

Análisis de la matrícula estudiantil de la Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes durante los años 2002–2007 haciendo uso de series de tiempo

Analysis of the student registration in the Basic School of the Faculty of Engineering of the Universidad of Los Andes during the years 2002-2007 using time series

Guzmán, Eliana* y Borrero, Armando

Dpto. de Ciencias Aplicadas y Humanísticas. Escuela Básica

Facultad de Ingeniería. ULA

Mérida, 5101, Venezuela

*eliana@ula.ve

Resumen

El propósito de esta investigación consistió en estudiar el comportamiento de la matrícula estudiantil de la Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes entre los años 2002 y 2007, usando como método de investigación el análisis de las series de tiempo. Se tomaron en cuenta las siguientes variables expresadas en porcentajes: número de inscripciones en las materias impartidas por la Escuela Básica, estudiantes aprobados, reprobados, retirados y ausentes. En el análisis se pueden diferenciar dos etapas. En la primera se estudiaron por separado cada una de las ocho áreas que conforman la escuela y en la segunda etapa se analizó la escuela completa. Se observó que en ambas etapas, las series de tiempo de todas las variables se comportan de forma cíclica con respecto a su línea de tendencia, comportamiento típico de variables no estacionarias. Pudo notarse que la tendencia fue notablemente creciente para el porcentaje de estudiantes que se retiran o se ausenta y para el porcentaje de estudiantes que reprueban las materias, mientras que fue decreciente para el porcentaje de estudiantes que aprueban las materias. No se observaron grandes variaciones residuales, excepto en el semestre A-2006, donde los porcentajes de estudiantes ausentes o retirados fueron muy elevados.

Palabras clave: Serie de tiempo; análisis estadístico; rendimiento estudiantil; ULA.

Abstract

The purpose of this investigation was to study the behavior of the student registration in the Basic School of the Faculty of Engineering in the University of Los Andes between the years 2002 and 2007, using as a method of investigation the time series analysis. The following variables, expressed in percentages, were taken in account: number of enrolments in the classes imparted by the Basic School, approved students, failed students and absent or retired students. The analysis was made in two phases. In the first one, each one of the eight areas that are part of the school was studied separately, and in the second phase the whole school was analyzed. It was observed that for both, the time series for the four variables behaved cyclically in relation to their tendency line, a typical result of non-stationary variables. It could be observed that the tendency was notably growing for the percentage of retired or absent students and for the percentage of failed students, while it was decreasing for the percentage of approved students. No major residual variations were observed, except on the A-2006 semester, where the percentages of absent or retired students were very high.

Key words: Time series; statistical analysis; student performance; ULA.

1 Introducción

En la actualidad todo proceso de planificación debe llevarse a cabo tomando en cuenta diversos factores que

garanticen tener un producto final de calidad, que cumpla con todos los requisitos exigidos para realizar la función a desempeñar. Obviamente los procesos educativos universitarios no escapan de esta realidad. Cada día es más necesaria su planificación, tanto por las exigencias de formar profesionales con mayores capacidades, habilidades y destrezas, así como por la tendencia a incrementar el ingreso de una mayor cantidad de jóvenes a la educación universitaria profesional.

Tomando en cuenta que en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, todos los estudiantes antes de iniciar el ciclo profesional en sus respectivas escuelas, permanecen durante aproximadamente cuatro semestres en la Escuela Básica. Lo cual la convierte en la escuela que posee la mayor cantidad de estudiantes, de materias, de secciones por materia y de profesores, de toda la Facultad de Ingeniería. Este hecho hace más evidente la necesidad de planificar y distribuir adecuadamente los recursos disponibles, sobretodo el recurso humano, que en este caso son los profesores.

En este trabajo se pretende determinar, haciendo uso de técnicas estadísticas, la evolución de la matrícula estudiantil en la Escuela Básica desde el año 2002 hasta el 2007. De manera tal que sirva de fundamento para llevar a cabo la planificación de futuros semestres, para alcanzar una mejor distribución de los recursos (profesores, salones, laboratorios, entre otros), solicitar de recursos para el ingreso de nuevos profesores, e identificación de las materias con mayor o menor demanda, entre otros aspectos.

2 Marco teórico

2.1 Series de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia de los valores que asume una determinada variable o conjunto de variables, dispuestas en un orden cronológico, normalmente en intervalos de tiempo uniformes (Sandoval, s/f). El análisis de una serie de tiempo consiste en aplicar los métodos que intentan comprender su comportamiento, el contexto que generó los datos o hacer predicciones. El comportamiento de una serie de tiempo se describe al estudiar sus cuatro componentes: la tendencia, la variación cíclica, la variación estacional y la variación residual o irregular (Lind, 2004). La tendencia describe el comportamiento a largo plazo de la serie sin modificaciones. Dicha tendencia puede ser lineal o no lineal, estacionaria, creciente o decreciente o una combinación de alguna de ellas. La segunda componente es la variación cíclica, que indica la fluctuación en forma de onda, es decir, ascensos o descensos de la serie de tiempo en periodos mayores a un año alrededor de la tendencia. La tercera componente corresponde a la variación estacional, que muestra los patrones de cambio que se repiten año tras año. El último componente es la variación residual, que mide la variabilidad debido a factores aleatorios, imprevistos y no recurrentes, se caracterizan por durar un espacio corto de

tiempo (Santos, s/f).

