

LA PREVISION DE LA DEMANDA DE EDUCACION SUPERIOR Y LOS RECURSOS NECESARIOS PARA SATISFACERLA *

ARIEL KLEIMAN**

INTERRELACION DE LA MATRICULA DE PRIMER INGRESO CON LOS DEMAS COMPONENTES DE LA INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR

La institución de enseñanza superior puede ser visualizada, para fines de análisis y planeación, como un sistema social en equilibrio dinámico. En carácter de sistema, es una totalidad compuesta por “partes”, que mantienen entre sí algún conjunto de relaciones funcionales, dentro de una estructura organizacional específica. El sistema está sujeto a mutaciones, dado que existe en un momento dado, que recibe influencias del medio ambiente externo, y que su equilibrio interno se va modificando cualitativa o cuantitativamente, como consecuencia de la acción de diversos factores endógenos o exógenos.

En otras palabras, la institución de enseñanza superior funciona como un sistema concreto, abierto al medio ambiente (sociedad global), integrado por subsistemas (recursos docentes, recursos financieros, instalaciones, planes de estudios, métodos y técnicas de enseñanza, organización y administración, usuarios, productos, etc.), cada uno de los cuales con obligaciones y derechos (en cuanto a su rol, estatus, jerarquía y prestigio), y manteniendo relaciones funcionales o disfuncionales con respecto al sistema en su totalidad (integración, mantenimiento de pautas, reclutamiento, selección, capacitación, provisión, distribución, control, aplicación, administración, etc.) a otro u otros subsistemas (supervisión, provisión, transmisión, apoyo, integración, etc.), o a la sociedad global.

En este contexto, es importante analizar el cambio, sus factores, dimensión, orientación e implicaciones. En especial, es importante tratar el cambio derivado del crecimiento de la matrícula de primer ingreso a la institución, y sus efectos derivados sobre los demás componentes del sistema.

El aumento en el número de estudiantes usuarios del sistema, es un cambio morfológico en el sector de los insumos de la institución que, generalmente, precede a los cambios en las otras dimensiones del sistema y que, en ausencia de mecanismos de planeación, genera disfuncionalidades y/o conflictos internos.

Las instalaciones y equipo suelen volverse insuficientes: se requieren más salones de clase, laboratorios, facilidades higiénicas, libros, salas de biblioteca, muebles, instalaciones deportivas, estacionamientos, lugares de esparcimiento, medios de comunicación. etc.

Los recursos humanos se deben ampliar, tanto en aspectos de docencia como en los de administración, supervisión y apoyo. Se requiere formación docente, actualización en metodología, tecnología educativa, capacitación en sistemas administrativos, modificación en la distribución de responsabilidades y en las relaciones interpersonales.

El plan de estudios, en sus requisitos, secuencia e intensidad, es también un sector crítico, en cuanto a sus necesidades de revisión y adecuación.

Es distinto concebir una institución de enseñanza con planes, programas y métodos diseñados para una minoría social que tradicionalmente ha requerido la educación a nivel profesional y de posgrado, que la que debe atender a la diversidad de intereses derivados del ingreso masivo a estudios superiores, con sus implicaciones respecto al aumento del tamaño de grupo escolar, ya la heterogeneidad del substrato cultural y motivacional del estudiante.

*Presentado a la XVI Asamblea General Ordinaria de la ANUIES celebrada en marzo de 1975.

**Coordinador Académico de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) de Acatlán, UNAM.

Como se comprende, y además de los aspectos ya mencionados, también habrá repercusiones en los sistemas administrativos y en particular en la magnitud y la distribución de los recursos financieros necesarios para absorber el impacto derivado del cambio.

En términos formales, el incremento en la matrícula de primer ingreso, genera una mutación o ruptura de una situación de equilibrio entre factores, y desajustes correlativos en cada subsistema y en las relaciones mutuas entre ellos. La supervivencia del sistema y de su integración interna requieren que cada subsistema se desplace de su estado previo, para alcanzar una nueva situación de equilibrio, en relación funcional con los demás subsistemas. Entre la situación inicial y la de nuevo acomodo, se tiene un estado intermedio de transición, caracterizado por desajustes entre sectores, debidos a que el ritmo del cambio es diferente en cada subsistema y que los cambios no operan, generalmente, en todas las dimensiones de una realidad dada.

Por ejemplo, en la dimensión de la organización social del sistema, es normal que el cambio no afecte de inmediato a las normas y valores de la escuela de élites, en el sentido de la supervivencia de los sistemas de admisión, promoción y evaluación de los resultados del aprendizaje. En la dimensión psicosocial, el cambio no afecta correlativamente a las actitudes y pautas de los profesores quienes, generalmente, perciben y lamentan el deterioro en los niveles de rendimiento intelectual de las nuevas generaciones de estudiantes, sin percatarse de las raíces sociales y de medio ambiente familiar, que afectan a la escala de valores, a la motivación, actitudes y predisposición intelectual del estudiante, más que a su dotación cualitativa innata.

En este orden de ideas, el de los factores endógenos que por su disfuncionalidad refuerzan las molestias y los conflictos derivados del cambio, tenemos las diversas manifestaciones de insatisfacción de sus componentes humanos, reflejados en las relaciones interpersonales e intergrupales. Por ejemplo, los profesores sentirán su ineficacia para responder a las necesidades de la instrucción masiva, si no actualizan sus conocimientos de didáctica y de tecnología educativa. El funcionario, rector o director, encuentra que el incremento en la dimensión de la institución rebasa sus intenciones y sus posibilidades de trato directo y personal. EL estudiante se siente alienado por las características de masificación, y por el aumento de la distancia relativa de individuo a autoridad. En resumen, se incrementan las situaciones de insatisfacción derivadas de la consideración subjetiva de la inadecuación, en el desempeño del rol habitual de cada integrante del sistema.

