

Con este artículo se abre la sección EVALUACIÓN EDUCATIVA, que incluirá resultados o propuestas originales sobre el proceso de evaluación del aprendizaje, el diseño curricular o, en general, los objetivos de la educación química o alguna de sus facetas.

Análisis estadístico de los índices de reprobación en el área biológica de la Facultad de Química, UNAM, en el periodo 1978-1987

*Ma. Dolores Lastra A., Magdalena Oliva G.,
Rodolfo Pastelín P. y Felipe García-Oliva**

Introducción

La evaluación constituye uno de los aspectos de importancia fundamental en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Es necesario establecer la diferencia entre evaluación y acreditación, ya que esta última se relaciona con la necesidad institucional de certificar los conocimientos (Díaz Barriga, 1988). Uno de los enfoques de estudio de la acreditación resulta de la información proporcionada por los índices de reprobación.

En este trabajo se analizan los índices de reprobación registrados, como un paso previo indispensable al análisis de estos índices por materia y de los factores de diversa índole que influyen en los resultados de la acreditación.

Se propone la hipótesis de que en la carrera de QFB, área biológica, durante la primera etapa, los índices de reprobación son consistentemente más elevados que los que se presentan en la fase final de la carrera.

Se analizan índices de reprobación de 22 materias semestrales distribuidas en 52 grupos de estudiantes del área biológica de la carrera de QFB, durante un periodo de 18 semestres. Se comparan los índices que se presentan en la fase profesional (4^o, 5^o y 6^o semestres), con los de la fase terminal (7^o, 8^o y 9^o semestres).

Se analizan también los periodos en donde los índices

de reprobación aparecen significativamente elevados, 85-2 a 87-1, haciendo una consideración hacia las posibles causas.

Es necesario aclarar que los periodos en que no hay cambio en los índices de reprobación se denominan "normales"; los periodos en que hay una marcada elevación de estos índices, se consideran "atípicos".

Se establecen diversas comparaciones entre los índices de reprobación de grupos, en donde existe la posibilidad de que se presente alguna variación importante.

Materiales y métodos

Los datos del presente trabajo proceden de los documentos "Estadísticas de Aprobación por Asignatura", generados por la Dirección General de Administración Escolar para la Facultad de Química (DGAE, 1988), durante el periodo comprendido entre el primer semestre de 1978 y el primer semestre de 1987. De estos documentos se obtuvieron los índices de reprobación por materia y se ordenaron de acuerdo con el semestre escolar al que pertenece cada asignatura en el plan de estudios, como se muestra en la figura 1.

Del total de 22 materias distribuidas en 52 grupos, se obtuvieron las medias (tabla 1) y con los datos obtenidos se analizaron los índices de reprobación entre la fase profesional (4^o, 5^o y 6^o semestre) y terminal (7^o, 8^o y 9^o semestre), así como de aquellos semestres en los cuales los índices de reprobación se notan elevados.

Se realizó el análisis de los índices de reprobación

* Departamento de Biología, Facultad de Química, UNAM, Ciudad Universitaria, México, D.F., 04510.
Recibido: 18 de septiembre de 1989; aceptado: 25 de noviembre de 1989.

Figura 1

Cuarto semestre	Séptimo semestre
Biología Celular	Fisiología y Bioquímica de Microorganismos Análisis Bioquímico-Clínicos Análisis Clínico-Bacteriológicos Micología Inmunología General
Quinto semestre	Octavo semestre
Bioquímica I Anatomía y Fisiología Microbiología General	Toxicología Hematología Biosíntesis Microbiana de Aplicación Industrial Inmunología Aplicada
Sexto semestre	Noveno semestre
Análisis Químico Clínicos Bioquímica II Histología Normal y Patológica Genética General Bacteriología Médica	Parasitología Microbiología Agrícola Virología Química Legal

promedio a lo largo de los semestres en que se cursan las materias del área biológica (4^o a 9^o). Se estableció además una comparación entre los índices de reprobación de todas las materias correspondientes al área biológica, con el objeto de observar las diferencias del resto en su comportamiento, tanto por tener índices elevados, como muy disminuidos. Esto dará pie para, en el futuro, efectuar un estudio longitudinal que permita acercarse a las causas de las variaciones en la aprobación.

Se estudió la posibilidad de que los índices de repro-

bación varíen según la generación de alumnos, considerando que aquellas que coincidan con semestres atípicos, pueden tener un cambio en la aprobación. Se eligieron dos generaciones al azar en estos periodos.

