"

Después propone "un modelo de beneficio-costos para asignar recursos, tomando como medida del beneficio de cada profesión, el ingreso total por concepto de sueldos que percibe el egresado durante su vida económica".

La crítica se puede presentar: que se dedica a hacer descripciones de los elementos, presentando correlaciones entre índices de recursos humanos y producto nacional bruto, los cuales distan mucho de la realidad nacional. Plantea el problema para sistemas educacionales muy diferentes al nacional, por lo que se considera que este trabajo le falta generalidad, pues los indicadores que se proponen no son de fácil obtención en países en vías de desarrollo.

8. En el artículo publicado por C. Gómez F. (ref 13), se plantea el problema en el sistema educativo como el de "Optimizar el empleo de los recursos humanos, físicos y financieros dado un cierto proceso de aprendizaje".

Presenta una descripción de cómo se enfoca dicho problema desde el punto de vista de la investigación de operaciones, y como se debe efectuar el trabajo para lograr mejor planeación educativa. Posteriormente, plantea un modelo matemático lineal con una estructura sencilla.

Menciona un punto de interés: "El modelo es solamente una versión inicial que puede emplearse como punto de partida para el establecimiento de prioridades en la información y para estudiar procesos de aprendizaje y efectos externos de las instituciones educativas".

El planteamiento del modelo se hizo con base en cuatro submodelos: a) calidad, b) circulación, c) recursos y d) costos.

El modelo en sí presenta una estructura sencilla y bastante general para el cumplimiento de su objetivo; se observa que al plantear el submodelo de calidad se mencionan ciertos indicadores de difícil evaluación dentro de nuestro sistema.

Partiendo de la revisión de la literatura de los diferentes

modelos, se optó emplear este último por ser el más sencillo y versátil, a la vez que es de fácil aplicación (se excluye el submodelo de calidad), considerando las necesidades y características nacionales.

Se tomó en cuenta que el resto de los modelos están orientados hacia sistemas muy específicos, por lo que su aplicación en un medio diferente y especial, como es el mexicano, es sumamente difícil.

4.2 Referencias

1. Platt, J. W., "Education-Rich Problems and Poor Manquets", Management Science, Vol 8, No 4 (jul 1962)
2. Correa, H., "Models and Mathematics in Educational Planning", UNESCO, World Year Book of Education (1967)
3. Correa, H., "Basis for the quantitative Analysis of the Educational System", Journal of Experimental Education, Vol 35, No 1 (1966)
4. Keeney, M. G., Koenig, H. E., and Zemach, R., "A state-space model for resource allocation in higher education", Michigan State University.
5. Keeney, M. G., Koenig, H. E., and Zemach, R., "A Systems approach to higher education", Michigan State University (1967)
6. Judy, R. W., "Simulation and Rational Resource Allocation in Universities", OECD (1967)
7. Judy, R. W., Levine, J. B., "A new tool for educational Administrators. A report to the Commission on the Financing of Higher Education", University of Toronto Press (1965)
8. SRG "CONNECT/CAMPUS" (Jun 1970)
9. SRG "The development and implementation of Campus, a computer-based Planning and Budgeting information Systems for Universities and Co-

lleges" (Ago 1970)

10. SRG "CONNECT/CAMPUS, a summary of Facts" (Nov 1970)

11. Bornholdt, F., "Model for the Wharton School of Finance and Commerce", University of Pennsylvania.

12. Bustamante, J. I., "Propuesta de un modelo de decisión para asignar recursos en educación", Instituto de Ingeniería, UNAM, No 1 (1969)

13. Gómez F., C., "Análisis de Sistemas Educativos", Boletín 12, IMPOS (1972)

5. FÓRMULACION DEL MODELO

5.1 Descripción general

El modelo matemático que se utilizará para la toma de decisiones dentro del sistema educativo, consta de los siguientes elementos:

1. Políticas (variables) de Control

Se refieren a todas las variables que pueden ser modificadas directamente por profesores y autoridades; por ejemplo, la cantidad de profesores de cierta categoría, el espacio disponible en aulas u oficinas, el contenido de un programa de estudios, etc.

2. Estudiantes

Se clasifican según la etapa de proceso de aprendizaje en que se encuentran y en un tiempo determinado.

3. Recursos

Incluyen el personal docente y administrativo, así como, las instituciones y equipo necesarios para las funciones que desarrolla la institución.

4. Costos

Se asocian costos a cada tipo de recursos en un periodo de

tiempo determinado.

Con estos elementos se puede construir un esquema que represente al modelo general (fig 3).

En la fig 3, se muestran los tres submodelos básicos que constituyen el modelo matemático considerado, los cuales se consideran como: a) de circulación, b) de recursos y c) de costos. Contribuyen a destacar tres variables principales que se toman en cuenta: alumnos, recursos y costos.

Para presentación más amplia de este modelo, en la fig 4 se presenta un modelo conceptual del mismo, en el que se establecen los puntos siguientes:

a) Submodelo de predicción

Servirá para estimar la demanda de estudiantes en una institución educativa; se ve afectado por gran cantidad de factores externos al sistema, como pueden ser: estudiantes en ciclos inferiores a los del sistema, demandas pasadas, etc.

Para la evaluación de las demandas, se pueden utilizar técnicas de correlación y regresión; en general se puede utilizar cualquier modelo estadístico, como puede ser el de mínimos cuadrados o técnicas más elevadas como las de Markov. Sin embargo, es preciso considerar que tales predicciones de la demanda estarán afectadas, generalmente, por las políticas de inscripción de cada institución; dándose el caso de que una predicción de la demanda puede ser completamente diferente al número de alumnos que realmente ingresen a la institución. (Este es un factor que se presenta comúnmente en la Universidad de Guadalajara.)

b) Submodelo de circulación



Fig 3. Esquema del modelo general

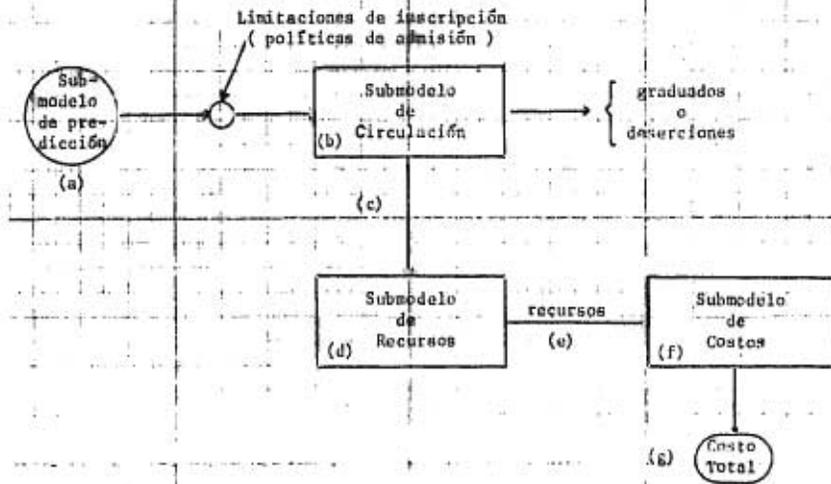


Fig 4. Modelo conceptual

Dentro de este submodelo, se determinará el movimiento de los alumnos dentro de la institución educativa, en las diferentes etapas de aprendizaje.

Los elementos que se utilizan aquí, son cadenas de Markov, tasas de reprobación y tasas de deserción.

c) Aquí es donde se interrelacionan los submodelos de circulación y de recursos; intervienen aquí parámetros que relacionan número de alumnos (por grado, por tipo, por área, etc.) con cantidad de instalaciones, personal docente, personal administrativo, etc. A estos parámetros se les ha denominado "políticas de control"

d) Submodelo de recursos

Este submodelo relaciona los recursos con el número de alumnos en cada etapa de aprendizaje, así como relaciones entre los mismos rerecursos. Obteniendo un flujo de recursos necesarios de un periodo de tiempo a otro $(t-1, t)$, así como los recursos necesarios en el periodo de tiempo t .

e) Aquí se establecen parámetros que relacionan rerecursos con costos; por ejemplo, pesos por metros cuadrados de aula, pesos por profesor de tiempo completo anuales, etc.

f) Submodelo de costos

Este es un simple modelo aritmético en el que se obtiene el costo para cada tipo de recursos.

g) Es la obtención del costo total que implica todo el modelo, al ser afectado por los parámetros que se hayan establecido. Este es el resultado del submodelo de costos.

5.2 Presentación del modelo matemático

Submodelo de circulación

Dentro de este submodelo es necesario un mecanismo que permita estimar la cantidad de solicitudes de admisión en el futuro (aquí se presentará un submodelo de predicción)

La estimación del número de personas que solicitarán su ingreso en el periodo de tiempo t , $A_a(t)$; se puede efectuar correlacionando $A_a(t)$ con algunos factores externos, a la vez que se efectúe un análisis estadístico (de $A_a(t)$), este análisis puede ser de mínimos cuadrados o cualquier otro método.

Si se indica por x_i los factores externos se tiene:

$$A_a(t) = a + \sum_i b_i x_i$$

donde a , b son constantes.

