

EDUCATION ISSUES/ ASPECTOS EDUCACIONALES

MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL PRONÓSTICO DE INDICADORES CUANTITATIVOS QUE MIDEN LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA

Yolanda Rosa Jiménez Álvarez, Lucía Fernández Chuairey, José Roberto Capó Pérez
Universidad Agraria de La Habana.

ABSTRACT

With the objective of developing models to predict the value of the quantitative indicators of quality, we undertook the present study in the Faculty of Agronomy, Agricultural University of Havana, Cuba, with prior research on this subject (quality Higher Education), as well as databases that were the support of this work. We applied quantitative methods, document analysis, time series and mathematical modeling. It was possible to obtain predictive models to determine the future conduct of quality indicators, these statistical models - Mathematicians may be used in the planning process both teachers and the budget and allow work to strategize about Higher Education.

KEYWORDS: quantitative indicators of quality, time series, promotion rates, vertical academic efficiency

MSC:92B10

RESUMEN

Con el objetivo de formular modelos que permitan pronosticar el valor de los indicadores cuantitativos de calidad, se realizó el presente estudio en la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de la Habana, Cuba, que cuenta con investigaciones previas relacionadas a esta temática (calidad en la Educación Superior), así como con bases de datos que fueron el soporte del presente trabajo. Se aplicaron métodos cuantitativos, análisis documental, series cronológicas y la modelación Matemática. Se logró obtener los modelos de pronóstico para determinar el comportamiento futuro de indicadores de calidad, estos Modelos Estadísticos - Matemáticos podrán ser empleados en el proceso de planificación tanto docente como del presupuesto y permitirán trazar estrategias de trabajos en la Educación Superior

1. INTRODUCCIÓN

Los indicadores cuantitativos que permiten evaluar la calidad en la Educación Superior son referentes necesarios dentro del proceso de evaluación de la calidad educativa. Sobre esta temática a nivel internacional se han emitido diferentes criterios, en tal sentido especialistas del Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación Superior, señalaron la necesidad de desarrollar un sistema de indicadores accesibles que permitan decidir y definir estrategias adecuadas, así como realizar eficientemente la planificación de la calidad como es el caso de Díaz y De Grauwe en el 1995. Por otra parte García (1998) indicó la necesidad de realizar investigaciones cuantitativas que permitan sistematizar los indicadores cuantitativos de calidad educativa para la América Latina y el Caribe.

Cuba cuenta con los trabajos realizados por Mayor (1993), quien planteó que era factible usar series cronológicas para estos indicadores, en el proceso de planificación, mientras que para proyectar el flujo de estudiantes por el sistema es conveniente elaborar un modelo estocástico – histórico, que debe ser elaborado en la base: año y carrera.

En la Universidad Agraria de la Habana (UNAH) estudios de este tipo (Capó, 1988; Torres, 2003 y García, 2009), mostraron el comportamiento histórico de indicadores como: tasa de promoción, tasa de deserción, eficiencia académica terminal, eficiencia académica vertical, entre otros en la carrera de Agronomía, pero a pesar de los resultados alcanzados aun no se cuenta con modelos matemáticos que asuman dicha problemática, por lo que se realiza el presente trabajo que tiene como objetivo formular modelos para el pronóstico de los indicadores cuantitativos de calidad en la carrera de Agronomía de la U.N.A.H.

Esta investigación se centró en datos correspondientes a la carrera de Agronomía, en la UNAH. Para un período de 20 años (1990-2010), se construyó la base de datos, la cual contiene matrícula inicial, matrícula final, reincorporación y bajas no académicas por cada año académico (del primero al quinto). Siendo la Fuente de la información, la base de datos elaborada por Torres y Lima (2003) y actualizada por García (2009). Los principales métodos empleados fueron el análisis documental y los métodos cuantitativos entre los que vale citar: las series cronológicas, la modelación Matemática y el análisis estadístico para el cual se utilizó el paquete de programas estadístico Statgraphisc Plus, versión 5.1, 2001.

2. RESULTADOS

El análisis documental correspondiente al proceso ingreso –egreso evidenció que cada cohorte estudiantil debe transitar por cinco años académicos en cada uno de los cuales pueden ocurrir diversos movimientos como: promoción, deserción, reincorporación y bajas no académicas ocurridas durante el período vacacional estos resultados han sido observados también por Capó, Torres y García en los años 1988, 2003 y 2009, respectivamente, los que además fundamentan las causas que inciden en las mismas.