Por otra parte, y como manifestación adicional del desajuste, cada grupo de intereses comunes, sentirá la posibilidad de reclamar mejores prestaciones, adquisiciones, instalaciones y condiciones de trabajo, para responder al aumento de sus obligaciones.

La competencia se reflejará en presiones presupuestarias, y en el deterioro de las relaciones intergrupales como consecuencia, real o supuesta, de la asignación insuficiente, del empleo inadecuado o de la escasez, de los recursos financieros.

En pocas palabras, se genera intranquilidad e inseguridad entre los integrantes del sistema respecto a los procedimientos, las formas de actuación y los propios objetivos de la institución. Todos adquieren conciencia de que existen situaciones insatisfactorias, de que es posible corregirlas, de que debe haber mayor participación en la toma de decisiones colectivas, y de que en la base de las tensiones internas se va debilitando la adhesión de los miembros de la comunidad, al sistema de valores existente.

En definitiva, el cambio de naturaleza exógena, derivado de la “explosión” de la matrícula escolar afecta decisivamente a cualquier institución de enseñanza superior, en su carácter de sistema social, y genera desajustes y disfuncionalidades que afectan a su integración interna y, en ocasiones, a la propia supervivencia de sus estructuras, mecanismos y sistemas de autoridad.

Por ello es que se hace imprescindible introducir elementos de planificación, en el sentido de institucionalizar los intentos existentes de dirigir el cambio, en su magnitud y en su orientación, para permitir la adaptación del sistema social “escuela”, a la dinámica de la sociedad global. Y como piedra fundamental de la planificación de la institución, encontramos el análisis de la dinámica de la población escolar y a los pronósticos de demanda de matrícula de primer ingreso, factores exógenos vinculados con la totalidad de las dimensiones del sistema.

PRONOSTICOS DE DEMANDA DE MATRICULA DE PRIMER INGRESO

El pronóstico de la magnitud probable de la inscripción de primer ingreso a una institución de enseñanza superior, depende de numerosos factores. Algunos de ellos son identificables y susceptibles de cuantificación; otros son de naturaleza cualitativa y por ello escapan a las posibilidades de medición. Finalmente una gran mayoría de ellos pueden ser aproximados por variables que, sin ser idénticas a los conceptos buscados, representan el comportamiento del fenómeno, con suficiente fidelidad para los propósitos prácticos que pretende el analista.

Ayuda a concebir la naturaleza del fenómeno bajo estudio el suponer que la magnitud que buscamos pronosticar es una resultante -o función- de numerosas fuerzas -o variables independientes, que reflejan condiciones culturales, sociales, económicas o, aún, de la naturaleza y estructura del propio sistema educativo.

Algunos métodos simples de predicción relacionan los pronósticos de inscripción con factores puramente descriptivos de los procesos reales, sin penetrar en la esencia causal de los agentes que motivan el fenómeno bajo observación. Otros métodos son tan elaborados, que requieren una comprensión muy detallada de las interrelaciones básicas de los componentes del sistema, tanto entre sí como con numerosos elementos del medio, que constituyen el marco de referencia externo a los procesos bajo análisis.

No obstante, no hay que identificar la sencillez con la imprecisión. Ciertos métodos de pronóstico son muy confiables, aun cuando manejen pocas variables y la metodología sea simple.

Todo depende de la complejidad del sistema, dada por sus requisitos de admisión, la diversidad de las carreras profesionales que ofrecen, el calendario que maneja, el número de instituciones de enseñanza media de la que recibe egresados, la proximidad a otras instituciones de enseñanza superior, complementarias o competitivas, la vulnerabilidad a factores económicos de naturaleza general, la adaptabilidad a nuevas corrientes de mayor atractivo para el joven estudiante, y factores semejantes.

Es legítimo preguntarse por qué pueden interesar sistemas más refinados de pronóstico, si se puede llegar a resultados aceptables con poca información, en base a criterios relativamente simples.

- a) En primer lugar, si una técnica simple falla en sus resultados, el error puede ser de tal magnitud, que lleve a desconfiar, en forma absoluta y definitiva respecto a todos los métodos y sistemas de predicción.
- b) Por otro lado, el error puede ser muy costoso por sus efectos derivados, tanto en la planeación de recursos docentes, como en la de inversiones en instalaciones físicas, sin olvidar las posibles repercusiones sociales derivadas de la insatisfacción de la demanda de matrícula (frustración, migración, etc.). Por ejemplo, en un caso concreto, de estudios de predicción de matrícula, realizados por una dependencia de las Naciones Unidas para un país centroamericano, se manejó un modelo muy simple de expansión de matrícula, y uno más elaborado, con los siguientes resultados:

PROYECCION DE LA MATRICULA ESCOLAR, 1960-1980 EN PORCIENTO DE LA POBLACION EN EDAD DE INSCRIBIRSE

Modelo/Año	1960	1965	1970	1975	1980
Simple	3.68	4.84	5.99	7.16	8.34
Elaborado	3.68	4.10	4.49	4.84	5.15

De acuerdo con estas estimaciones, la matrícula probable para ese período crecería de la siguiente manera, en términos porcentuales y absolutos, respectivamente:

**PROYECCION DEL INDICE DE CRECIMIENTO DE LA MATRICULA
PROBABLE, 1960-1980
(Base 1950. . . 100 %)**

Modelo/Año	1960	1965	1970	1975	1980
Simple	179.7	281.0	404.7	562.5	768.4
Elaborado	179.7	238.5	303.1	379.9	474.9

**PROYECCION DEL NUMERO PROBABLE DE ALUMNOS
MATRICULADOS, 1960-1980**

Modelo/Año	1960	1965	1970	1975	1980
Simple	296.2	463.1	666.9	927.0	1 266.4
Elaborado	296.2	393.0	499.5	626.1	782.7

A su vez, este crecimiento requeriría los siguientes recursos humanos y físicos, para garantizar la atención de la demanda probable:

**PROYECCION DEL NUMERO PROBABLE DE MAESTROS
REQUERIDOS, 1960-1980
(En miles)**

Modelo/Año	1960	1965	1970	1975	1980
Simple	9.9	15.4	22.2	30.9	42.2
Elaborado	9.9	13.1	16.6	20.9	26.1

**PROYECCION DEL NUMERO PROBABLE DE SALONES DE CLASE QUE SE
DEBERAN CONSTRUIR, 1960-1980**

Modelo/Año	1960-65	1965-70	1970-75	1975-80
Simple	1 100	1 360	1 740	2 260
Elaborado	640	700	860	1 040

El análisis a posteriori de la matrícula escolar para los años 1960, 1965 y 1970, revela que la demanda real de enseñanza fluctuó entre un 1 % y un 5 % por sobre las predicciones del “modelo elaborado”, lo que en definitiva, permitió ahorrar el 50 % de los costos de formación de maestros y el 65 % de la inversión en instalaciones, con respecto a los requerimientos pronosticados por el modelo alterno.

- c) En tercer lugar, existen numerosos efectos provechosos derivados de la posible utilización posterior de la información estadística sobre aspectos educacionales, económicos y sociales, que se recopila como “base de datos” para integrar el sistema de información que fundamenta todo tipo de pronósticos. Por ejemplo, se pueden analizar las consecuencias derivadas de la creación de nuevas carreras profesionales, de modificar el número promedio de alumnos por salón de clase, de retirar parte del profesorado para incorporarlo a cursos de actualización pedagógica o metodológica, de cambiar la relación entre horas teóricas y horas prácticas o de actividad en laboratorios, de iniciar la utilización de nuevos métodos escolares, tales como cursos masivos, enseñanza abierta, etc., de colocar o quitar exámenes de admisión, y numerosos aspectos relacionados con los anteriores.

A fin de concretar ideas sobre las técnicas de pronóstico, nos referiremos a algunos modelos que se han utilizado en la práctica de la planeación cuantitativa y en el análisis de problemas vinculados con la definición de políticas de admisión.

METODOS DE PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Aunque la aplicación de modelos de pronóstico de la demanda de matrícula a instituciones de enseñanza está aún en sus albores, existen diversos métodos concretos que han sido utilizados con provecho en numerosos trabajos analíticos enfocados a la consideración de esta problemática. Los más usuales son:

- a) El método de proporciones;
- b) El método de supervivencia de cohortes;
- c) El método de regresión, y
- d) El método de flujo escolar.

Además existen otras técnicas que han probado su eficacia en tipos generales de pronósticos, tales como:

- e) El método de los promedios móviles;
- f) El método de filtrado exponencial, y
- g) El método de Box y Jenkins.

Con fines de presentación preliminar, se describen brevemente las técnicas mencionadas.

a) Método de las proporciones

Se trabaja con datos históricos de: 1, la población total (de la nación, de la región, del Estado, según sea el caso) que por su edad es susceptible de estudiar en instituciones de enseñanza superior, y 2, del número de estudiantes matriculados en dichas instituciones, con edades comprendidas en ese mismo tramo.

Por ejemplo, se puede considerar como población total a la población de la región de influencia de la institución, con edades comprendidas entre 19 y 24 años, que no esté incapacitada para asistir a clases por adolecer de defectos mentales o físicos de gravedad.

Con esta cifra como denominador, se compara la población matriculada en escuelas, facultades e institutos de enseñanza superior, de las mismas edades mencionadas, y se calculan las respectivas proporciones, para cada edad.

Las cifras de la población total en ese tramo de edades se proyectan a futuro por los medios usuales en el análisis demográfico, esto es, combinando diversas hipótesis de fecundidad y de mortalidad, que resultan en una determinada “tasa bruta de reproducción” y su correspondiente “esperanza de vida al nacer”.

Por otra parte, las proporciones pasadas de matrícula por edades se estiman en base a la información estadística del sistema educacional, y se corrigen para tomar en cuenta la deserción, repetición, etc., en base a los registros escolares disponibles. Estas proporciones se proyectan de acuerdo con diversas hipótesis de planeación del desarrollo del sistema educativo. Por ejemplo, una forma práctica de obtener tasas para el período 1975-1984, podría ser la siguiente, en el supuesto de que se cuente con información desde el año 1960, y que el crecimiento del fenómeno sea de tipo exponencial:

$$'1974 + 10x = 'MAX - ('MAX - '1974) = \frac{'Max - '1974}{'Max - '1960}$$

en que,

'1974: tasa de matrícula registrada en 1974,

'1960: tasa de matrícula registrada en 1960,

'MAX: tasa de matrícula máxima (observada o ideal),

x: variable; x = 0 para 1974, x = 0.1 para 1975, x = 0.2 para 1976,

y así sucesivamente, hasta x = 1.0 para 1984.

Si se trabaja con fórmulas semejantes a ésta, aún con otras variantes en su expresión matemática, las proporciones de matrícula por edad tienden a crecer hacia la tasa máxima esperada según el criterio de planificación, en forma semejante a como se ha registrado previamente, esto es - históricamente- en el período 1960-1974.

Finalmente, al aplicar esas proporciones a las proyecciones de la población total en ese tramo de edades, se obtiene la proyección estudiantil deseada, y de ella la de demanda de matrícula de primer ingreso. Por ejemplo:

DATOS HISTORICOS ANUALES

Año	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Matrícula (en miles)	16.5	17.2	18.3	19.1	20.8	21.6	22.9	25.0	26.0	28.2	29.6
Población (en miles)	612.7	628.0	643.7	659.7	676.2	693.0	714.1	735.9	758.3	781.4	805.3
Proporción histórica	2.70	2.74	2.85	2.90	3.08	3.12	3.21	3.40	3.43	3.61	3.68

Nota: Hay una doble proyección:

1) De población total.

2) De la proporción.