Para calcular el número de alumnos que realmente ingresan a la institución $A_o(t)$ se emplea un factor k , que represente el criterio de aceptación (políticas de admisión de la institución educativa), entonces:

$$A_o(t) = k A_a(t)$$

En el planteamiento del submodelo de circulación es necesario presentar el movimiento de alumnos dentro de las diferentes etapas de aprendizaje; entonces, se introducen las variables:

$A_i(t)$ número de alumnos en la etapa i en el periodo t

$P_{ij}^{(n)}$ probabilidad condicional de que el alumno que está en la etapa i pase a la etapa j en n periodos

Se supone que la circulación de alumnos se puede representar con un proceso de Markov. (La probabilidad condicional de un evento futu-

no solo depende de la situación actual del sistema.)

El número total de alumnos en cada periodo (ciclo) se puede calcular como sigue:

$A(t)$ vector de alumnos en el periodo t

$A'(t)$ vector auxiliar de alumnos en el periodo t

$P^{(n)}$ matriz de probabilidades de transición P_{ij}

donde:

$A(t) = \{A_0(t), A_1(t), A_2(t), \dots, A_n(t)\}$

$A'(t) = \{A_0(t+1), 0, 0, \dots, -A_n(t)\}$

(vector auxiliar que permite sumar los nuevos ingresos y sustraer el número de alumnos que se gradúan o desertan.)

$A_n(t)$ indican alumnos que desertan en el periodo t

Empleando notación matricial:

$$A(t+1) = \{A(t) \cdot P\} + A'(t)$$

que es la expresión para pronosticar el número de alumnos en periodos futuros.

Submodelo de recursos

A los recursos necesarios para el funcionamiento de la institución, que se estiman en función del número de alumnos en las diferentes etapas educativas, se les llamará recursos variables. El resto de los recursos es independiente del número de alumnos (recursos fijos) y puede ser constante o que dependa a su vez de otros recursos.

Se emplean los variables siguientes:

$R_B(t)$ cantidad total del recurso B en el periodo t

$R_B^f(t)$ cantidad fija del recurso B en el periodo t

$R_B^v(t)$ cantidad variable del recurso B en el periodo t

$\gamma_{si}(t)$ factor que relaciona la cantidad necesaria del recurso s con el número de alumnos en la etapa i durante el periodo t (política de control)

$\gamma_{s1}(t)$ factor que relaciona la cantidad necesaria del recurso s con la cantidad del recurso $1, R_1(t)$ en el periodo t (política de control)

Al combinar estas variables se obtiene:

$$R_s(t) = R'_s(t) + R''_s(t) \quad (1)$$

$$R''_s(t) = \sum_i \gamma_{si}(t) A_i(t) + \sum_1 \gamma_{s1} R_1(t) \quad (2)$$

sustituyendo la ec 1 en la 2:

$$R_s(t) = R'_s(t) + \sum_i \gamma_{si}(t) A_i(t) + \sum_1 \gamma_{s1} R_1(t) \quad (3)$$

Dentro de cada uno de los recursos se distinguen diferentes tipos o categorías; por ejemplo, en el recurso personal docente habrá: profesores de tiempo completo, profesores de tiempo parcial, etc. Se usarán las variables:

$R_{sr}(t)$ cantidad del recurso s de tipo r en el periodo t

$R'_{sr}(t)$ cantidad fija de $R_{sr}(t)$

$R''_{sr}(t)$ cantidad variable de $R_{sr}(t)$

$\gamma_{sr}(t)$ factor que indica el porcentaje de tipo r del recurso s (políticas de control)

por lo tanto:

$$R_{sr}(t) = \gamma_{sr} R_s(t) \quad (4)$$

y los recursos necesarios de un periodo a otro son:

$$RNPAO = R_{sr}(t) - R_{sr}(t-1)$$

que se calculan de acuerdo con las ecs 3 y 4.

Submodelo de costos

Para la asignación de costos unitarios se emplearán las variables:

$C_{sr}(t)$ costo unitario del recurso s de tipo r en el periodo t

$C'_{sr}(t)$ costo unitario de "operación" (recursos existentes) del recurso s de tipo r en el periodo t

$C''_{sr}(t)$ costo unitario de "adquisición" (recursos no existentes) del recurso s de tipo r en el periodo t

$C_t(t)$ costo total en el periodo t

se tiene entonces:

$$C_t(t) = \sum_s \sum_r (C_{sr}(t) \cdot R_{sr}(t))$$

y

$$C_{sr}(t)R_{sr}(t) = C'_{sr}(t) \cdot R_{sr}(t) + C''_{sr}(t) \cdot RNPAO_{sr}$$

entonces,

$$C_t = \sum_s \sum_r \{C'_{sr}(t)R_{sr}(t) + (C''_{sr}(t) \cdot RNPAO_{sr})\}$$

5.3 Variables principales

Dentro del modelo se consideran "inicialmente" las siguientes variables principales:

Recursos (R_s)

R_1 personal docente

R_2 personal administrativo

R_3 espacio disponible en aulas, en metros cuadrados

R_4	número de laboratorios
R_5	personal técnico
R_6	personal de servicio
R_7	espacio disponible para oficinas, en metros cuadrados
R_8	material y equipo (número de unidades)

Es importante considerar un orden al establecer el tipo de recursos; como en este caso, los recursos R_7 y R_8 dependen de los anteriores.

Dentro de cada tipo de recurso se observan las categorías $\{R_{sr}\}$ siguientes:

$R_{1,1}$	coordinadores de área de estudio
$R_{1,2}$	profesores de tiempo completo
$R_{1,3}$	profesores de tiempo parcial
$R_{1,4}$	profesores investigadores
$R_{2,1}$	director y secretario
$R_{2,2}$	oficial mayor
$R_{2,3}$	oficial primero
$R_{2,4}$	secretarias
$R_{5,1}$	jefes de laboratorio
$R_{5,2}$	ayudantes de laboratorio
$R_{5,3}$	personal de mantenimiento en laboratorios

$R_{0,1}$	intendente
$R_{0,2}$	mozos
$R_{0,1}$	unidades de material y equipo destinados al personal docente
$R_{0,2}$	unidades de material y equipo destinados al personal administrativo
$R_{0,3}$	unidades de material y equipo destinados al personal de servicio, aulas y oficinas
$R_{0,4}$	unidades de material y equipo destinados a laboratorios

Políticas de control

Dentro de las principales políticas de control que se pueden enunciar, se presentan las siguientes:

$\gamma_{0,i}$	factor que relaciona la cantidad necesaria del recurso s con el número de alumnos en la etapa i en el periodo t
$\gamma_{1,i}$	número de profesores por alumno en la etapa i
$\gamma_{2,i}$	número de elementos de personal administrativo por alumno en la etapa i
$\gamma_{3,i}$	metros cuadrados de aula por alumno en la etapa i
$\gamma_{4,i}$	número de laboratorios por alumno en la etapa i
$\gamma_{5,i}$	número de personal técnico por alumno en la etapa i
$\gamma_{6,i}$	número de elementos de personal de servicio por alumno en la etapa i

- $\gamma_{7,i}$ metros cuadrados de oficina por alumno en la etapa i
- $\gamma_{8,i}$ número de unidades de material y equipo por alumno en la etapa i
- $\gamma_{8,1}$ factor que relaciona la cantidad necesaria del recurso s con la cantidad del recurso 1, $(R_1(t))$ en el periodo t para $s = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \neq 0$
- $\gamma_{7,1}$ metros cuadrados de oficina por elemento de personal docente
- $\gamma_{7,2}$ metros cuadrados de oficina por elemento de personal administrativo
- $\gamma_{8,1}$ unidades de material y equipo por elemento de personal docente
- $\gamma_{8,2}$ unidades de material y equipo por elemento de personal administrativo
- $\gamma_{8,3}$ unidades de material y equipo por metro cuadrado de aula
- $\gamma_{8,4}$ unidades de material y equipo por laboratorio
- los restantes $\gamma_{s,1}$ son igual a cero (inicialmente)
- $\gamma_{s,r}$ factor que indica el porcentaje de tipo r del recurso s

en este punto se puede enunciar, por ejemplo:

- $\gamma_{1,1}$ 4 por ciento de coordinadores de área del recurso personal docente

- $Y_{1,2}$ 33 por ciento de profesores de tiempo completo del recurso personal docente
- $Y_{1,3}$ 61 por ciento de profesores de tiempo parcial del recurso personal docente
- $Y_{1,4}$ 2 por ciento de profesores investigadores del recurso personal docente

Es importante observar que esta descripción de las variables principales que intervienen en el modelo matemático, es enunciativa y no limitativa, por lo que a esta lista se le puede aumentar o disminuir el número de sus elementos.

La intención de efectuar esta división de elementos, se basa en la aplicación particular del modelo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Guadalajara.

6. PRESENTACION DEL PROGRAMA

En este capítulo se presenta el programa que simula la utilización de recursos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Guadalajara.

El programa contiene los puntos básicos del modelo matemático que se ha descrito: submodelo de circulación de alumnos, submodelo de recursos y submodelo de costos.

En la situación actual de la Facultad de Ingeniería, no fue posible utilizar un submodelo de predicción, ya que las estadísticas sobre demanda y egresados de preparatorias (que concurren a la Universidad de Guadalajara), no fue posible de obtenerlas; esto es factible pero se necesita un equipo de personal que colabore en esta tarea.