El conjunto de datos fue sometido a un método de Análisis de Varianza Factorial (ANDVA) 2 x 2 (Montgomery, 1984) completamente al azar y con efectos fijos, siendo el modelo desbalanceado, empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS 2.0 (Microsoft, 1986). Dicho método permite la comparación simultánea de medias de más de dos poblaciones.

En este caso, los datos se agruparon en cuatro poblaciones o tratamientos:

- T₁: Semestre Normal, Fase Profesional
- T₂: Semestre Normal, Fase Terminal
- T₃: Semestre Atípico, Fase Profesional
- T₄: Semestre Atípico, Fase Terminal

		Factor tipo de semestre	
		Normal	Atípico
Factor fase	Profesional	T ₁	T ₃
	Terminal	T ₂	T ₄

Los factores principales (tipo de semestre y fase) no son independientes, lo que justifica el empleo de un modelo factorial 2 x 2, ya que cada uno de ellos tiene dos niveles. El modelo se consideró completamente al azar, dado que no se tienen identificados factores de confu-

Tabla 1

		Semestre escolar																	
		78/2	79/1	79/2	80/1	80/2	81/1	81/2	82/1	82/2	83/1	83/2	84/1	84/2	85/1	85/2	86/1	86/2	87/1
Semestre académico	4 ^o	35.00	37.65	44.61	46.34	16.43	25.65	17.60	22.67	22.46	23.98	23.53	23.89	27.25	26.94	33.18	23.30	31.10	37.19
	5 ^o	35.47	29.33	28.56	36.48	18.54	14.57	25.25	14.48	19.57	19.23	15.22	11.38	46.84	20.39	27.48	52.18	29.86	24.36
	6 ^o	50.49	44.90	35.37	35.54	16.40	18.60	15.70	18.00	11.50	14.00	9.40	10.00	11.40	24.40	27.30	32.70	25.20	22.40
	7 ^o	47.60	21.00	25.30	18.20	11.40	12.80	12.60	11.30	16.70	7.80	17.50	13.20	9.70	8.80	12.80	15.00	11.90	16.30
	8 ^o	26.00	18.20	23.30	22.60	2.80	14.80	3.00	7.70	6.90	7.80	6.10	7.58	9.63	9.50	6.53	9.09	13.49	20.00
	9 ^o	21.72	16.90	20.16	20.14	8.02	19.20	8.50	5.17	5.75	7.79	8.76	10.73	6.51	11.59	12.53	10.27	13.19	12.01

Los resultados expresados en esta tabla representan las medias de los porcentajes de reprobación de las materias que se imparten en cada semestre académico durante el periodo que abarca el presente estudio. (Los datos se dan como porcentajes.)

sión, y los efectos son fijos, ya que los niveles están bien determinados.

El modelo se definió como:

$$Y_{ij} = \mu + A + B + (A \times B) + e_{ij} \quad (1)$$

donde:

$i = 1, 2, 3, 4$ (tratamientos),

$j = 1, 2, \dots$ (materias),

μ es la media general de la población,

A es el coeficiente del factor tipo de semestre (normales-atípicos),

B es el coeficiente del factor nivel (fase profesional-terminal),

$A \times B$ es el coeficiente de la interacción entre factores, e_{ij} es el error aleatorio (el supuesto principal es que se distribuye de acuerdo con una distribución normal),

Y_{ij} es la respuesta en el tratamiento i -ésimo (al que corresponde) y en la materia j -ésima (a la que corresponde).

Hipótesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

Hipótesis alternativa

H_i : por lo menos un par de medias son distintas.

En caso de que se rechace H_0 , las comparaciones de las medias de los tratamientos se hacen con la prueba de Tukey.