Una gráfica de series de tiempo se obtiene graficando en el eje vertical el valor observado de la variable en estudio y en el eje horizontal el tiempo, que podría estar en minutos, días, meses o años, entre otros. Cuando se grafican las mediciones de la variable en estudio, se pueden observar características generales de los datos, que de otro modo no podrían percibirse (Montgomery y Runger, 2008).

2.2 Tendencia

La tendencia refleja el crecimiento o decrecimiento continuo a largo plazo de las series de tiempo. Tomándose como largo plazo al menos dos periodos anuales, para que sea posible caracterizar el comportamiento de la variable en estudio (Sandoval, s/f). Esta tendencia generalmente se describe por medio de una recta, o de alguna curva que se ajuste al comportamiento de los datos. Dicha curva puede ser exponencial, logarítmica, recíproca, polinomial o potencial.

Es posible realizar el ajuste de la tendencia de los datos de la serie de tiempo, usando diferentes métodos, como el de los mínimos cuadrados, el de la doble suavización o el de la triple suavización, a través de filtros que eliminan las variaciones de las series que se presentan a corto plazo.

En este estudio se utilizará el ajuste por mínimos cuadrados, de manera que la ecuación de la recta de tendencia tendrá la forma general, mostrada a continuación

$$Y = a + bX \quad (1)$$

donde,

Y: es el valor predictorio de la variable en estudio.

X: es un posible valor de la variable independiente.

a: es el punto de intersección con el eje Y.

b: es la pendiente de la recta de tendencia.

Este ajuste lineal representa una tendencia que varía con el tiempo a una tasa constante de cambio. Si la serie tiene un comportamiento creciente, la pendiente de la recta será positiva. Si por el contrario, la serie tiene un comportamiento decreciente en el tiempo, su pendiente será negativa y si la pendiente de la recta es un valor cercano a cero, el comportamiento es estacionario.

2.3 Variación cíclica

En el estudio de la variación cíclica de una serie de tiempo se pueden realizar diferentes tipos de ajustes para describir el comportamiento de los ciclos con respecto a la tendencia de la serie. Dichos ajustes pueden ser polinomial (de segundo grado en adelante), curva creciente, curva-s, entre otros.

Para el análisis del comportamiento cíclico de las series de tiempo de este estudio, se empleará el ajuste polinomial de orden seis debido a que proporciona una mejor calidad de ajuste, es decir, el valor del Coeficiente de De-

terminación (R^2) es más cercano a uno. Este coeficiente mide el porcentaje de variación de variable Y que se puede explicar por X. Indicando qué tan ajustados están los valores de la variable en estudio a la curva de ajuste teórica (Montgomery y Runger, 2008).

La expresión general del ajuste polinomial de orden seis empleado será:

$$Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4 + b_5X^5 + b_6X^6 \quad (2)$$

donde,

Y: es el valor predictorio de la variable en estudio.

X: es un posible valor de la variable independiente.

a: es el punto de intersección con el eje Y.

$b_1 \dots b_6$: coeficientes.

3 Método

Para llevar a cabo esta investigación sobre el comportamiento del registro de inscripciones de la Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, se realizaron análisis de tendencia, de variación cíclica y residual de las series de tiempo, aplicados a las cuatro variables en estudio: número de inscripciones, número de estudiantes aprobados, de estudiantes reprobados y de estudiantes ausentes y retirados, entre los años 2002 y 2007, en cada una de las ocho áreas que conforman la Escuela Básica.

Es conveniente aclarar que número de inscripciones no significa cantidad de alumnos inscritos, pues un estudiante puede inscribir varias materias en un mismo semestre. Por otra parte, los retirados incluyen: los retiros legales, los retiros realizados por el alumno y los retiros por régimen de rendimiento. Los retiros legales son aquellos que se han realizado por no cumplir alguna cláusula legal. Todas las variables están expresadas en porcentajes.

Para llevar a cabo el análisis de las series de tiempo en estudio, el criterio empleado fue aislar cada componente partiendo de la serie original y analizarlo por separado a través de la observación visual y la generación de las curvas de tendencia (ajuste lineal por mínimos cuadrados) y de variación cíclica (polinomial de orden seis), con la finalidad de describir su comportamiento y obtener conclusiones que puedan contribuir a una mejor planificación académica para la Escuela. Así mismo, podría servir de respaldo para justificar la solicitud de recursos, tanto humanos como físicos, para la función docente de la Escuela Básica.