Después de presentar el modelo general y su diagrama de flujo (fig 5), se adjunta un programa para ajustar un conjunto de datos estadísticos a una curva de mínimos cuadrados, o uno similar (de los que hay muchos ya en biblioteca), se pueden utilizar en la elaboración de pronósticos de población.

Debe destacarse que las políticas de admisión de la Facul-

tad de Ingeniería, se sujetan a cambios continuos imprevistos, dadas las características de la universidad, pero se considera que si puede funcionar un modelo de pronóstico.

Las características operacionales del modelo general, se describen a continuación:

1. El primer dato que se proporciona es el número de periodos que se quieren simular (NT) y se lee con un formato I3.
2. Se proporciona el número de alumnos de primer ingreso (A0(t)) en los periodos T-1, T, T+1, ..., T+N, los cuales se leen con un formato 10 F 7.0.
3. Se lee el número de ciclos educativos que se considere más uno (N) con un formato I3.
4. Se proporciona el vector de alumnos (A1(t)) en el periodo T, añadiendo en el último término (An(t)), el número de deserciones, con formato 6F 7.0.
5. Se proporciona la matriz de probabilidad de transición Pij; proporcionando desde J=1, ..., N y desde I=1, ..., N; el formato es 6F7.4.
6. Se lee el número de recursos (NS) y el número máximo de tipos de recursos (NR), con formato 2 I 3.
7. A continuación se proporcionan las políticas de control:

γ_{si}	$s = 1, \dots, ns$;	$i = 1, \dots, n$
γ_{sl}	$s = 1, \dots, ns$;	$l = 1, \dots, ns$
γ_{sr}	$s = 1, \dots, ns$;	$r = 1, \dots, nr$
8. Se leen los recursos fijos en el periodo T ($R^i_s(t)$), y los existentes en el periodo T-1 ($R^i_s(t-1)$), con un formato 8 F 10.4
9. Se leen los costos de operación ($C^i_{sr}(t)$) y de adquisición

$\{C^{sr}(t)\}$ durante el periodo T , donde $s = 1, \dots, n_s$ y $r = 1, \dots, n_r$ con un formato 8F 10.2.

10. Se proporciona el presupuesto total de la facultad, con un formato F13.3.

El tiempo de proceso en la máquina B 6700 es de 7 seg, y el de entrada / salida es de 9 seg.

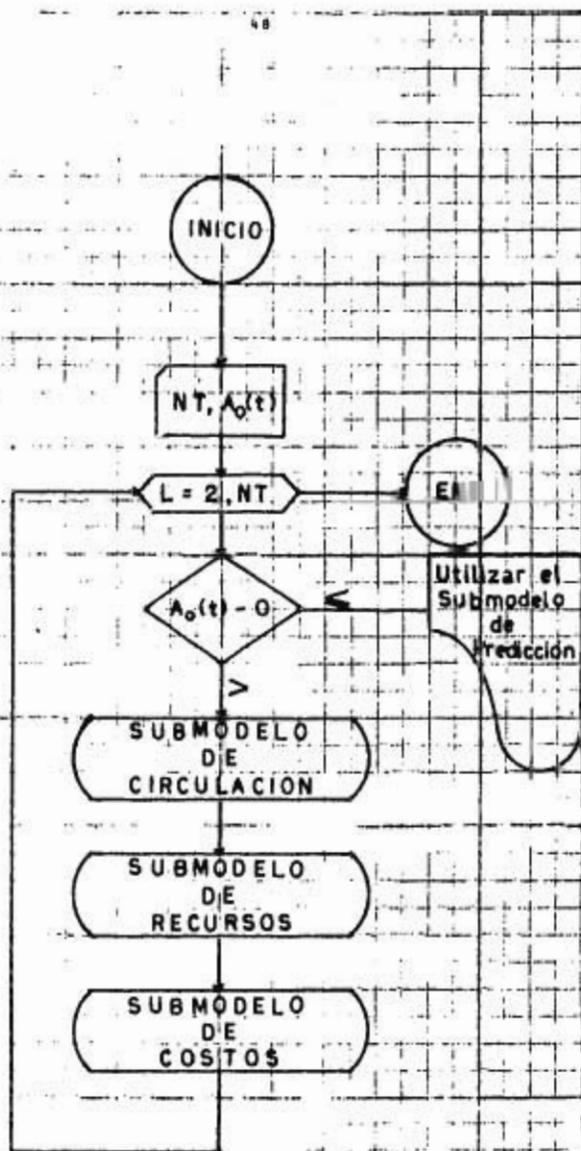


Fig 5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL
MODELO GENERAL

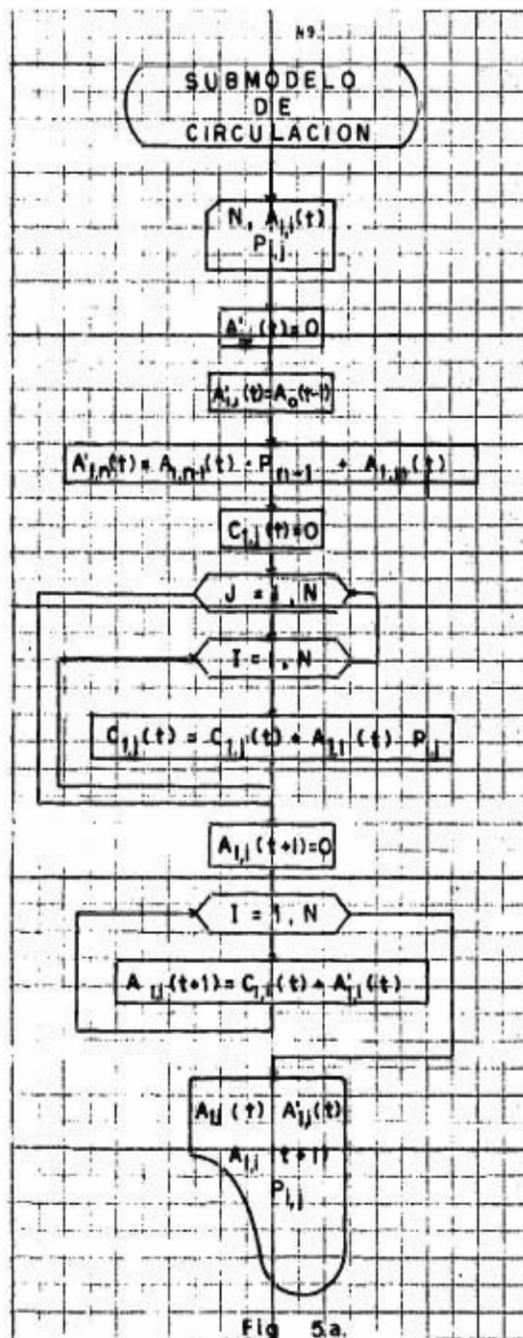


Fig 5a.

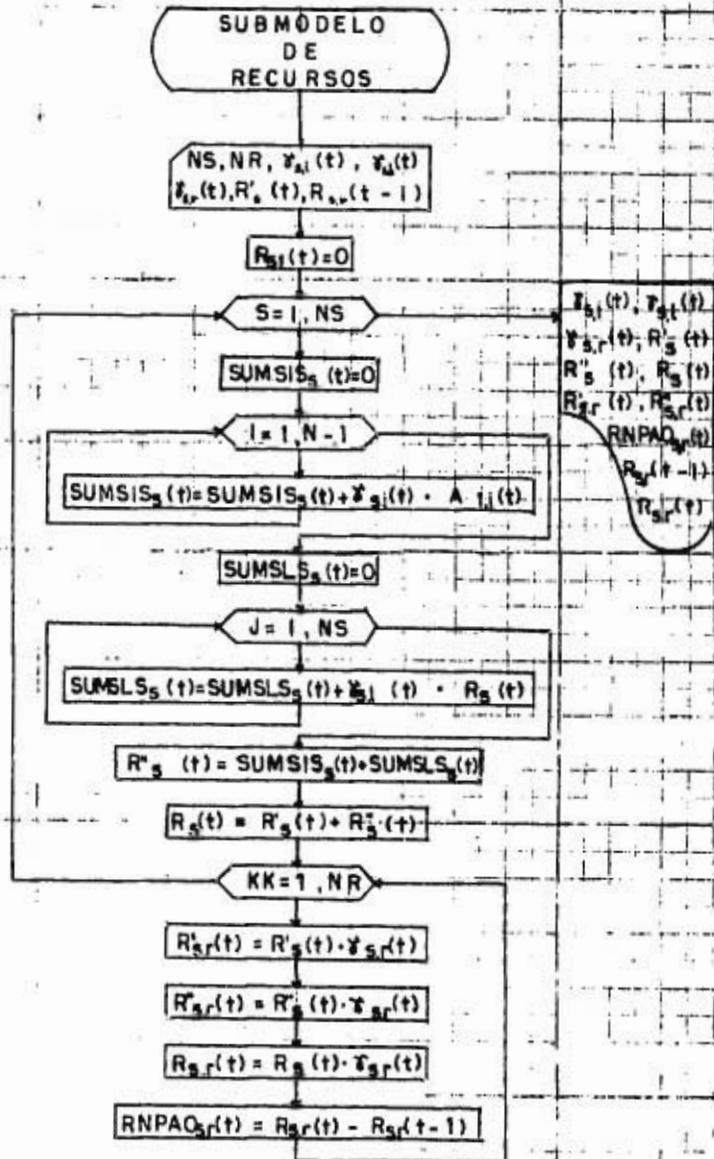


Fig 5.b.