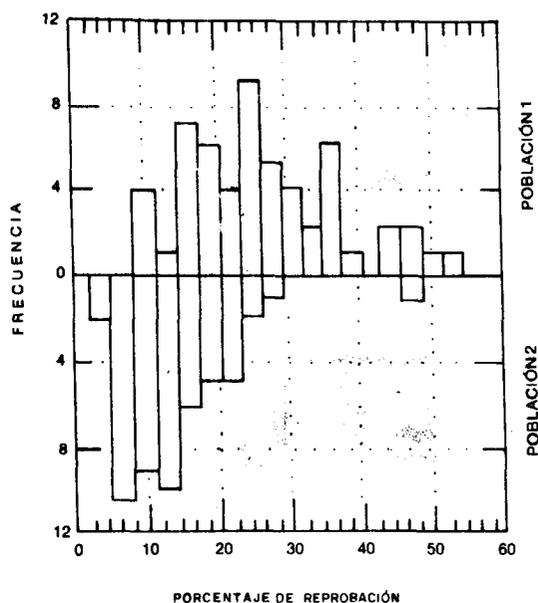
Para el lector no familiarizado con el método estadístico, la ecuación (1) podría ser leída de la siguiente forma: el porcentaje de reprobación en un semestre y materia dados (Y_{ij}) intenta expresarse como el porcentaje de reprobación promedio de la población total (μ), más el efecto del factor tipo de semestre (A), más el efecto del factor fase (B), más los efectos no controlados, que llamamos error aleatorio (e_{ij}).

Resultados

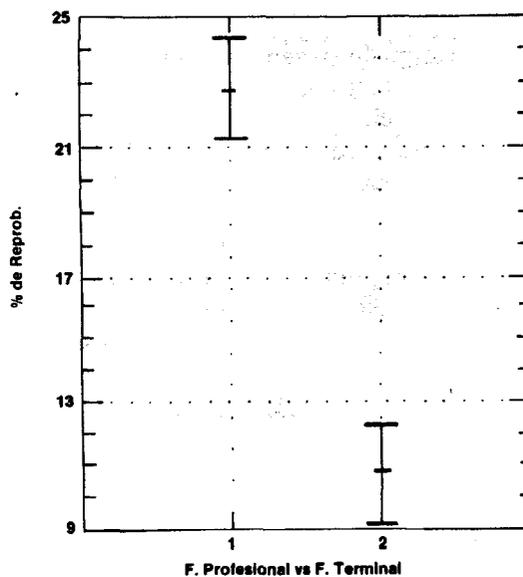
Con el ANDVA se rechazó la H_0 , encontrándose diferencias significativas entre los factores principales (fase y tipo de semestre), ($P < 0.001$) y en la interacción de ambas ($P < 0.01$). (Consúltense los resultados en la tabla 2).

Análisis de los índices de reprobación por semestre curricular

A partir de los datos de índices de reprobación mostrados en la tabla 1, se obtuvo la gráfica 3, en la que se observa claramente el descenso de los índices de reprobación a medida que se cursa la carrera.



Gráfica 1. Histograma de frecuencia que muestra la distribución de los índices de reprobación entre las fases Profesional (población 1) y Terminal (población 2)



Gráfica 2. Comparación de medias entre niveles. Prueba de Tukey a 95%.

Análisis longitudinal de los índices de reprobación por materia

Se calcularon los índices de reprobación por materia. Con estos datos se obtuvo la gráfica 4. Al efectuar el estudio longitudinal, se observó que las materias que aparecen con un comportamiento diferente a las del mismo semestre curricular son:

- Bioquímica II
- Parasitología
- Inmunología General
- Química Legal
- Análisis Clínico-Bacteriológicos

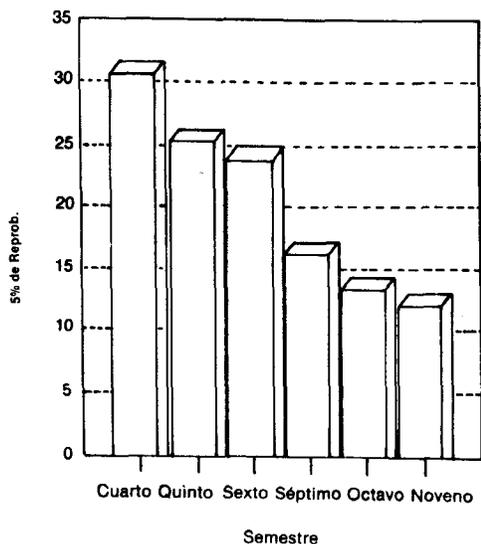
Tabla 2. Análisis factorial de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad (gl)	Cuadrado medio	F	Nivel de significancia α
Efectos principales	3701.3189	2	1850.6594	53.091	.0000
Tipo de semestre (A)	733.0967	1	733.0967	21.031	.0000
Nivel (B)	2968.2222	1	2968.2222	85.151	.0000
Interacción (A x B)	231.91625	1	231.91625	6.653	.0118
Residual (e _{ij})	2718.9571	78	34.858424		
TOTAL	6652.1922	81			