Se construyó para un cohorte estudiantil el modelo general de Entradas y Salidas por año académico, que proyecta el flujo de estudiantes por el sistema, aplicable a cualquier carrera universitaria. La confección del mismo parte del supuesto que la matrícula inicial en el primer año coincide con el total de estudiantes que ingresan a la carrera mientras que en el resto de los años académicos depende de la cantidad de estudiantes que promovieron el curso anterior y que no resultaron baja durante el período vacacional más los que se reincorporan. La salida o matrícula final está dada por la cantidad de estudiantes que promueven el año académico.

Cada una de las variables a utilizar en el modelo fueron identificadas como variables discreta, amén de las tasas de: promoción, reincorporación y bajas no académicas ocurridas durante el período vacacional cuyo comportamiento se estima por series cronológicas ya que las mismas según Mayor (1993) responden a modelos estocásticos que presentan una tendencia determinada para cada carrera en cada año académico. Se definieron las siguientes variables.

Y_0 : Matrícula inicial en el primer año de la carrera.

Y_1 : Matrícula final en el primer año de la carrera.

Y_2 : Matrícula inicial en el segundo año de la carrera.

Y_3 : Matrícula final en el segundo año de la carrera.

Y_4 : Matrícula inicial en el tercer año de la carrera.

Y_5 : Matrícula final en el tercer año de la carrera.

Y_6 : Matrícula inicial en el cuarto año de la carrera.

Y_7 : Matrícula final en el cuarto año de la carrera.

Y_8 : Matrícula inicial en el quinto año de la carrera.

Y_9 : Matrícula final en el quinto año de la carrera.

e_1 : Tasa de promoción del primer año de la carrera.

e_2 : Tasa de promoción del segundo año de la carrera.

e_3 : Tasa de promoción del tercer año de la carrera.

e_4 : Tasa de promoción del cuarto año de la carrera.

e_5 : Tasa de promoción del quinto año de la carrera.

r_1 : Tasa de reincorporación del segundo año de la carrera.

r_2 : Tasa de reincorporación del tercer año de la carrera.

r_3 : Tasa de reincorporación del cuarto año de la carrera.

r_4 : Tasa de reincorporación del quinto año de la carrera.

v_1 : Tasa de bajas no académicas ocurridas durante el período vacacional del primer año.
 v_2 : Tasa de bajas no académicas ocurridas durante el período vacacional del segundo año.
 v_3 : Tasa de bajas no académicas ocurridas durante el período vacacional del tercer año.
 v_4 : Tasa de bajas no académicas ocurridas durante el período vacacional del cuarto año.

Tabla No.1 Modelo General de Entradas y Salidas (Matrícula Inicial y Final)

Año académico	Entradas (Matrícula Inicial)	Salidas (Matrícula Final)
Primer año	Y_0 = Matrícula inicial	$Y_1 = e_1 Y_0$
Segundo año	$Y_2 = Y_1(1 - v_1) + r_1 Y_2$	$Y_3 = e_2 Y_2$
Tercer año	$Y_4 = Y_3(1 - v_2) + r_2 Y_4$	$Y_5 = e_3 Y_4$
Cuarto año	$Y_6 = Y_5(1 - v_3) + r_3 Y_6$	$Y_7 = e_4 Y_6$
Quinto año	$Y_8 = Y_7(1 - v_4) + r_4 Y_8$	$Y_9 = e_5 Y_8$

Fuente: Elaboración propia

Las ecuaciones obtenidas en el modelo anterior se fueron sustituyendo unas en otras de manera sucesiva (Y_1 en Y_2 , Y_3 ,,, Y_9) hasta obtener la ecuación general “ Y_9 ” que pronostica el egreso para un cohorte estudiantil.

$$Y_9 = \frac{Y_0 e_1 (1 - v_1) e_2 (1 - v_2) e_3 (1 - v_3) e_4 (1 - v_4) e_5}{(1 - r_1)(1 - r_2)(1 - r_3)(1 - r_4)}$$

El modelo obtenido evidenció que es factible trabajar con las tasas de no reincorporación ($1 - r_i$) y no bajas no académicas del período vacacional ($1 - v_i$), por lo que se efectuó la siguiente sustitución.

$$h_i = 1 - v_i$$

$$q_i = 1 - r_i$$

Obteniéndose una expresión más sintetizada para el Modelo Egreso que se muestra a continuación.

$$Y_9 = \frac{Y_0 * e_1 * e_2 * e_3 * e_4 * e_5 * h_1 * h_2 * h_3 * h_4}{q_1 * q_2 * q_3 * q_4}$$

Para validar el Modelo Egreso se estimó por series cronológicas las ecuaciones de tendencia de los indicadores cuantitativos: tasa de promoción (e_i), tasa de no reincorporación (q_i) y tasa de no bajas del período vacacional (h_i), por años académicos en la carrera de Agronomía. Donde $t_1 = A - 1990 + 1$, “A” es el año que se quiere evaluar. Los restantes valores de t_i se expresan a través de la siguiente fórmula recursiva: $t_i = t_{i-1} + 1$. Ver la tabla No.2.