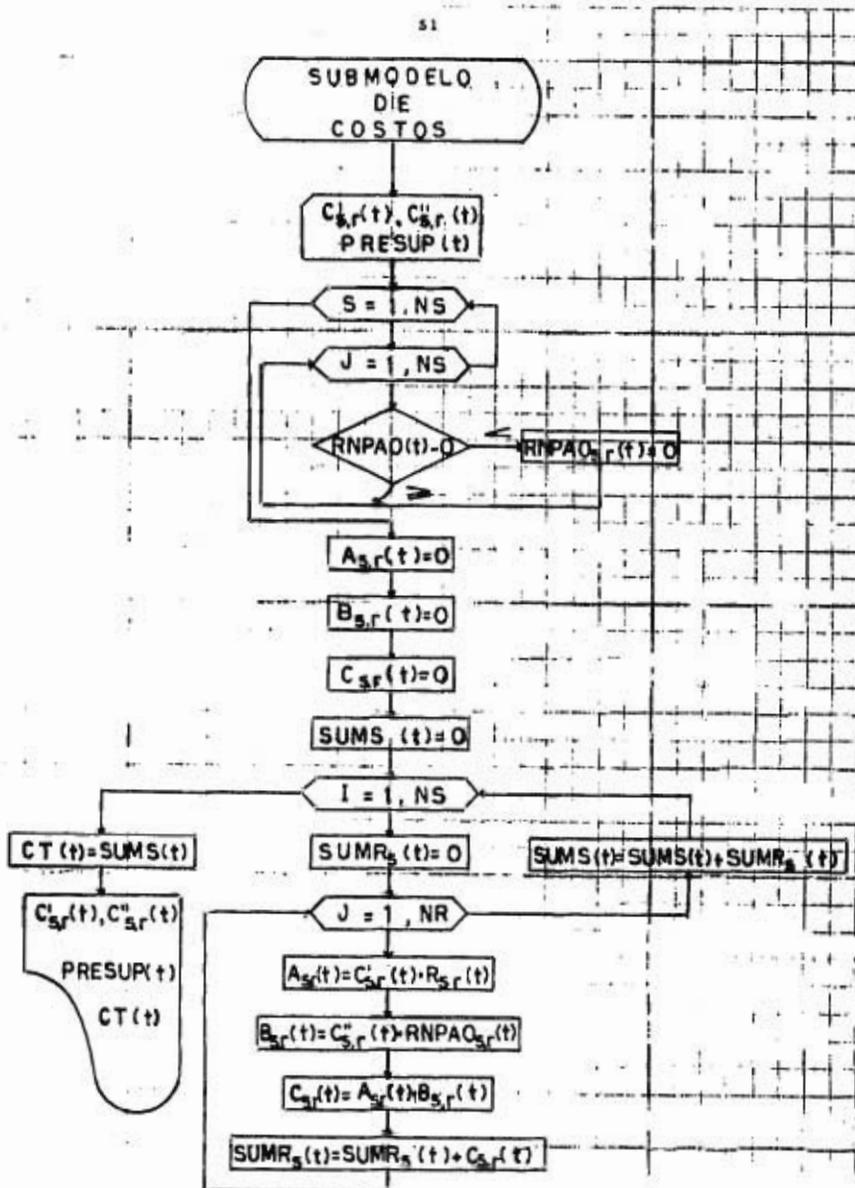


Fig 5. c.

```

1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..
1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..
1146..1146..
1146..1146..
1146..1146..
1146..1146..
1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..
1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..1146..

```

```

? USER 1146/
? COMPILE ERA/ERU FORTRAN
? FORTRAN PROCESS 300
? FORTRAN ID 120
? PROCESS 590
? ID 300
? RCL

```

```

04152154 PRINCIPIO DE PROCESO,
ESTADO DE CUENTA
PRCCESADOR DISPONIBLE UTILIZADO
08:00:05 01:59:55
E / S 09:37:24 00:22:16
04153121 FIN DE PROCESO TIEMPO DE PRCCESADOR = 00:00:05 * TIEMPO DE E/S = 00:00:07

```

```

VGL100000 652020301
MDRILINE 0000001000000 73079 73079 000000000000 86500 1
MDR2F00020002001100000000000000002650 00

```

% SET OLOPHIO
% SET RCD

MARZO MARTE5/20/73 04:52 AM
C 0001000015
C 0001000015

NONREENTRANT FORMAT START OF SEGMENT 002
NONREENTRANT FORMAT ARRAY IS 00FD LONG
NONREENTRANT FORMAT ARRAY IS 00EA LONG

FILE S=I146,UNIT=READEH

MODEL GENERAL

C DIMENSION A0(10)

C DIMENSION A(1,6,10),AP(1,6,10),P(10,10,10)

C DIMENSION C(1,6,10)

C DIMENSION GSI(20,6,10),GSL(20,20,10),GSR(20,10,10),RPS(20,10)

C DIMENSION RSR(20,10,10),RBS(20,10),RNPAD(20,10,10),RS(20,10)

C DIMENSION SUHSIS(20,10),SUHSLT(20,10),RRPS(20,10)

C DIMENSION RPSR(30,10,10),RRPSR(30,10,10)

C DIMENSION CPSR(30,10,10),CRPSR(30,10,10),SUHS(10)

C DIMENSION ASR(30,20,10),BSR(30,20,10),CSR(30,20,10)

C DIMENSION SUHR(30,10),CT(10),PRESUP(10)

C INTEGER S

C NT ES EL NUMERO DE PERIODOS A CONSIDERAR EN LA SIMULACION

C A0(1) ES EL NUMERO DE ALUMNOS DE PRIMER INGRESO EN EL PERIODO I

C 1 FORMAT(I3)

C 2 FORMAT(10F7,0)

C READ 1,NT

C READ 2,(A0(I),I=1,3)

C DD 100 L=2,NT

C 13 IF (A0(2)=0)11,11,12

C 11 PRINT 49

49 FORMAT (65HNO HAY DATOS DE PRIMER INGRESO, UTILIZAN EL MODELO DE
IPREDDICION)

C STOP

C 12 READ 1,N

C SUBMODELO DE CIRCULACION DE ALUMNOS

C AL REFERIRSE A=A(I,NT),I ES EL GRADO ACADÉMICO Y NY EL PERIODO DE

C TIEMPO QUE SE QUIERE ESTIMAR

C N ES EL NUMERO DE CICLOS EDUCATIVOS QUE SE CONSIDERAN+1

C READ 3,(A(1,I,L),I=1,N)

C 3 FORMAT (68Z,0)

C READ 4,(C(I,J,L),J=1,N),I=1,N)

C 41 FORMAT(6F7,4)

C A(1,I,L)=0.0

C A(1,I,L)=A0(L+1)

C A(1,N,L)=((C(1,H,I,L)+P(H=1,N,L)+A(1,N,L)))

C PASO SIGUIENTE JAJY QUE INCLUIR UNA MULTIPLICACION DE MATRIZ Y YEC=

C FOR=1,I,L)=P(1,J,L)

C C(1,J,L)=0.0

C DD 90 J=1,N

C DD 90 I=1,N

C 90 C(1,J,L)=C(1,J,L)+A(1,I,L)*P(I,J,L)

C A(1,I,L)=0.0

C DD 89 I=1,N

C 89 A(1,I,L+1)=C(1,I,L)+A(1,I,L)

C PRINT 200

C PRINT 201

C PRINT 4,(A(1,I,L),I=1,N)