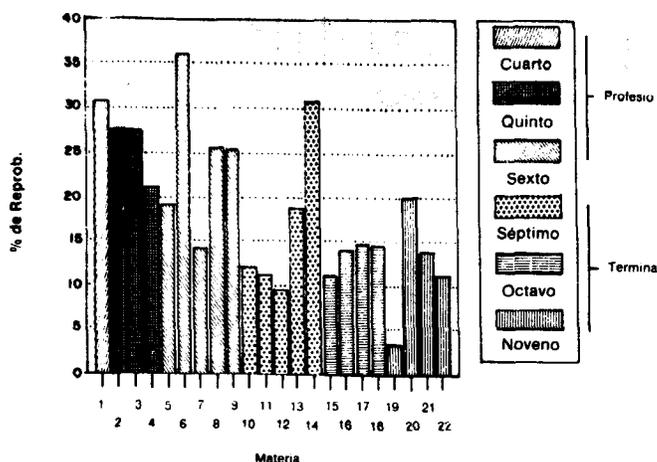
Diferencias entre las medias de los índices de reprobación entre fase profesional y terminal (Factor: fase)

Cuando se compararon las medias del factor Fase (fase profesional vs. fase terminal) existieron diferencias significativas ($P < 0.001$) (véase la tabla 2). Aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$) se encontraron diferencias significativas teniendo la fase profesional un mayor porcentaje de reprobación (gráficas 1 y 2).

En la gráfica 2, la comparación de las medias de los índices de reprobación de las fases profesional y terminal muestra una diferencia altamente significativa, ya que ambos valores son muy diferentes. Existe una muy amplia separación aún entre los intervalos de distancia mínima significativa.



Gráfica 3. Índices de reprobación promedio por semestre



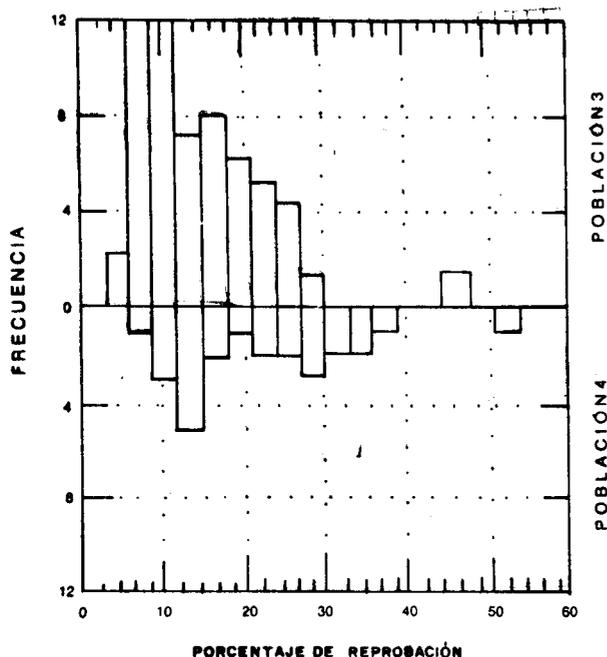
MATERIAS

- | | |
|---|--|
| 1 Biología Celular | 12 Análisis Clínico - Bacteriológicos |
| 2 Bioquímica I | 13 Micología |
| 3 Anatomía y Fisiología | 14 Inmunología General |
| 4 Microbiología General | 15 Toxicología |
| 5 Análisis Químico-Clínicos | 16 Hematología |
| 6 Bioquímica II | 17 Biosíntesis Microbiana de aplicación industrial |
| 7 Histología Normal y Patológica | 18 Inmunología Aplicada |
| 8 Genética General | 19 Química Legal |
| 9 Bacteriología Médica | 20 Parasitología |
| 10 Fisiología y Bioquímica de Microorganismos | 21 Microbiología Agrícola |
| 11 Análisis Bioquímico-Clínicos | 22 Virología |

Gráfica 4. Índice de reprobación por materias. Materias biológicas de la carrera.