PROYECCIONES QUINQUENALES

Año	1970	1975	1980	1985	1990
Población proyectada (en miles)	805.30	957.70	1 112.80	1 294.50	1 519.00
Proporción proyectada	3.68	4.10	4.49	4.84	5.15
Matrícula (en miles)	29.60	39.30	50.00	62.60	78.30
Demanda de 1er. ingreso (en miles)	7.10	9.00	12.60	15.70	19.40

b) Método de supervivencia de cohortes

Se entiende por “cohorte” al conjunto de personas que ingresan al primer nivel (año, semestre) de la institución de enseñanza en un mismo período.

El método se basa en la aplicación de tasas de permanencia en el sistema (institución) calculadas para cada nivel (año, semestre) sucesivo del plan de estudios.

Dado el ingreso total de estudiantes al primer semestre (cohorte) y conociendo los índices de retención para cada uno de los niveles sucesivos (en función de la deserción, migración y mortalidad), se puede seguir el recorrido de esa cohorte desde su inscripción inicial y a través de los niveles subsecuentes. En el supuesto de que esas tasas permanezcan invariables para cohortes sucesivas, es factible predecir la distribución de los estudiantes entre diversos niveles para cualquier período futuro, lo que permite efectuar diversos tipos de proyecciones. Por ejemplo, del conocimiento de la matrícula de primer ingreso al nivel secundario, o al preparatorio, vocacional, etc., se puede estimar la demanda futura de inscripción a primer año de estudios profesionales.

El modelo se puede plantear para una sola institución o generalizar para todo un sistema. Además, el enfoque puede ser “mecanicista”, si se consideran fijas las tasas de retención, o “dinámico”, si se acepta que son funciones dependientes del tiempo y de diversas variables sociológicas y culturales.

Este método ha sido utilizado en diversos estudios técnicos. Por ejemplo, para el caso de una institución específica, se tiene la publicación:

JACOBY, E. G.: *Methods of School Enrollment Projection*. Educational Studies and Documents, No. 32, UNESCO, París, 1959.

Más generalmente, para el caso de un sistema escolar compuesto por varias instituciones de enseñanza superior, es importante el trabajo de:

LIU, A. G.: *Estimating Future School Enrollment in Developing Countries. A Manual of Methodology*. Statistical Reports and Studies. UNESCO, París, 1966.

En particular este trabajo se refiere al análisis de proyecciones de matrícula en países latinoamericanos, el que se presenta con amplitud en el capítulo IV: Estimación de proyecciones de matrícula para Colombia, 1961-1981.

En México se efectuó un análisis de este tipo para la Facultad de Medicina de la UNAM, tomando como cohorte básica la generación 1959-1964.* Los datos que permitieron estimar las tasas de retención (permanencia en el sistema), a efectos de calcular las predicciones de comportamiento de generaciones posteriores, fueron los siguientes:

**INSCRIPCION INICIAL A PRIMER AÑO DE LA CARRERA DE MEDICO CIRUJANO,
UNAM, 1959: 1964
SITUACION DE LOS ALUMNOS EN ENERO DE 1968:**

Año	Terminaron sus estudios
1964	581
1965	150
1966	100
1967	60
TOTAL	891

*KLEIMAN, A.: Investigación sobre supervivencia de cohortes estudiantiles. Reporte interno. Depto. de Estadística, UNAM, 1968.

Nivel	Abandonaron sus estudios	Seguían estudiando
En el 1er. año	207	1
Entre el 1o. y 2o.	66	
En el 2o. año	140	
Entre el 2o. y 3o.	17	
En el 3er. año	26	1
En el 4o. año	15	9
Entre el 4o. y 5o.	16	
En el 5o. año	6	21
En el 6o. año	4	51
TOTAL	497	83

Además se recopiló la siguiente información sobre las causas de no permanencia en el sistema, entendiendo por “sistema” a la Facultad de Medicina, UNAM.***

Año	Causas^a académicas	Causas^b académicas	Cambios de carrera^c
En el 1o	23	120	64
Entre el 1o. y el 2o.	43	17	6
En el 2o	67	71	2
Entre el 2o. y el 3o.	10	7	0
En el 3o	16	12	0
Entre el 3o. y el 4o	0	0	0
En el 4o.	1	14	1
Entre el 4o y el 5o.	1	15	0
En el 5o.	1	5	1
Entre el 5o y el 6o.	0	0	0
En el 6o.	0	4	0

^a Derivadas de disposiciones reglamentarias, tales como: reprobación triple de una misma materia, 10 materias reprobadas en la carrera, cuatro inscripciones a una misma materia, expulsión por violación grave a reglamentos, etc.

^b Derivadas de razones económicas, familiares y personales, tales como: necesidad de trabajar, migración, mortalidad, desorientación vocacional, etc.

^c Dentro de la misma Universidad.

Se comprende que estas cifras son más útiles para predecir la inscripción a cada año de la carrera que para estimar la matrícula de primer ingreso.

Como se comentó antes, los datos que permitirán efectuar predicciones de matrícula de primer ingreso a enseñanza superior, deberían provenir del sistema de enseñanza media- superior que alimenta el primer ingreso a carreras profesionales de la institución que efectúa el análisis.

***Ref. anterior, apéndice II.

c) Método de regresión

Consiste en relacionar el crecimiento de la población estudiantil con variables exógenas, correspondientes a factores económicos, sociales y culturales, así como con variables internas del sistema educativo, y establecer una ecuación que tenga como variable dependiente la matrícula de primer ingreso a la institución de enseñanza superior.

Los coeficientes de las variables se calculan por medio de técnicas de estimación estadística; se conservan las variables relevantes para la explicación del fenómeno y se desechan las que sean redundantes o irrelevantes, en base a pruebas de significación (t, F, que proporciona la inferencia estadística. También se recurre a los métodos de inferencia, para calcular valores máximos (predicción optimista) y mínimos (predicción pesimista), con un cierto grado de probabilidad de ocurrencia. Así, para cada año futuro del período de proyección, se dispone de un juego de tres valores (mínimo, más probable y máximo), que permiten orientar a los responsables de la planeación y asignación de recursos.