FILE IS 00D6 LONG

START OF SEGMENT 002

ARRAY IS 00FD LONG

ARRAY IS 00EA LONG

C 0021000010

FILE IS 0005 LONG

C 0021002210

```

A FOMHAT (SX, dHA(I,T))=(,oF7,1,1H),/
PRINT 202
PRINT 300,(AP(I,L),I=1,H)
300 FOMHAT (SX, oHAP(I,T))=(,oF7,1,1H),/
PRINT 203
PRINT 301,(AC(I,L),I=1,H)
301 FOMHAT (SX, 10HA(I,T))=(,oF7,1,1H),/
PRINT 204
PRINT 40,(H(I,J),J=1,H),I=1,H)
44 FOMHAT (SX, 7HP(I,J))=(,2X,oF7,4,2X),/
PRINT 205
C SUBINDELO DE RECURSOS
C NS=NUMERO DE RECURSOS A CONSIDERAR, NR=NUM. DE TIPOS DE RECURSO MAX
C
READ 9,NS,NR
READ 5,((QS(I,I,L),S=1,NS),I=1,S)
READ 5,((QL(S,L,L),S=7,NS),L=1,NS)
READ 5,((GR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
READ 6,((RPS(S,L),S=1,NS),((RSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
RS(I,L)=0,0
DO 91 S=1,NS
SUMS(S,L)=0,0
DO 80 I=1,H-1
80 SUMS(S,I)=SUMS(S,L)+QS(I,I,L)+A(I,I,L)
SUMSL(S,L)=0,0
DO 70 J=1,NS
70 SUMSL(S,L)=SUMSL(S,L)+QL(S,J,L)+RS(J,L)
RPS(S,L)=SUMS(S,L)+SUMSL(S,L)
NS(S,L)=RPS(S,L)+RPS(S,L)
DO 60 KK=1,NR
RPS(S,KK,L)=RPS(S,L)+GR(S,KK,L)
RPSR(S,KK,L)=RPS(S,L)+GR(S,KK,L)
RSH(S,KK,L)=RPS(S,L)+GR(S,KK,L)
60 RNPAS(S,KK,L)=RSH(S,KK,L)+RSH(S,KK,L)
91 CONTINUE
PRINT 206
PRINT 207
PRINT 208
PRINT 209
PRINT 210
PRINT 102,((QS(I,I,L),S=1,NS),I=1,H)
PRINT 211
PRINT 104,((QL(S,L,L),S=7,NS),L=1,NS)
PRINT 212
PRINT 103,((GR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
PRINT 205
PRINT 213
PRINT 105,((RPS(S,L),S=1,NS)
PRINT 214
PRINT 109,((RPS(S,L),S=1,NS)
PRINT 215
PRINT 110,((RSH(S,L),S=1,NS)
PRINT 216
PRINT 107,((RPSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
PRINT 217
PRINT 108,((RPSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
PRINT 218
PRINT 101,((RSH(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
PRINT 219
PRINT 111,((RSH(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
C 0021009012
C 002100A111
C 0021000212
C 002100H212
C 0021000611
C 0021006792
C 002100C712
C 0021000811
C 002100C014
C 002100E014
C 002100E413
C 0021000413
C 002100C413
C 002100F213
C 0021010714
C 0021011011
C 0021012214
C 0021014F14
C 0021015115
C 0021015310
C 0021015514
C 0021015710
C 0021016212
C 0021016510
C 0021016610
C 0021017111
C 0021017813
C 0021017F15
C 0021018110
C 0021018A13
C 0021019410
C 0021019012
C 002101AA10
C 002101AC11
C 002101B010
C 002101B313
C 002101B712
C 002101B811
C 002101BF10
C 002101C715
C 002101D811
C 002101D914
C 002101F111
C 002101F415
C 0021020A11
C 0021020L10
C 0021021115
C 0021022412
C 0021022811
C 0021023912
C 0021023011
C 0021024E12
C 0021025211
C 0021026714
C 0021026B13
C 0021028111
C 0021028510
C 0021029A11
C 0021029E10

```

```

PRINT 205
PRINT 220
PRINT 100*((RHPAO(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
9 FORMAT(2I3)
5 FORMAT (8F10.4)
6 FORMAT (8F10.4)
101 FORMAT (5X,11HRS(S,R,T)=3X,8F12.4,2X,/)
102 FORMAT (5X,11HGS(S,R,T)=3X,8F12.4,2X,/)
103 FORMAT (5X,11HGR(S,R,T)=3X,8F12.4,2X,/)
104 FORMAT (5X,12HGL(S,L,T)=2X,8F12.4,2X,/)
105 FORMAT (5X,11HRS(S,T)=5X,8F12.4,2X,/)
106 FORMAT (5X,13HHPAO(S,R,T)=1X,8F12.4,2X,/)
107 FORMAT (5X,12HPSR(S,R,T)=2X,8F12.4,2X,/)
108 FORMAT (5X,13HPSR(S,R,T)=8F12.4,2X,/)
109 FORMAT (5X,10HHP(S,T)=4X,8F12.4,2X,/)
110 FORMAT (5X,2HRS(S,T)=0X,8F12.4,2X,/)
111 FORMAT (5X,13HRS(S,R,T=1)=8F12.4,2X,/)
C
SURHONEL DE COSTOS
READ 31,((CPSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
READ 31,((CPSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
READ 35,PRESUP(L)
C
PARA EVITAR COSTOS NEGATIVOS, PUESTO QUE ESOS RECURSOS YA EXISTEN
00 97 S=1,NS
00 97 J=1,NR
IF(RHPAO(S,J,L)=0)96,97,97
96 RHPAO(S,J,L)=0,0
97 CONTINUE
ASR(I,J,L)=0,0
BSR(I,J,L)=0,0
CSR(I,J,L)=0,0
SUMS(L)=0,0
00 55 I=1,NS
SUMR(I,L)=0,0
00 56 J=1,NR
ASR(I,J,L)=CPSR(I,J,L)+HSR(I,J,L)
BSR(I,J,L)=CPSR(I,J,L)+HHPAO(I,J,L)
CSR(I,J,L)=ASR(I,J,L)+BSR(I,J,L)
SUMR(I,L)=SUMR(I,L)+CSR(I,J,L)
56 CONTINUE
SUMS(L)=SUMS(L)+SUMR(I,L)
55 CONTINUE
CT(L)=SUMS(L)
PRINT 221
PRINT 222
PRINT 77,((CPSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
PRINT 223
PRINT 78,((CPSR(S,R,L),S=1,NS),R=1,NR)
PRINT 79,CT(L),PRESUP(L)
PRINT 224
IF(CT(L)-PRESUP(L))71,72,73
71 PRINT 112
GO TO 100
72 PRINT 114
GO TO 100
73 PRINT 113
77 FORMAT (5X,12HCPS(S,R,T)=2X,8F12.4,2X,/)
78 FORMAT (5X,13HCPS(S,R,T)=8F12.4,2X,/)
79 FORMAT (5X,35HLL COSTO TOTAL EN EL PERIODO T ES=2X,F13.3,///
15X,45HLL RECURSOS DISPONIBLE EN EL PERIODO T ES=2X,F13.3,///)
31 FORMAT(8F10.4)

```

```

C 0021020314
C 0021020313
C 0021020312
C 0021020311
C 0021020310
C 0021020309
C 0021020308
C 0021020307
C 0021020306
C 0021020305
C 0021020304
C 0021020303
C 0021020302
C 0021020301
C 0021020300
C 0021020299
C 0021020298
C 0021020297
C 0021020296
C 0021020295
C 0021020294
C 0021020293
C 0021020292
C 0021020291
C 0021020290
C 0021020289
C 0021020288
C 0021020287
C 0021020286
C 0021020285
C 0021020284
C 0021020283
C 0021020282
C 0021020281
C 0021020280
C 0021020279
C 0021020278
C 0021020277
C 0021020276
C 0021020275
C 0021020274
C 0021020273
C 0021020272
C 0021020271
C 0021020270
C 0021020269
C 0021020268
C 0021020267
C 0021020266
C 0021020265
C 0021020264
C 0021020263
C 0021020262
C 0021020261
C 0021020260
C 0021020259
C 0021020258
C 0021020257
C 0021020256
C 0021020255
C 0021020254
C 0021020253
C 0021020252
C 0021020251
C 0021020250
C 0021020249
C 0021020248
C 0021020247
C 0021020246
C 0021020245
C 0021020244
C 0021020243
C 0021020242
C 0021020241
C 0021020240
C 0021020239
C 0021020238
C 0021020237
C 0021020236
C 0021020235
C 0021020234
C 0021020233
C 0021020232
C 0021020231
C 0021020230
C 0021020229
C 0021020228
C 0021020227
C 0021020226
C 0021020225
C 0021020224
C 0021020223
C 0021020222
C 0021020221
C 0021020220
C 0021020219
C 0021020218
C 0021020217
C 0021020216
C 0021020215
C 0021020214
C 0021020213
C 0021020212
C 0021020211
C 0021020210
C 0021020209
C 0021020208
C 0021020207
C 0021020206
C 0021020205
C 0021020204
C 0021020203
C 0021020202
C 0021020201
C 0021020200
C 0021020199
C 0021020198
C 0021020197
C 0021020196
C 0021020195
C 0021020194
C 0021020193
C 0021020192
C 0021020191
C 0021020190
C 0021020189
C 0021020188
C 0021020187
C 0021020186
C 0021020185
C 0021020184
C 0021020183
C 0021020182
C 0021020181
C 0021020180
C 0021020179
C 0021020178
C 0021020177
C 0021020176
C 0021020175
C 0021020174
C 0021020173
C 0021020172
C 0021020171
C 0021020170
C 0021020169
C 0021020168
C 0021020167
C 0021020166
C 0021020165
C 0021020164
C 0021020163
C 0021020162
C 0021020161
C 0021020160
C 0021020159
C 0021020158
C 0021020157
C 0021020156
C 0021020155
C 0021020154
C 0021020153
C 0021020152
C 0021020151
C 0021020150
C 0021020149
C 0021020148
C 0021020147
C 0021020146
C 0021020145
C 0021020144
C 0021020143
C 0021020142
C 0021020141
C 0021020140
C 0021020139
C 0021020138
C 0021020137
C 0021020136
C 0021020135
C 0021020134
C 0021020133
C 0021020132
C 0021020131
C 0021020130
C 0021020129
C 0021020128
C 0021020127
C 0021020126
C 0021020125
C 0021020124
C 0021020123
C 0021020122
C 0021020121
C 0021020120
C 0021020119
C 0021020118
C 0021020117
C 0021020116
C 0021020115
C 0021020114
C 0021020113
C 0021020112
C 0021020111
C 0021020110
C 0021020109
C 0021020108
C 0021020107
C 0021020106
C 0021020105
C 0021020104
C 0021020103
C 0021020102
C 0021020101
C 0021020100
C 0021020099
C 0021020098
C 0021020097
C 0021020096
C 0021020095
C 0021020094
C 0021020093
C 0021020092
C 0021020091
C 0021020090
C 0021020089
C 0021020088
C 0021020087
C 0021020086
C 0021020085
C 0021020084
C 0021020083
C 0021020082
C 0021020081
C 0021020080
C 0021020079
C 0021020078
C 0021020077
C 0021020076
C 0021020075
C 0021020074
C 0021020073
C 0021020072
C 0021020071
C 0021020070
C 0021020069
C 0021020068
C 0021020067
C 0021020066
C 0021020065
C 0021020064
C 0021020063
C 0021020062
C 0021020061
C 0021020060
C 0021020059
C 0021020058
C 0021020057
C 0021020056
C 0021020055
C 0021020054
C 0021020053
C 0021020052
C 0021020051
C 0021020050
C 0021020049
C 0021020048
C 0021020047
C 0021020046
C 0021020045
C 0021020044
C 0021020043
C 0021020042
C 0021020041
C 0021020040
C 0021020039
C 0021020038
C 0021020037
C 0021020036
C 0021020035
C 0021020034
C 0021020033
C 0021020032
C 0021020031
C 0021020030
C 0021020029
C 0021020028
C 0021020027
C 0021020026
C 0021020025
C 0021020024
C 0021020023
C 0021020022
C 0021020021
C 0021020020
C 0021020019
C 0021020018
C 0021020017
C 0021020016
C 0021020015
C 0021020014
C 0021020013
C 0021020012
C 0021020011
C 0021020010
C 0021020009
C 0021020008
C 0021020007
C 0021020006
C 0021020005
C 0021020004
C 0021020003
C 0021020002
C 0021020001
C 0021020000