Diferencias entre las medias de los índices de reprobación de los periodos normal y atípicos (Factor: tipo de semestre)

De la comparación de medias entre periodos normales comprendidos entre los semestres 80-2 a 85-1, y los periodos atípicos comprendidos entre los semestres 85-2 a 87-1, se encuentra que existen diferencias significativas ($P < 0.001$), (tabla 2). Con la prueba de Tukey ($P < 0.05$) se encontró que el semestre normal tiene un porcentaje de reprobación menor que el atípico. Esto se puede ver en las gráficas 5 y 6. En esta última sucede el mismo fenómeno que en la 2, respecto a la separación entre las medias por tipo de semestre.

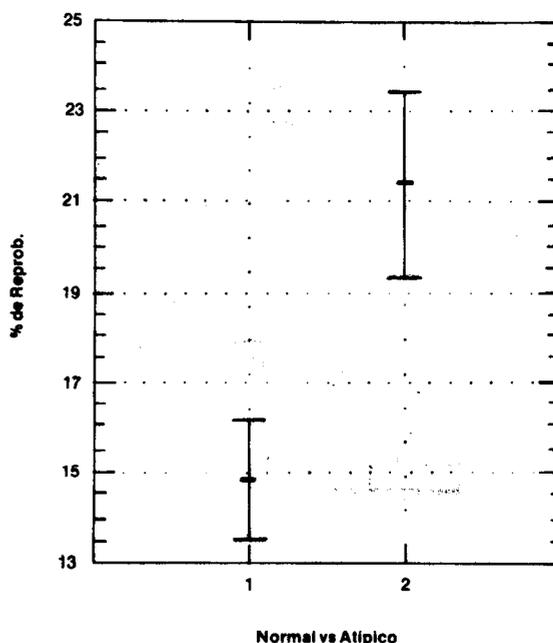


Gráfica 5. Histograma de frecuencia que muestra la distribución de los índices de reprobación entre los periodos normales (población 3) y atípicos (población 4).

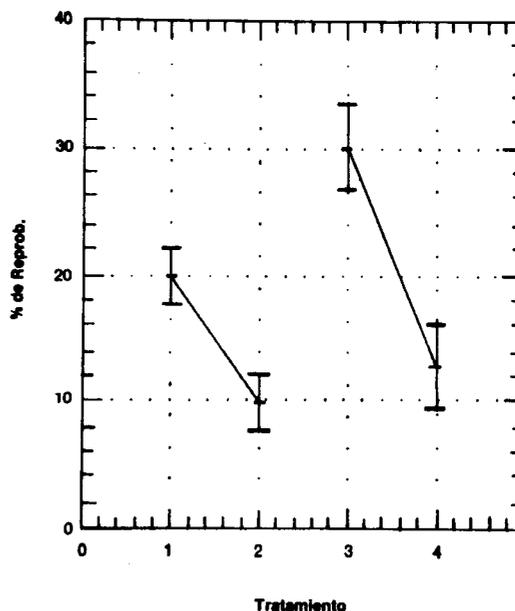
Diferencias entre las medias de los cuatro tratamientos

Del ANDVA se observa que la interacción fue significativa ($P < 0.01$), ya que la respuesta de los niveles de un factor (fase) se ven influidos por los niveles del otro factor (tipo de semestre). Es decir que las fases profesional y terminal no respondieron de una manera igual en semestres normales y atípicos.

Comparando las medias (μ_1, \dots, μ_4), de los cuatro tratamientos manejados con la prueba de Tukey ($P < 0.05$), se encontró que sólo un par de ellas son iguales: $\mu_2 = \mu_4$. El resto son diferentes entre sí (ver tabla 2 y gráfica 7). Así, los tratamientos que pertenecen a la fase terminal no son significativamente distintos entre ellos (T_2 y T_4), por lo que el factor tipo de semestre (normal-atípico) no les afecta, a diferencia de la fase profesional, en donde sí se observan cambios.



Gráfica 6. Comparación de medias entre tipo de semestre. Prueba de Tukey a 95%.



Gráfica 7. Comparación de medias entre tratamientos. Prueba de Tukey a 95%.

Análisis de índices de reprobación en dos generaciones

Se compararon dos generaciones: una tomada al azar entre las que se encuentran en los semestres normales y otra que coincidía con los semestres atípicos. Se encontró que existen diferencias significativas entre ambas poblaciones, como se muestra en las gráficas 8 y 9, de acuerdo con los siguientes datos:

	Población 1 (Generación normal)	Población 2 (Generación atípica)
Número de observaciones	6	6
Media	11.36	19.23
Varianza	17.88	46.78
Desviación estándar	4.22	6.83

Hipótesis nula (H_0): no existen diferencias significativas entre las medias de las dos poblaciones.