Un caso concreto de la utilización exitosa de este método, se cita y desarrolla en:

BROWN, B. W. y SAVAGE, R. I.: *Methodological Studies in Educational Attendance Prediction*. University of Minnesota, Department of Statistics, Mineápolis, 1960.

Sobra insistir en que el verdadero problema que se presenta al construir las ecuaciones de regresión, no es precisamente el del tratamiento matemático de la información estadística, sino el de la identificación, análisis y selección de las variables y/o factores que condicionan la matrícula a la institución. A este respecto y a fin de explorar los aspectos preliminares, es fundamental plantearse algunos interrogantes como los siguientes:

¿De qué instituciones provienen los estudiantes de primer ingreso?

¿Hasta qué punto esas fuentes son heterogéneas como para requerir un tratamiento diferenciado?

¿Es factible efectuar pronósticos de la evaluación futura de esas instituciones?

¿Qué implicaciones se pueden derivar de una variación en la composición por edades, por sexos, por estratos socioeconómicos, etc., de la población escolar de esas instituciones?

¿Cuáles son los factores económicos, sociales, políticos, administrativos y ambientales que deben ser verificados periódicamente, a fin de conocer y prever con anticipación cambios probables que pueden afectar a la matrícula de primer ingreso?

¿Es importante la imagen externa de la institución que estamos analizando, en relación a la imagen de otras instituciones de enseñanza superior, como un factor que afecta la orientación de la demanda de educación por parte de los egresados del nivel medio superior?

¿Cómo afectaría a la matrícula de primer ingreso la implantación o la supresión de un sistema de exámenes de admisión?

La mayoría de los trabajos sobre educación superior elaborados por pedagogos, sociólogos y administradores, han profundizado poco sobre la construcción de modelos que relacionen la demanda de instituciones de enseñanza superior con variables económicas y sociales. Por otra parte, los enfoques suelen ser parciales, en el sentido de que el énfasis ha sido colocado en un aspecto particular del proceso. Por ejemplo, el análisis de la influencia de la cultura y especialización profesional o técnica de los padres sobre la decisión vocacional de los hijos, ha sido explorado por Coleman, J. M., en: "Diffusion in Incomplete Social Structures", editado en la antología de F. Massarik y P. Ratoosh, "Mathematical Explorations in Behavioral Science", Edit. Irwin-Dorsey, Illinois, USA, 1965. Los beneficios de naturaleza económica de la orientación profesional han sido investigados por H. Correa en "The Economics of Human Resources", North Holland Publ. Co., Amsterdam, 1963; en Becker, G. S.: "Human Capital: a Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education", National Bureau of Economic Research, Columbia Univ. Press, 1964 y en Schultz, T. W.: "The Economic Value of Education", Columbia Univ. Press, 1963.

El artículo de C. C. von Feizacker, "Traming Policies under Conditions of Technical Progress", publicado en la antología "Mathematical Models in Educational Planing", O.E.C.D., París, 1967, analiza algunos enfoques

de optimización del beneficio, aplicables a la decisión del joven entre continuar estudiando o ingresar al mercado de trabajo. Las relaciones entre las fases del ciclo económico y la inscripción a estudios superiores, se analizó en un trabajo de H. Palmstrom, publicado en la Revista Noruega de Estadística, en Oslo, en 1935, época en que las fluctuaciones cíclicas concentraban el interés de los economistas. Este autor también investiga la relación entre el nivel de educación de los padres y la orientación de los estudios de sus hijos, desde el punto de vista sociológico.

Como se comprende, el método de regresión para la predicción de la demanda de matrícula llega a ser un instrumento explicativo del fenómeno, en toda su complejidad, cuando incorpora variables representativas de la diversidad de factores sociales y económicos que influyen en la misma, y selecciona formalmente las que sean relevantes, como resultado de un análisis estadístico, de prueba de hipótesis.

Dado que este método se expondrá con detalle en una sección posterior, no se presenta aquí un ejemplo ilustrativo.

d) Método del flujo escolar

Este método trata de caracterizar los aspectos de dinámica de la población estudiantil, a través de un modelo de todo el sistema escolar a nivel de estudios superiores, para la región que se esté analizando. A estos efectos se desglosa la población estudiantil, por nivel de progreso en el sistema y por sus características académicas a fin de estimar cuáles son las probabilidades, a cada nivel, de permanecer en el mismo nivel (repetición), de salir del sistema (deserción), de retornar a él (reanudación), de pasar al nivel siguiente (promoción), o de desplazarse a otra característica académica (cambio de carrera, cambio de área, etc.).

Este análisis detallado de la estructura del sistema en un momento dado, es de naturaleza descriptiva y estática. Sin embargo, el manejo de los valores probabilísticos que se derivan del análisis estadístico preliminar, permite extrapolar inferencias sobre el comportamiento probable futuro de la misma estructura, y por lo tanto llegar a un planteo dinámico, orientado a la planeación del sistema. En el diseño de los elementos básicos para la captación de la información estadística que permitirá implementar el modelo, en lo cuantitativo, intervienen diversos aspectos metodológicos.

Entre otros factores de importancia, es necesario precisar las categorías útiles para el análisis de la demanda de enseñanza superior, así como del flujo interno de la población escolar. Por ejemplo, se deben definir en términos operacionales, los siguientes conceptos:

- a) Demanda teórica, potencial, real y satisfecha;
- b) inscripción de nuevo ingreso, de repetidores, de reanudadores;
- c) estudiantes promovidos, no promovidos, egresados, desertores, no inscritos, y
- d) coeficientes relacionados con los conceptos anteriores (repetición, reanudación, promoción, permanencia, no inscripción, etc.).