```

35 FORMAT(F13,3) C 00210387,2

113 FORMAT(8X,35)EL COSTO TOTAL EXCEDE AL PRESUPUESTO) C 00210387,2

114 FORMAT(8X,31)EL PRESUPUESTO ESTA EQUILIBRADO) C 00210387,2

112 FORMAT(8X,27)EL PRESUPUESTO ESTA SOBREPASADO) C 00210387,2

200 FORMAT (///9X,28)MODELO MATEMATICO PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS, C 00210387,2

1/16X,34)EN LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA, C 00210387,2

2/20X,26)UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, C 00210387,2

3//16X,34)DURANTE EL CICLO ESCOLAR 1971-1972,2X) C 00210387,2

201 FORMAT (///12X,35)SUBMODELO DE CIRCULACION DE ALUMNOS,/// C 00210387,2

18X,56)SE CONSIDERA I=1 A 5, DONDE I=6 INDICA FUERA DEL SISTEMA,/// C 00210387,2

28X,53)VECTORES DE ALUMNOS EN EL GRADO I, DURANTE EL PERIODO T,2X) C 00210387,2

202 FORMAT (8X,42)VECTORES AUXILIAR DE ALUMNOS EN EL PERIODO T,8X, C 00210387,2

160)SUMA LOS NUEVOS INGRESOS Y RESTA LOS GRADUADOS O DESERCIÓNES) C 00210387,2

203 FORMAT (8X,43)VECTORES DE ALUMNOS EN EL GRADO I, DURANTE EL, C 00210387,2

12) PERIODO T,1,2X,/) C 00210387,2

204 FORMAT (8X,38)MATRIZ DE PROBABILIDADES DE TRANSICIÓN,2X,/) C 00210387,2

205 FORMAT (1H,1) C 00210387,2

206 FORMAT (///12X,21)SUBMODELO DE RECURSOS,2X,/) C 00210387,2

207 FORMAT (8X,51)EN ESTE SUBMODELO SE CONSIDERAN 8 TIPOS DE RECURSOS, C 00210387,2

1/8X,21)HR(1)=PERSONAL DOCENTE,8X,20)HR(2)=PERSONAL ADMINISTRATIVO, C 00210387,2

2/8X,52)HR(3)=ESPACIO DISPONIBLE EN AULAS (METROS CUADRADOS), C 00210387,2

3/8X,27)HR(4)=NUMERO DE LABORATORIOS,8X,21)HR(5)=PERSONAL TECNICO, C 00210387,2

4/8X,25)HR(6)=PERSONAL DE SERVICIO,8X,24)HR(7)=ESPACIO EN OFICINAS, C 00210387,2

5/9H (METROS CUADRADOS),8X,33)HR(8)=MATERIAL Y EQUIPO (UNIDADES),/ C 00210387,2

6/8X,56)ALGUNOS RECURSOS TIENEN CATEGORIAS COMO R(S,R), R MAX,=8, C 00210387,2

7/8X,25)HR(1,1)=COORDINADOR DE AREA,8X,26)HR(1,2)=PROF. DE TPO. COMP., C 00210387,2

8/8X,26)HR(1,3)=PROF. DE TPO. PARC.,8X,20)HR(1,4)=PROF. INVEST.,2X) C 00210387,2

208 FORMAT (8X,20)HR(2,1)=DIRECTOR Y SECRETARIO,8X,14)HR(2,2)=OFICIAL, C 00210387,2

16) HAYUN,8X,22)HR(2,3)=OFICIAL PRIMERU,8X,18)HR(2,4)=SECRETARIAS, C 00210387,2

2/8X,27)HR(5,1)=JEFE DE LABORATORIO,8X,20)HR(5,2)=AYUDANTES DE, C 00210387,2

3/11)LABORATORIO,8X,41)HR(5,3)=PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN LABS., C 00210387,2

4/8X,18)HR(6,1)=INTECHENTE,5X,12)HR(6,2)=HOROS,8X,12)HR(6,1)=U, DE, C 00210387,2

5/36) HAT, Y EQUIPO PARA PERSONAL DOCENTE,8X,17)HR(6,2)=U, DE HAT., C 00210387,2

6/32) HAT, Y EQUIPO PARA PERSONAL ADMNITVO.,8X,20)HR(6,3)=U, DE HAT, Y, C 00210387,2

7/50)EQUIPO PARA AULAS, OFICINAS Y PERSONAL DE SERVICIO,8X,5)HR(6,4), C 00210387,2

63)H)=U, DE HAT, Y EQUIPO PARA LABORATORIOS,2X) C 00210387,2

209 FORMAT (//8X,20)POLITICAS DE CONTROL,8X,21)GANANHA (S,1), GANHA(S, C 00210387,2

15)HR), GANHA (S,2),8X,31)DONDE S=1 A 8, R=1 A 4, L=1 A 8,2X,///) C 00210387,2

210 FORMAT (8X,46)FACTOR QUE RELACIONA LA CANTIDAD NECESARIA DEL, C 00210387,2

13)RECURSO S CON,8X,35)EL NUMERO DE ALUMNOS EN LA ETAPA I, C 00210387,2

220)DURANTE EL PERIODO T,8X,21)POLITICA DE CONTROL,2X,/) C 00210387,2

211 FORMAT (8X,46)FACTOR QUE RELACIONA LA CANTIDAD NECESARIA DEL, C 00210387,2

13)RECURSO S CON,8X,40)LA CANTIDAD DEL RECURSO L (R(L,T)) EN EL, C 00210387,2

210) PERIODO T,8X,21)POLITICA DE CONTROL,2X,/) C 00210387,2

212 FORMAT (8X,45)FACTOR QUE INDICA EL PORCENTAJE DE TIPO R DEL, C 00210387,2

110) RECURSO S,8X,21)POLITICA DE CONTROL,2X,/) C 00210387,2

213 FORMAT (8X,43)CANTIDAD FIJA DE RECURSO S EN EL PERIODO T,2X,/) C 00210387,2

214 FORMAT (8X,47)CANTIDAD VARIABLE DEL RECURSO S EN EL PERIODO T,/) C 00210387,2

215 FORMAT (8X,44)CANTIDAD TOTAL DEL RECURSO S EN EL PERIODO T,2X,/) C 00210387,2

216 FORMAT (8X,26)CANTIDAD FIJA DE R(S,R,T),2X,/) C 00210387,2

217 FORMAT (8X,29)CANTIDAD VARIABLE DE R(S,R,T),2X,/) C 00210387,2

218 FORMAT (8X,47)CANTIDAD DE RECURSO S DE TIPO R EN EL PERIODO T,/) C 00210387,2

219 FORMAT (8X,49)CANTIDAD DE RECURSO S DE TIPO R EN EL PERIODO T,1,/) C 00210387,2

220 FORMAT (8X,49)RECURSOS NECESARIOS DE UN PERIODO A OTRO DEL, C 00210387,2

119)RECURSO S DE TIPO R,2X,/) C 00210387,2

221 FORMAT (///12X,19)SUBMODELO DE COSTOS,2X,///) C 00210387,2

222 FORMAT (8X,49)COSTO UNITARIO DE OPERACION (RECURSOS EXISTENTES), C 00210387,2

1/8X,39)DEL RECURSO S DE TIPO R EN EL PERIODO T,2X,/) C 00210387,2

223 FORMAT (8X,50)COSTO UNITARIO DE ADQUISICION (RECURSOS NO EXISTEN, C 00210387,2

1)ANTES),8X,39)DEL RECURSO S DE TIPO R EN EL PERIODO T,2X,/) C 00210387,2

124 FDRHAT (/8X,12HPDR LO TANT0,2X,/)
100 CONTINUE
STOP
END

C 002103H7,2
C 002103B7,2
C 002103G9,3
C 002103A1,2
RECENTRANT FDRHAT SEGMENT ON) IS 000E LONG
NONRECENTRANT FDRHAT ARRAY IS 00AB LONG