Intervalo de confianza seleccionado, α : 0.05.

Grados de libertad, gl : 10

Para los datos analizados se obtuvo un valor t experimental de 2.39, mientras que el teórico es:

$$t_{\alpha 0.05, gl 10} = 1.81$$

Lo anterior indica que existen diferencias significativas entre ambas generaciones.

Discusión

La evaluación es uno de los procesos más difíciles de realizar y más controvertidos.

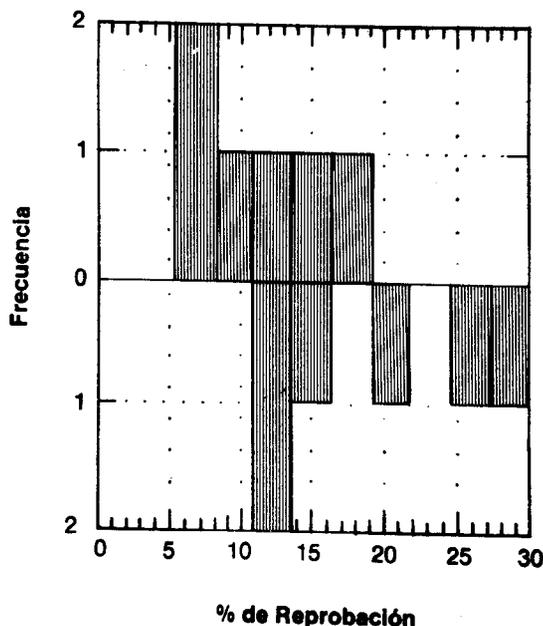
“El enfoque más generalizado de la evaluación en la actualidad está fundamentado en la teoría de la medición. Lo anterior refleja una actitud parcial. Sin embargo, el analizar parámetros cuantitativos, aún con sus limitaciones, constituye un punto de partida para detectar los fenómenos que se presentan y, posteriormente, una vez definidos los índices generales dentro de un contexto medible, se puede proceder a intentar una

evaluación global” (Díaz Barriga, 1988).

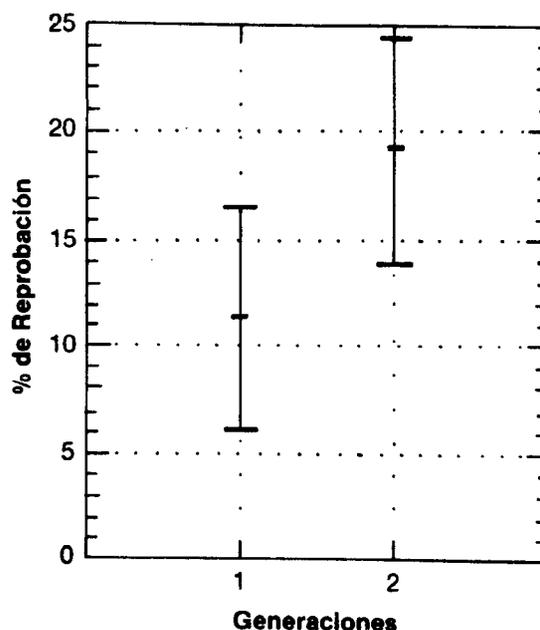
Este primer análisis de los índices de reprobación de las fases profesional y terminal produce el resultado esperado, siendo consistentemente más elevados en la fase profesional, que en la terminal. De hecho, las causas de estas diferencias pueden ser de diversa índole como, por ejemplo, el que aparentemente la fase profesional (lo mismo que la básica anteriormente) representa un “filtro” en el que los estudiantes menos interesados, con menor capacidad o un sinnúmero de problemas diferentes, inclusive ajenos a factores académicos, se quedan rezagados en los semestres intermedios. Por lo anterior, los estudiantes que pasan a la fase terminal representan una selección de aquellos que tenían las cualidades necesarias y, por lo tanto, tienen un mejor aprovechamiento. Esto se refleja en la disminución de los índices de reprobación.