Estos aspectos influyen decisivamente en la planeación de los requerimientos de recursos humanos, físicos y financieros, necesarios para el desarrollo de la institución, y por consiguiente deben conjugarse con los pronósticos de demanda de primer ingreso.

La siguiente representación gráfica esquematiza el conjunto de relaciones que existen entre los conceptos mencionados. Se puede utilizar a nivel de sistema escolar, de institución, de área y de carrera, según cuál fuese el interés del analista. Existen muchos estudios concretos en que se ha aplicado el método de flujo escolar, en sus diversas variantes. Por ejemplo, el documento de Brown y Savage, para la Universidad de Minnesota,* contempla como sistema a toda la institución de enseñanza superior. En el artículo** de J. Gani,

*Previamente citado.

** Journal of the Royal Statistical Society, Series A. Vol. 126, part 3, 1963.

“Formulae for Projecting Enrolments and Degrees awarded in Universities”, se consideran los procesos de transición entre niveles progresivos de escolaridad, pero no se generaliza para las diversas áreas o escuelas que forman la institución bajo análisis.

En particular, existen modelos que proyectan las transiciones por medio de “cadenas de Markov”. Entre estos trabajos, los más notables son el de H. Correa, en la sección 8.3, “Un modelo de una función macroeconómica de producción de la educación” de su obra ya citada; y también el artículo:

THORESTAD, T.: “Educational Forecasting, Outline of a Forecasting Model for School Attendance and Supply of graduates”. Sosialkonomen, Vol. 18, Núms. 2-3, Oslo, 1964.

(para el caso de todo el sistema escolar de Noruega). Con respecto al sistema escolar británico, se tienen dos trabajos:

MOSER, C. A., y REDFERN, P. A.: “A Computable Model of the Educational System in England and Wales”. Bulletin of the 35(th) Session of the International Statistical Institute, Belgrade, 1965; y por los mismos autores: “Education and Manpower: Some Current Research”, editado por BernersLee, C. M., en la antología “Models for Decision”, English Universities Press, London, 1965.

El principal problema en la construcción del conjunto de valores de probabilidades de transición de un “estado” a otro, dentro del sistema, es el carácter estático e histórico de dichos valores. Por eso es importante el análisis de los factores que afectan a las probabilidades de transición, y que determinan la forma en que van cambiando a través del tiempo. Por ejemplo, si se supone que la demanda de educación sigue un proceso de “difusión” o de “contagio”, las probabilidades de transición irán variando a través del tiempo en la forma de una curva logística, esto es, como un crecimiento a tasa decreciente, que alcanza a cierta altura su grado de saturación.

La literatura sobre este método se sigue desarrollando con rapidez, y ha concentrado la atención de grupos de planeación educacional, en diversos países e instituciones.

Para concluir este tema, haremos breve mención a métodos de pronóstico que operan sobre datos de series cronológicas, corrigiendo los efectos de factores no consubstanciales al fenómeno, para así facilitar la obtención de predicciones sobre datos depurados y actualizados.

e) El método de los promedios móviles

Este método depura los datos disponibles mediante el cálculo de promedios ponderados, a fin de eliminar los efectos de factores de naturaleza estacional o irregular. Cada valor resultante de la aplicación de esta técnica, es el promedio de un cierto número de valores consecutivos de la serie cronológica original, en que dicho número se elige de modo de lograr los resultados más depurados. Cada promedio sucesivo prescinde del dato más antiguo de la serie e incorpora el dato más reciente disponible, por lo que el valor resultante combina información histórica con información actual.

f) El método del filtrado exponencial

El filtrado exponencial perfecciona la técnica anterior, ya que al promediar los valores de la serie concede mayor importancia a la información más reciente, y pondera débilmente a los datos más antiguos. Esto significa, que cada valor sucesivo de la serie filtrada, representa una información más actualizada, que incorpora la evolución reciente del fenómeno. Además, dado que existen diversas variantes de esta misma técnica, es factible expresarla como un sistema adaptivo, que corrige cada valor pronosticado previamente, con una proporción del error cometido en esa predicción.

g) El método de Box-Jenkins

El método de filtrado exponencial resulta ser un caso particular de las técnicas de Box-Jenkins. Estas consisten en la selección de un modelo matemático adecuado a la evolución de la serie de tiempo existente, la estimación estadística de sus parámetros, y el ajuste de los datos de la serie a ese modelo teórico. Esta técnica ha resultado ser más precisa que las antes mencionadas, ya que los errores que asigna a la historia son los menores posibles. Es de notar que expresa explícitamente los datos pasados que utiliza, dando así un indicador de su habilidad predictiva; y permite calcular intervalos de confianza para el pronóstico, es decir un margen de precisión para la estimación realizada.

En México, esta técnica ha sido utilizada en diversos tipos de pronóstico de variables económicas. En particular en estudios realizados para la Secretaría de Agricultura y Ganadería para el período 1972-73, se efectuaron estimaciones del volumen probable de exportaciones de algodón, así como de requerimientos de producción y de niveles de precio.

Dada su generalidad de enfoque, no es problemática su utilización en problemas de pronóstico de diversa índole.

BASE ESTADISTICA

La implementación de cualquiera de estos métodos requiere información acerca de la evolución pasada del crecimiento de la población estudiantil, tanto del total de solicitantes de matrícula como de los que fueron realmente admitidos.

Dependiendo del método específico que se utilice, se necesitarán conocer datos acerca de: Composición por tramos de edades, matrícula escolar de la población total, matrícula escolar para las mismas edades, por niveles; número de estudiantes repetidores, número anual de estudiantes que pasan al siguiente grado, número anual de estudiantes que salen del sistema de enseñanza, por desertores y por graduación, indicadores económicos y sociales, y otros datos relacionados con los mencionados.

Se sugiere la organización de un “banco de datos”, a fin de mantener actualizados los indicadores e ir incorporando toda la información complementaria que se considere pertinente.