0021043414 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002103B3
0021043610 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002103AF
0021043712 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002103AA
0021043814 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002103A1
0021043910 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210391
0021043B12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021037C
0021043C14 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210378
0021043E10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210362
0021043F12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021035E
0021044014 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021035A
0021044210 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002102F8
0021044312 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002102E6
0021044414 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210280
0021044610 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210288
0021044712 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210287
0021044814 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210283
0021044A10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021029C
0021044B12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021029A
0021044C14 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210285
0021044E10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210281
0021044F12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210268
0021045014 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210267
0021045210 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210252
0021045312 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021024C
0021045414 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021023D
0021045610 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210239
0021045712 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210226
0021045814 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210224
0021045A10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210211
0021045B12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021020E
0021045C14 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0021020A
0021045E10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101F4
0021045F12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101F1
0021046014 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101DB
0021046210 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101D8
0021046312 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101C2
0021046414 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101BF
0021046610 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101BB
0021046712 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101B7
0021046814 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101B3
0021046A10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210180
0021046B12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002101AC
0021046C14 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210132
0021046E10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210110
0021046F12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210107
0021047014 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100F2
0021047210 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100E4
0021047312 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100C0
0021047414 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100E8
0021047610 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100C7
0021047712 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100R6
0021047814 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100R2
0021047A10 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 002100A1
0021047B12 15 THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 00210090

START OF SEGMENT 005
SEGMENT 005 IS 0011 LONG

59

NO ERRORS DETECTED. NUMBER OF CARDS = 235.
COMPILATION TIME = 22 SECONDS ELAPSED. 5.07 SECONDS PROCESSING.
D2 STACK SIZE = 8 WORDS. FILESIZE = 140 WORDS. ESTIMATED CORE STORAGE REQUIREMENT = 45003 WORDS.
TOTAL PROGRAM CODE = 1206 WORDS. ARRAY STORAGE = 44378 WORDS.
NUMBER OF PROGRAM SEGMENTS = 4. NUMBER OF DISK SEGMENTS = 68.
PROGRAM CODE FILE = ERA/EPU, COMPILER COMPILED ON 02/14/73

MODELO MATEMATICO PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS
EN LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

60

DURANTE EL CICLO ESCOLAR 1971-1972

SUBMODELO DE CIRCULACION DE ALUMNOS

SE CONSIDERA I=1 A 5, DONDE I=6 INDICA FUERA DEL SISTEMA

VECTORES DE ALUMNOS EN EL GRADO I, DURANTE EL PERIODO T
 $A(I,T) = (1121.0 \quad 901.0 \quad 817.0 \quad 681.0 \quad 571.0 \quad 8.0)$

VECTORES AUXILIAR DE ALUMNOS EN EL PERIODO T
SUMA LOS NUEVOS INGRESOS Y RESTA LOS GRADUADOS O DESERCCIONES
 $AP(I,T) = (1200.0 \quad 0.0 \quad 0.0 \quad 0.0 \quad 0.0 \quad 577.3)$

VECTORES DE ALUMNOS EN EL GRADO I, DURANTE EL PERIODO T+1
 $A(I,T+1) = (1348.0 \quad 1012.4 \quad 777.1 \quad 813.4 \quad 680.5 \quad 81.4)$

MATRIZ DE PROBABILIDADES DE TRANSICION

$P(I,J) = 0.1320 \quad 0.8147 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0525$

$P(I,J) = 0.0000 \quad 0.1100 \quad 0.8600 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0300$

$P(I,J) = 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0028 \quad 0.9956 \quad 0.0000 \quad 0.0016$

$P(I,J) = 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.9967 \quad 0.0033$

$P(I,J) = 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0030 \quad 0.9970$

$P(I,J) = 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000$

SUBMODELO DE RECURSOS

41

EN ESTE SUBMODELO SE CONSIDERAN 8 TIPOS DE RECURSOS

R(1)=PERSONAL DOCENTE
R(2)=PERSONAL ADMINISTRATIVO
R(3)=ESPACIO DISPONIBLE EN AULAS (METROS CUADRADOS)
R(4)=NUMERO DE LABORATORIOS
R(5)=PERSONAL TECNICO
R(6)=PERSONAL DE SERVICIO
R(7)=ESPACIO EN OFICINAS (METROS CUADRADOS)
R(8)=MATERIAL Y EQUIPO (UNIDADES)
ALGUNOS RECURSOS TIENEN CATEGORIAS COMO R(S,R), R MAX.=4
R(1,1)=COORDINADOR DE AREA
R(1,2)=PROF. DE TPO, COMP.
R(1,3)=PROF. DE TPO, PARC.
R(1,4)=PROF. INVEST.
R(2,1)=DIRECTOR Y SECRETARIO
R(2,2)=OFICIAL MAYOR
R(2,3)=OFICIAL PRIMERO
R(2,4)=SECRETARIAS
R(5,1)=JEFES DE LABORATORIO
R(5,2)=AYUDANTES DE LABORATORIO
R(5,3)=PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN LABS.
R(6,1)=INTENDENTE, R(6,2)=MOZOS
R(8,1)=U. DE MAT. Y EQUIPO PARA PERSONAL DOCENTE
R(8,2)=U. DE MAT. Y EQUIPO PARA PERSONAL ADMNITIVO,
R(8,3)=U. DE MAT. Y EQUIPO PARA AULAS, OFICINAS Y PERSONAL DE SERVICIO
R(8,4)=U. DE MAT. Y EQUIPO PARA LABORATORIOS

RECURSOS NECESARIOS DE UN PERIODO A OTRO DEL RECURSO S DE TIPO R

RNPAQ(S,R,T)=	0.4364	-0.7727	-636.2000	0.0568	1.1935	0.0142	336.3800	1633.8730
RNPAQ(S,R,T)=	1.3506	-0.0795	0.0000	0.0000	1.1935	0.1225	0.0000	7450.8095
RNPAQ(S,R,T)=	0.4057	0.0683	0.0000	0.0000	-2.1591	0.0000	0.0000	1633.8730
RNPAQ(S,R,T)=	-0.2818	3.4665	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7450.8095

SUBMODELO DE COSTOS

COSTO UNITARIO DE OPERACION (RECURSOS EXISTENTES)
DEL RECURSO S DE TIPO R EN EL PERIODO T

CPSR(S,R,T)=	33000.0000	78000.0000	1.0000	500.0000	13800.0000	13800.0000	1.0000	1.0000
CPSR(S,R,T)=	63600.0000	26400.0000	0.0000	0.0000	9000.0000	12546.0000	0.0000	1.0000
CPSR(S,R,T)=	30000.0000	23460.0000	0.0000	0.0000	13000.0000	0.0000	0.0000	1.0000
CPSR(S,R,T)=	40000.0000	18500.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

COSTO UNITARIO DE ADQUISICION (RECURSOS NO EXISTENTES)
DEL RECURSO S DE TIPO R EN EL PERIODO T

CBPSR(S,R,T)=	33000.0000	78000.0000	600.0000	600.0000	13800.0000	13800.0000	600.0000	1.0000
CBPSR(S,R,T)=	63360.0000	26400.0000	0.0000	0.0000	9000.0000	12546.0000	0.0000	1.5000
CBPSR(S,R,T)=	30000.0000	23460.0000	0.0000	0.0000	13000.0000	0.0000	0.0000	1.0000
CBPSR(S,R,T)=	45000.0000	18500.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.5000

EL COSTO TOTAL EN EL PERIODO(T)ES = 5288344.826

EL PRESUPUESTO DISPONIBLE EN EL PERIODO T ES = 4537101.600

POR LO TANTO

EL COSTO TOTAL EXCEDE AL PRESUPUESTO

```

II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..
II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..
II46..II46..
II46..II46..
II46..II46..
II46..II46..
II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..
II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..II46..