Tabla No.2. Ecuaciones de tendencia de los indicadores cuantitativos de calidad en la carrera de Agronomía.

Tasa de promoción por año académico	Tasa de no reincorporación por año	Tasa de no bajas en el período vacacional
-------------------------------------	------------------------------------	---

	académico	por año académico
$e_1 = 0.664422 + 0.00207892 * t_1$		$h_1 = 1.001 - 0.00185866 * t_1$
$e_2 = 0.807072 + 0.0067201 * t_2$	$q_1 = 0.865899 + 0.0060423$	$h_2 = 1$
$e_3 = 0.901973 + 0.00454294 * t_3$	$q_2 = 0.896962 + 0.005684$	$h_3 = 0.985847 + 0.00129036 * t_3$
$e_4 = 0.967395 + 0.0005189 * t_4$	$q_3 = 0.994904 - 0.001221$	$h_4 = 0.999694 - 0.00204689 * t_4$
$e_5 = 0.979819 + 0.000713736 * t_5$	$q_4 = 0.965413 + 0.004378$	

Fuente: Elaboración propia

Las ecuaciones de tendencia indican que: las tasas de promoción por año académico muestran el porcentaje de estudiantes que promueven en el año con la variación que se indica en el coeficiente de la variable t_i . Las mismas fueron estimadas en el siguiente orden del primer al quinto año 66%, 80.7%, 90.19%, 96.73% y 97.98%, mientras que las tasa de no reincorporación del segundo al quinto año muestran que porcentaje de la masa estudiantil del año académico no son reincorporados (86.59%, 89.69%, 99.49% y 96.54%). Por su parte la tasa de no bajas durante el período vacacional reflejan que en el primer y segundo año el 100% de los estudiantes que promueven no son bajan en el período vacacional mientras que en el tercer y cuarto año solo el 98.58% y el 99.96% de los estudiantes que promueven no abandonan los estudios en el período vacacional.

Sustituyendo la expresión de los indicadores antes mencionados en el Modelo Egreso, se pronosticó para diferentes cohortes estudiantiles el egreso, los resultados obtenidos fueron comparados con el valor real como se muestran en la tabla No.3

Tabla No.3. Egreso. Comparación de los valores Real y Pronóstico

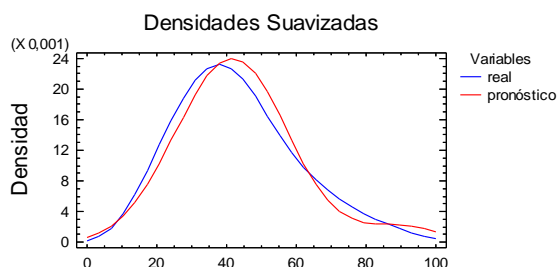
Cohorte estudiantil (año)	Real	Pronóstico
1990	86	78
1991	48	43
1992	52	49
1993	55	64
1994	56	52
1995	36	38
1996	40	38
1997	20	29

1998	29	25
1999	30	30
2000	43	34
2001	39	30
2002	46	53
2003	38	36
2004	27	30
2005	30	30

Fuente: Elaboración propia

Con el uso del paquete de programas estadístico Statgraphisc Plus, versión 5.1, 2001. Se realizó una comparación de muestra entre los valores Real y Pronóstico cuyo resultado mostró que para un 95% de confianza no existe diferencias significativas entre las medias, las medianas y la varianza. (Ver Figura1).

Figura 1. Comparación de muestra entre los valores Real y Pronóstico



El análisis comparativo realizado mostró que el modelo diseñado para el egreso por cohorte estudiantil es representativo.

Otros indicadores cuantitativos de calidad son la Eficiencia Académica Vertical (EV) y la Eficiencia Académica Terminal (EAT). El punto de partida para la construcción de los modelos de pronóstico de estos indicadores fue la definición dada por autores entendidos en la temática.

Capó, (1987) define **Eficiencia Académica Vertical (EV)** como el producto de las tasas de promoción de los diferentes años de una carrera en un curso escolar. En tal sentido queda formulado el modelo para este indicador cuantitativo a través de la siguiente expresión:

$$EV = \prod_{i=1}^5 e_i(t_0)$$

Donde t_0 es un año fijo.