Ejemplo de utilización de un método de pronóstico

Para ejemplificar concretamente un método de pronóstico de la demanda de matrícula a instituciones de enseñanza superior, se ha escogido de entre los modelos explicados anteriormente, el de regresión lineal.

Esto no significa que este método sea el más adecuado en cualquier circunstancia. Para elegir el modelo más apropiado a aplicar, se requiere un estudio más profundo de los diferentes métodos existentes, por medio de técnicas de inferencia estadística.

El modelo de regresión lineal se basa en la relación que puede existir entre una variable dependiente, en este caso, el número de alumnos que solicitan matrícula a la institución y una o más variables independientes. Ejemplos de variables independientes para este problema, podrían ser el ingreso de la familia, del estudiante, el número de personas en edad de cursar estudios profesionales, el índice de costo de la vida.

La relación entre los ingresos provenientes del ejercicio de una profesión y los de la práctica del comercio o de actividades no profesionales, nivel máximo de estudios alcanzados por los progenitores del estudiante, la etapa del ciclo económico que atraviesa la economía nacional, el prestigio de los intelectuales y científicos en la sociedad, etc. En este ejemplo particular, hemos elegido las siguientes variables:

Y_i = Número total de solicitantes de matrícula de primer ingreso a la institución al inicio del período i ;

X_{1i} = Ingreso promedio real anual familiar en el período $i - 1$;

X_{2i} = Índice de precios al consumidor en el período $i - 1$;

X_{3i} = Número total de egresados de instituciones de enseñanza media superior, en el período $i - 1$;

X_{4i} = Número total de estudiantes de primer ingreso matriculados en la institución al inicio del período $i - 1$.

A fin de simplificar la presentación del método, se modificaron levemente los valores de las variables, redondeando al dígito más cercano.

Los valores disponibles cubren un período de diez años, y son los siguientes:

Período	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
1965	48 320	66 375	108.1	30 527	10 500
1966	50 950	63 626	109.2	35 700	12 600
1967	56 300	66 250	110.4	36 500	15 800
1968	61 800	71 000	111.7	38 900	15 700
1969	69 500	74 375	113.1	44 500	15 900
1970	83 250	78 375	114.9	53 200	18 000
1971	89 720	83 625	118.1	54 500	18 500
1972	97 900	85 875	121.3	55 250	19 400
1973	100 100	88 125	126.2	58 300	21 200
1974	109 350	89 625	133.1	58 900	21 900

Antes de construir la ecuación de regresión, es importante calcular el grado en que estén relacionadas las variables que se han utilizado, tanto entre sí como con la variable dependiente. Dicha relación se estima por medio del valor del coeficiente de correlación. Si el valor absoluto de ese coeficiente se acerca a la unidad, existe una relación más estrecha entre las variables; si se acerca a cero esa relación es más débil, o no existe.

	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Y	1				
X_1	.989	1			
X_2	.942	.924	1		
X_3	.981	.967	.880	1	
X_4	.952	.925	.907	.948	1

De acuerdo con este cuadro de valores, se puede observar que en términos relativos las variables están estrechamente relacionadas.

El modelo que se va a utilizar es el siguiente:

$$Y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} + b_4x_{4i} + E_i$$

en que para

$$i = 1, 2, \dots, 10,$$

Y_i es la variable dependiente; X_{1i} , X_{2i} , X_{3i} , X_{4i} son las variables independientes, explicativa; b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_4 son los coeficientes de la ecuación de regresión, y E_i es el error aleatorio en que se incurrirá al efectuar la predicción para el período i .

Los valores de los coeficientes b_1 , b_2 , b_3 y b_4 representan, respectivamente, la influencia de las variables X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , en la explicación de los valores de la variable Y_i . Dichos coeficientes no se conocen, por lo que es necesario estimarlos a partir de los datos disponibles.

El método de estimación de coeficientes que se utiliza en este ejemplo, y que lleva a los mejores resultados para el caso de ecuaciones de regresión es el método de "mínimos cuadrados".

Los valores estimados para los coeficientes son los siguientes:

Coefficiente	Valor estimado
b_0	-99869
b_1	0.8924
b_2	574.4490
b_3	0.7953
b_4	0.2386

Con estos valores resulta un coeficiente de determinación de 0.9916, lo cual indica que hemos logrado un ajuste muy bueno, ya que éste sería perfecto si el valor de ese coeficiente fuese igual a la unidad.

Para cada uno de los coeficientes b_i se puede calcular su variabilidad relativa por medio de su desviación estándar. El cociente entre el valor estimado del coeficiente, con respecto a su desviación estándar, proporciona un valor numérico que se conoce como “estadística t ”. El valor de t nos sirve para seleccionar las variables del modelo, y conservar las que sean relevantes.

Coefficiente	Valor estimado	Desviación estándar	Estadística “t”
b_0	-99869	—	—
b_1	0.8924	0.3367	2.6506
b_2	574.4490	245.7845	2.3372
b_3	0.7953	0.3153	2.5221
b_4	0.2386	0.6618	0.3606

Comparando el valor obtenido de “ t ” para cada coeficiente b , con el valor correspondiente tabulado de la distribución teórica (t de Student), podemos decidir cuándo una variable independiente no es significativa en su misión de explicar el comportamiento de la variable dependiente. Si el valor calculado de la estadística t , para alguno de los coeficientes b resulta menor que el valor teórico tabulado, eso significa que el valor de esa b no difiere apreciablemente de cero, por lo que se concluye que la variable a la que corresponde ese coeficiente, no influye en la variable dependiente. En este caso, el valor teórico de t en las tablas es de 2.015, por lo que la variable X_4 es irrelevante en la explicación de la variable Y .