```

YA/HERD. (PROGRAMA 0005948)

```

? USER II46/
? COMPILE YA/HERD FORTRAN
? FORTRAN PROCESS 300
? FORTRAN IO 120
? PROCESS 590
? IO 300

```

```

* BCL
04152149 PRINCIPIO DE PROCESO,
ESTADO DE CUENTA PROCESADOR DISPONIBLE UTILIZADO
E / S 04:00:10 01:59:50
09:37:31 00:22:29
04153114 FIN DE PROCESO TIEMPO DE PROCESADOR = 00:00:02 * TIEMPO DE E/S = 00:00:03

```

```

VOL1000000 652020301 1
HDRLINE 0000001000000 73079 73079 000000000000 B8500
HORZF00020000200110000000000000000002670 00

```



```

SUBROUTINE SLEQ1(N,DET,A,DELTA)
SUBROUTINA PARA REDUCCION Y EVALUACION DE DETERMINANTES
C PDR GAUSS=JORDAN
C NUMERO DE ECUACIONES=N; M=N, Y DET=1, SI
C LO QUE SE DESEA ES UNICAMENTE EL DETERMINANTE, DE OTRO MODO
C DET=2 Y M=N+1
C INTEGER DET
C DIMENSION A(20,21)
M=N+1
GO TO (3,6),DET
3 M=N
C INICID DEL DETERMINANTE
6 DELTA=1.0
DO 12 K=1,M
DELTA=DELTA*A(K,K)
KP1=K+1
DO 9 J=KP1,M
9 A(K,J)=A(K,J)/A(K,K)
IF(KP1.GT.M)GO TO 13
DO 12 I=KP1,N
DO 12 J=KP1,M
12 A(I,J)=A(I,J)-A(I,K)*A(K,J)
13 IF(DET.EQ.1)GO TO 18
NM1=N-1
DO 15 IND=1,NM1
K=N+1-IND
NM1=N-1
DO 15 I=1,KM1
15 A(I,M)=A(I,M)-A(I,K)*A(K,M)
18 RETURN
END

```

```

START OF SEGMENT 006
C 00610000:0
C 00610001:2
C 00610006:3
C 00610007:2
C 00610007:2
C 00610008:0
C 00610009:0
C 0061000C:5
C 0061000E:1
C 0061000F:0
C 00610017:3
C 00610018:5
E 0061001A:0
C 0061001B:0
C 0061002A:5
C 0061002C:0
C 0061002D:2
C 0061002E:0
C 0061002F:9
C 00610030:5
C 00610032:0
C 0061003F:4
C 00610040:1
SEGMENT 006 IS 0049 LONG

```

64

START OF SEGMENT 007
SEGMENT 007 IS 000F 0NG

NO ERRORS DETECTED. NUMBER OF CARDS = 67.
COMPILATION TIME = 19 SECONDS ELAPSED. 1.54 SECONDS PROCESSING.
02 STACK SIZE = 7 WORDS. FILESIZE = 140 WORDS. ESTIMATED CORE STORAGE REQUIREMENT = 1016 WORDS.
TOTAL PROGRAM CODE = 230 WORDS. ARRAY STORAGE = 620 WORDS.
NUMBER OF PROGRAM SEGMENTS = 7. NUMBER OF DISK SEGMENTS = 14.
PROGRAM CODE FILE = YA/NERU, COMPILER COMPILED ON 02/14/73

7. CONCLUSIONES

1. Se debe hacer énfasis en que el modelo resuelve únicamente problemas de costos; por tanto, la utilidad de las diferentes alternativas solo se puede estimar en forma subjetiva, siendo los responsables, de esta estimación, los administradores universitarios. Así el modelo es un instrumento para la planeación y no de planeación.

2. En la medida en que el modelo es instrumento para la planeación, será de utilidad para que la Comunidad Universitaria se percate de las relaciones entre sus elementos constitutivos, y de esta manera le permite conocer tanto la estructura de la Universidad como sus problemas.

3. Asimismo, puede emplearse como instrumento de predicción, que se puede afinar mediante análisis futuros.

4. Debe servir de base para crear un sistema de recolección de datos, según las necesidades, para que el modelo opere en forma óptima en un plazo de 4 a 5 años.

5. Dado que el modelo puede adaptarse a sistemas de cómputo, debe ser probado, mejorado, etc., en diferentes situaciones reales, puesto que esta es solo una presentación preliminar.

6. Para mejorar el modelo es recomendable incluir un submodelo de predicción de demanda de nuevo ingreso, que opere con métodos más confiables.

7. Se debe intentar el proceso que rige la circulación o flujo de los alumnos a partir de matrices de transición.

Los dos puntos anteriores se refieren fundamentalmente a subrutinas de predicción y de transición.

8. A partir de la implantación del modelo debe realizarse una investigación respecto de la eficiencia y calidad educativa, lo cual puede iniciarse mediante indicadores poco aproximados.

9. El modelo será aplicado en el departamento de Planeación y Desarrollo próximo a crearse en la Universidad de Guadalajara.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Ackoff, R. L., "Toward and Idealized University", Third version, University of Pennsylvania, 1967.
2. Ackoff, R. L., Sasieni, M., "Fundamentos de la Investigación de Operaciones", Limusa - Wiley, México, 1971.
3. Arden, W. B., Astill, N. K., "Numerical Algorithms, origins and applications", Addison - Wesley, 1970.
4. Brown, R., "Smoothing, forecasting and prediction", Prentice - Hall, 1963.
5. Bustamante, J. I., "Propuesta de un modelo de decisión para asignar recursos en Educación", Instituto de Ingeniería, No. 1, UNAM, 1969.
6. Bornholdt, F., "Model for the Wharton School of Finance and Commerce", University of Pennsylvania.
7. "CAMPLIS 1980 - The shape of the future in American Higher Education", Delacorte Press, New York, 1969.
8. Correa, H., "Models and Mathematics in Educational Planning", UNESCO, World Year Book of Education, 1967.
9. Correa, H., "Basis for the Quantitative Analysis of the Education

al System", *Journal of Experimental Education*, vol.35, No. 1, 1966.

10. Díaz de Cossío, R., "Una concepción dinámica de la Universidad", Instituto de Ingeniería, UNAM, 1969.

11. Domínguez R., J. E., "Los objetivos y las etapas del proceso de planificación de la enseñanza superior", *Revista de la educación superior* No. 1, ANUTES, 1972.

12. Fuentes M., O., "Sobre los objetivos del sistema de educación superior en México", *Revista de la educación superior*, No. 1, ANUTES, 1972.

13. Gómez F., C., "Análisis cuantitativo de la planeación educacional. Revisión bibliográfica", *Revista Mexicana de Sociología*, No. 1, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM, 1971.

14. Gómez F., C., "Análisis de Sistemas Educativos", Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas, No. 12, 1972.

15. Gómez F., C., "Planeación de un centro de Capacitación Técnica y preparatoria en Atlacomulco, México", Instituto de Ingeniería, UNAM Mayo de 1970.

16. González S., G., "Problemas de la mano de Obra en México", Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, 1971.

17. Judy, R. W., "Simulation and rational resource allocation in Universities", OECD, 1967.

18. Judy, R. W., Levine, J. B., "A new tool for educational administrations. A report to the commission on the financing of the higher education", University of Toronto Press, 1965.

19. Karlin, S., "A first course in Stochastic processes", Academic Press, 1966.

20. Kaufmann, A., "La ciencia y el hombre de acción. Introducción a

La praxeología, Mc Graw - Hill, 1967.

21. Keeney, M. G., Koenig, H. E., and Zemach, R., "A state space model for resource allocation in higher education", Michigan State University.

22. Keeney, M. G., Koenig, H. E., and Zemach, R., "A systems approach to higher education", Michigan State University, 1967.

23. Kuo, S. S., "Numerical methods in computers", Addison Wesley, 1966.

24. Lawlor, J., "The new University", Columbia University Press, 1968.

25. Martínez M., A., "Curso de graduados en Ingeniería, en planeación en relación con la Investigación", UNAM, 1967.

26. Martínez V., E., "Modelo de proyección de la población de investigación de la UNAM", Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 1972.

27. Medina E., J., "Filosofía, Educación y Desarrollo", Editorial Siglo XXI, 1967.

28. Narayan, B. U., "Elements of applied Stochastic processes", J. Wiley and Sons, Inc., 1972.

29. Nielsen, K. L., "Methods in Numerical Analysis", The Macmillan Company, New York, 1956.

30. Platt, W. J., "Education - Rich Problems and Poor Markets", Management Science, Vol. 8, No. 4, julio de 1962.

31. Platt, W. J., "Chile's Search for educational economic consistency", Stanford Research Institute, 1966.

32. Ramírez, R., Chapoy, A., "Estructura de la UNAM", Fondo de cultura popular, 1969.

33. Rangel G., A., "Objetivos de la enseñanza superior frente a los

requerimientos del desarrollo y el avance tecnológico", *Revista de la Educación superior*, No. 1, ANUIES, 1972.

34. S.E.P., "Aportaciones al estudio de los problemas de la educación" vol. 1 y 5, 1971.

35. S.E.P., "La educación pública en México", 1964/1970.

36. Spiegelman, R. G., "Tuition for public higher education, a framework for analysis", *Stanford Research Institute*, 1967.

37. S.R.G., "CONNECT/CAMPUS", junio de 1970.

38. S.R.G., "The development and implementation of campus, a computer based planning and Budgeting information Systems for Universities and Colleges", agosto de 1970.

39. S.R.G., "CONNECT/CAMPUS, a summary of Facts", noviembre de 1970.

40. Sterling, T., Pollack, S., "Introduction to Statistical data Processing", *Prentice Hall*, 1968.

41. UNAM, "La planeación universitaria en México/ensayos", 1970.

42. Urguidi, V., Lajous, A., "Educación superior, ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México", *El Colegio de México*, 1969.

43. Wiener, N., "Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series", *John Wiley and Sons*, 1949.

44. Citado por: Arismendi, R., "Universidad y Revolución", *Revista Documentos Políticos*, No. 59, Bogotá, mayo 1966.

RECONOCIMIENTO

Deseo hacer patente mi agradecimiento al M. en C. Carlos Gómez Figueron, Coordinador general del Programa Nacional de Formación de Profesores de la ANUTES y profesor de la Div. de Est. Sup. de la Facultad de Ingeniería de la INAM, por la dirección de esta tesis; así como al H. en I. Mario Chávez Gonzalez, por sus valiosas sugerencias en el desarrollo del trabajo.