Ahora bien, de alguna manera se puede decir que la evaluación está condicionada socialmente. Esto apunta a que sus resultados reflejan factores de orden económico de los individuos, de los cuales dependen sus certificados de estudio, las calificaciones bajas, los problemas de índole personal, etcétera. Todo lo anterior se puede explicar mediante factores socioeconómicos de los mismos estudiantes, y no solamente como un problema de falta de capacidad (Díaz Barriga, 1988), ya que estos factores no sólo condicionan a la evaluación como un todo, sino que se reflejan en los índices de acreditación.

Al analizar la elevación de los índices de reprobación que se presentan en el periodo 85-2 a 87-1 dentro de un contexto social, se observa que los semestres atípicos coinciden con épocas en que la vida universitaria se vio alterada: en 85-2 y 86-1 por las consecuencias del sismo del 19 de septiembre de 1985, que conmovió profunda y



Gráfica 8. Histograma de frecuencia. Generación normal-atípica.



Gráfica 9. Intervalo de confianza a 95%. Generación normal-atípica.

prolongadamente a la ciudad de México. Los semestres 86-2 y 87-1 coincidieron con la problemática desencadenada a raíz de la proposición de la denominada "Reforma Universitaria".

En ambos casos se sugiere que factores de índole social elevan en forma significativa los índices de reprobación.

En la relación que se estableció entre generaciones elegidas al azar, que pertenecían a semestres normales y semestres atípicos, se observaron igualmente diferencias significativas, lo que nos demuestra que estos factores sociales alteran no únicamente los parámetros semestrales, sino globalmente a las generaciones activas durante los problemas.

Es importante hacer notar que se presenta un fenómeno interesante al comparar los índices de reprobación de las fases profesional y terminal de semestres atípicos y normales, ya que las poblaciones de la fase profesional siguen el comportamiento esperado, pero los de la fase terminal aparentemente evaden el problema, ya que no presentan elevación de la reprobación en periodos atípicos.

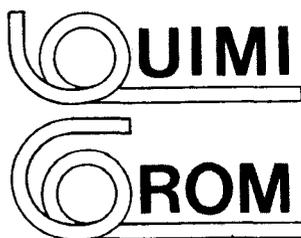
Sin embargo, hay que hacer la consideración de que los factores de índole social son difíciles de valorar en una forma aislada, ya que en el lapso tratado están injertados una serie de fenómenos en los que están involucrados profesores y estudiantes, por lo que única-

mente se sugieren las probables causas. La elevación del índice de reprobación es el único parámetro cuantificable de periodos afectados por diversos factores, puesto que no existen datos concretos y confiables de índices de asistencia de los alumnos, temas impartidos, ausentismo del profesorado, etcétera.

La detección de índices de reprobación por materia permite una comparación entre éstas y por semestre curricular. Las materias que difieren de las correspondientes al mismo semestre, por tener índices de reprobación mucho más elevados o mucho menores, deben ser investigadas en estudios longitudinales, ya no exclusivamente desde un enfoque estadístico de los índices de reprobación, sino en su totalidad, a partir de la multitud de factores a los que pueden deberse.

Bibliografía

- DGAE, *Estadísticas de aprobación por asignatura, periodo 78/1 a 87/1*, Dirección General de Administración Escolar, UNAM, México, 1988.
- Díaz Barriga, A. *Didáctica y currículum*, sexta edición. Editorial Nuevomar, México, 1988.
- Microsoft, *Statgraphics 2.0*, 1986.
- Montgomery, A.C. *Design and analysis of experiments*, John Wiley & Sons. Nueva York, 1984.
- Zar, J.H., *Biostatistical Analysis*, segunda edición, Prentice Hall, Nueva York, 1982.



**Ferrocarril # 7,
Colonia Toriello Guerra
México, D.F., 14050**

**Tel. 606 8033
Telefax 606 3666**



SOTEC

**Sociedad
Tecnológica
Comercial,
S.A. de C.V.**

VENTAS: ACULCO 83

LA LOMA TLALNEMEX, 54070 MEXICO

IMPORTACION

EXPORTACION

REPRESENTACION

APARATOS y EQUIPOS EDUCATIVOS PARA MEDICION y CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

CROMATOGRAFOS

AROTEC

GBC Scientific

EQUIPOS CRIOGENICOS

Carbolite

ISCO

ESPECTROFOTOMETROS

CARVER

Jenway

HORNOS

Kern

INSTRUMENTOS PARA LABORATORIO

Julabo

Newport

TEL + FAX (91-5) 390 1198

SOTEC

Tlx; 1773945 PBTNME

SPECTRONICS