Aplicando el modelo anterior a la base de datos de la carrera de Agronomía se obtuvo el modelo lineal siguiente:

$$EV = \prod_{i=1}^5 e_i(t_0) = 0.4664 + 0.008662 * t$$

Que indica que la eficiencia vertical en la carrera de Agronomía de la U.N.A.H. es de un 46,64% y por cada año que trascorra se incrementa en un 0,8662%.

La relación porcentual entre el número de estudiantes que ingresa a un programa y termina el mismo en el tiempo previsto ha sido denominada como **Eficiencia Académica Terminal (EAT)**. (Capó, 1987, Torres, 2003). Esta definición solo contempla a la cantidad de estudiantes que ingresan a la Educación Superior y transitan por los cinco años académicos de manera ininterrumpida hasta ser egresados. Se partió de la expresión del Modelo Egreso, y se concluyó que cumplen esta condición aquellos estudiantes que promueven y no son bajas durante el período vacacional. Por lo que se formuló el modelo general, para este indicador cuantitativo de la siguiente forma.

$$EAT = \prod_{i=1}^5 e_i(t_i) * h_i(t_i)$$

Donde $t_i = A - 1990 + I$, “A” es el año que se quiere evaluar. Los restantes $t_i = t_{i-1} + 1$

Con el uso de este modelo se pronosticó la Eficiencia Académica Terminal en la carrera de Agronomía para los cohortes estudiantiles comprendidos entre 1998 y 2001, estos valores fueron comparados con el real como se muestra en la tabla No.4.

Tabla No.4. Eficiencia Académica Terminal. Comparación entre los valores Real y Pronóstico

Cohorte estudiantil correspondiente al curso escolar	Real	Pronóstico
1998-2003	0.63	0.599
1999-2004	0.5370	0.5317
2000-2005	0.4444	0.4712
2001-2006	0.4219	0.4591

Fuente: Elaboración propia

La información reflejada en la tabla No.4 muestra que para la E.A.T., los valores Real y Pronóstico están muy próximos, por lo que el modelo está en correspondencia con la información que se procesó.

3. CONCLUSIONES.

- El Modelo de Entradas y Salidas proyecta para un cohorte estudiantil, el flujo de estudiantes por el sistema. Además fue la base para la construcción del Modelo Egreso.
- El empleo de las series cronológicas permitió hallar modelos de tendencia para los indicadores: tasa de promoción, tasa de no reincorporación y tasa de no bajas no académicas en el período vacacional, para la carrera de Agronomía de la U.N.A.H.
- A partir de la expresión matemática del Modelo Egreso y la definición de Eficiencia Académica Vertical y Eficiencia Académica Terminal se formularon los modelos para estos indicadores.
- Los modelos obtenidos son representativos para la carrera de Agronomía de la U.N.A.H.

Agradecimientos.

Al Doctor Antonio Torres y a la Ingeniera Zobeida Lima por su contribución con la base de datos creada por ellos que permitió el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] CAPÓ, J. R.,(1987): **Problemas de la preparación y utilización de los egresados del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana**. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación. Nitra Escuela Superior de Agricultura. 151.
- [2] DÍAZ P. y DEGRAWUE A.(1995): Buenos indicadores para decisiones adecuadas en la Educación. **Carta Informativa del Instituto Internacional de Planeación de la Educación**. Vol. XIII, 1-2 / Octubre – Diciembre.
- [3] GARCÍA GUADILLA, CARMEN (1997): El valor de la pertinencia en las dinámicas de transformación de la educación superior en América Latina. En la **Educación Superior en el siglo XXI visión de América Latina y el Caribe**. Tomo I. 47-80. CRESAL / UNESCO.
- [4] GARCIA, J.(2009): **Comportamiento de la Eficiencia Terminal en el curso regular diurno de la Facultad de Agronomía de la UNAH en el período 1999 al 2008**. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias en Docencia Superior Agraria. Universidad Agraria de la Habana.
- [5] GALLAGHER CH.A y WATSON H.J.(2005): **Métodos cuantitativos para la Toma de Decisiones**. P. 12-13,19, 115-121. EDITORIAL FÉLIX VARELA. La Habana.
- [6] MAYOR M., (1993): "Estudios de las Series Cronológicas para la proyección de variables cuantitativas en el marco del sistema informativo para planificadores de la Educación Superior". **Revista Cubana de Educación Superior**, 13, 201-208.
- [7]TORRES, A. y LIMA Z.(2003): Criterios cuantitativos de eficiencia pedagógica en la formación del profesional de agronomía. **Revista Pedagógica Universitaria**, 8, 1-7.