Cancelamos la variable X_4 , y tenemos un nuevo modelo, a saber:

$$Y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} \quad i = 1, 2, \dots, 10$$

cuyos coeficientes b , debemos estimar. Utilizamos nuevamente el método de “mínimos cuadrados” y obtenemos los siguientes resultados:

Coefficiente	Valor estimado	Desviación estándar	Estadística “t”
b_0	-102251	—	—
b_1	0.8609	0.3007	2.8633
b_2	620.9540	193.5466	3.2083
b_3	0.8688	0.2224	3.9063

Para este modelo, el coeficiente de determinación es 0.9914, y el valor teórico tabulado de “ t ” es 1.943, lo que nos indica que el grado de correlación es muy satisfactorio y que todas las variables son significativas.

Si además se desea conocer el grado de significación de la acción conjunta de las tres variables, se puede recurrir al análisis estadístico de los datos, mediante la estadística “ F ”. En este caso, obtenemos para F un valor de 1784,13 que comparamos con el valor teórico tabulado, de 16.2. Concluimos que la relación de la variable Y con las tres variables x , en conjunto, es significativa.

Conociendo los valores de los coeficientes b_i , y habiendo pasado las pruebas t y F , el modelo ha sido dictaminado favorablemente. Ahora queremos utilizarlo con fines de pronóstico de los valores de la variable dependiente y , para lo cual necesitamos predecir los valores de las variables independientes X_1 , X_2 y X_3 , correspondientes a los años que se desea conocer.

El pronóstico de los valores de las variables independientes X_1 , X_2 , X_3 , se puede efectuar mediante el modelo de regresión simple. A fin de escoger la expresión funcional que proporcione el ajuste más preciso, se pueden analizar diversas expresiones analíticas y elegir las más convenientes en base a sus respectivos coeficientes de determinación.

Con fines de ilustración, se proponen las siguientes relaciones funcionales alternativas, para la variable x_i :

$$X_1 = a_0 + a_1w + E$$

$$X_1 = a_0 + a_1\log w + E$$

$$X_1 = a_0 + a_1/w + E$$

en que X_1 es la variable que se quiere pronosticar; w es la variable tiempo, $w = 1, 2, \dots, 10$, a_0 y a_1 son los coeficientes de la ecuación de regresión, y E es el error aleatorio de predicción.

Para efectuar este análisis respecto a la variable x_1 , recurrimos a los datos correspondientes y estimamos los coeficientes de cada ecuación por el método de mínimos cuadrados.

Año	W	x_1
1965	1	66 375
1966	2	63 625
1967	3	66 250
1968	4	71 000
1969	5	74 375
1970	6	78 375
1971	7	83 625
1972	8	85 875
1973	9	88 125
1974	10	89 625

Las ecuaciones y sus respectivos coeficientes de determinación, resultan así:

Modelo	Coficiente
$X_1 = 59367 + 3156.1W$	0.9587
$X_1 = 58655 + 11964\log W$	0.8075
$X_1 = 84062 - 2505/W$	0.5065

de lo que se deduce que el modelo lineal $X_1 = 59367 + 3156.1w$, es el que refleja el mejor ajuste a las características del fenómeno. En base a este modelo, el pronóstico de los valores futuros de la variable x_1 , ingreso real de la familia del estudiante, se efectúa directamente, substituyendo “ w ” por 11, 12, 13, 14 y 15, que son los valores correspondientes a los años 1975 a 1979, como sigue:

Año	W	X_1
1975	11	94 083
1976	12	97 239
1977	13	100 395
1978	14	103 551
1979	15	106 708

En este punto, es de gran utilidad calcular intervalos de confianza para cada una de las estimaciones. Esos intervalos nos proporcionan una cota inferior y una superior para cada valor, de tal forma que, con una probabilidad de $1 - \alpha$, el valor real de X_1 quedará comprendido dentro del intervalo correspondiente. Los resultados son los siguientes:

Año	Cota inferior X_{1L}	Valor estimado x_1	Cota superior x_{1u}
1975	89 343	94 083	98 823
1976	92 270	97 239	102 209
1977	95 171	100 395	105 620
1978	98 050	103 551	109 053
1979	100 910	106 708	112 505

Mediante un procedimiento similar obtenemos valores proyectados para la variable X_2 índice de precios al consumidor:

Año	Cota inferior X_{2L}	Valor estimado X_2	Cota superior X_{2u}
1975	124.42	130.59	136.76
1976	126.67	133.14	139.61
1977	128.87	135.68	142.48
1978	131.05	138.22	145.38
1979	133.21	140.76	148.31

y para la variable X_3 , número total de egresados de instituciones de enseñanza media-superior:

Año	Cota inferior X_{3L}	Valor estimado X_3	Cota superior X_{3u}
1975	59 646	65 388	71 129
1976	62 779	68 799	74 818
1977	65 881	72 210	78 538
1978	68 957	75 621	82 285
1979	72 010	79 032	86 054

Con todos estos valores proyectados procedemos a estimar los valores de la variable dependiente $Y =$ número total de estudiantes de primer ingreso matriculados en la institución. Esto es, en el modelo obtenido:

$Y = -102251 + .8609X_1 + 620954X_2 + .8688X_3$, sustituimos los valores estimados de x_1 , x_2 y x_3 para los años 1975, 1976, 1977, 1978 y 1979, y obtenemos:

Año	X_1	X_2	X_3	Y
1975	94 083	130.59	65 388	116 643
1976	97 239	133.14	68 799	123 907
1977	100 395	135.68	72 210	131 147
1978	103 551	138.22	75 621	138 422
1979	106 708	140.76	79 032	145 681

Asimismo, es conveniente construir intervalos de confianza de los valores pronosticados para Y que resultan ser los siguientes:

Año	Cota inferior Y_l	Valor estimado Y	Cota superior Y_u
1975	114 286	116 643	119 000
1976	121 210	123 907	126 604
1977	128 098	131 147	134 196
1978	135 021	138 422	141 824
1979	141 917	145 681	149 445

Así, finalmente, en base a datos de varias variables económicas y del sistema educativo, hemos ejemplificado el uso del método de regresión en el pronóstico de matrícula de primer ingreso a instituciones de enseñanza superior.