3.1 Recolección y tratamiento de los datos

Los datos empleados fueron proporcionados por la Oficina de Registro Estudiantil de la Facultad de Ingeniería (OREFI). Dichos datos contienen la información completa del registro definitivo de inscripciones de los semestres regulares A2002, B2002, A2003, B2003, A2004, B2004, U2005, A2006, B2006, A2007 y B2007. Se considera que

las condiciones académicas de los cursos intensivos, son muy diferentes a los semestres regulares, razón por la cual no se incluyen en este estudio.

La Escuela Básica está conformada por los Departamentos de Ciencias Aplicadas y Humanísticas, y de Cálculo. Cada uno dividido a su vez en áreas. El primero, conformado por las áreas de Humanidades, Programación Digital y Estadística, Sistemas de Representación, Química, Física y Mecánica Racional. El segundo, por las áreas de Matemáticas Básicas y Matemáticas Aplicadas. La Tabla 1 muestra las 37 materias pertenecientes a las diversas áreas.

Tabla 1. Departamentos, Áreas y Materias de la Escuela Básica

Departamento	Área	Materia
Ciencias Aplicadas y Humanísticas	Programación Digital y Estadística	Programación Digital Estadística Computación
	Sistemas de Representación	Sistemas de Representación 10 y 20
Ciencias Aplicadas y Humanísticas	Química	Química I Química Inorgánica Laboratorio de Química Sociología Antropología Procesos Básicos del Pensamiento Lenguaje y Comunicación I y II
	Humanidades	Inglés I y II Inglés-Lectura I y II Humanidades, Ciencia y Tecnología Redacción de Informes Técnicas de Aprendizaje Métodos y Técnicas de Investigación Física 10, 11, 20 y 21 Laboratorio de Física 11, 21 y General
Cálculo	Física	
	Mecánica Racional	Mecánica Racional 10, 20 y General
	Matemática Básica	Cálculo 10, 20 y 30
	Matemática Aplicada	Cálculo 40 Matemáticas 40 y Matemáticas Especiales

El tratamiento de los datos fue bastante sencillo, pues los mismos no presentan datos fuera de rango o valores extraños, ya que por su misma naturaleza son datos muy precisos, debido a que representan el registro estudiantil. Es oportuno destacar que se observa un cambio de criterio de un semestre a otro, con respecto a la calificación definitiva

obtenida por un estudiante ausente. Lo cual no tiene influencia en las variables en estudio, pues el estudiante ausente se contabiliza como tal y no como reprobado, sin importar la calificación definitiva que se le asigne.

3.2 Procesamiento

Una vez definidas las variables a estudiar, se procedió a graficar las series de tiempo, con la finalidad de observar la presencia de alguna de las siguientes cuatro características típicas de una serie de tiempo: a) la tendencia presente cuando se observa la variación de los valores medios a lo largo del tiempo; esta variación puede indicar si las variables son estacionarias o no; b) la variación cíclica presente en valores de la serie que suben y bajan a lo largo de la línea de tendencia de forma periódica; c) los cambios repentinos (variación residual) que le toman a la serie cierto tiempo en recuperar su comportamiento usual y d) el movimiento en conjunto de las series de tiempo de las variables, es decir si tienen un co-movimiento positivo o negativo.

En las figuras que se presentan a continuación para las variables en estudio, se grafican sus porcentaje con respecto a la cantidad total de inscripciones que se realizan en cada una de las ocho áreas que conforman la Escuela Básica. Se hace de manera porcentual para poder hacer comparaciones y análisis.

4 Resultados

4.1 Área de programación digital y estadística

El porcentaje de inscripciones en ésta área tiene una tendencia creciente ($y=8.37+0.1x$), indicando que ha sufrido un incremento del 4.7%, lo que representa un aumento de cerca de 250 inscripciones. Con respecto al porcentaje de estudiantes inscritos que aprueban las materias de ésta área, se observa una tendencia decreciente con una pendiente bastante pronunciada ($y=71.39-2.12x$), sufriendo un decremento del 21%. Cuando en la Fig. 1 se observa el comportamiento del porcentaje de estudiantes reprobados en las materias de ésta área, existe una tendencia creciente con una pendiente no muy fuerte ($y=8.92+0.80x$), lo que representa un incremento del 5%. Este mismo comportamiento de tendencia creciente se observa para el porcentaje de estudiantes ausentes y retirados de las materias de ésta área, con una pendiente más fuerte ($y=19.46+1.34x$), representando un incremento del 19%. Esta serie presenta un cambio repentino para el semestre A-2006, donde el porcentaje de ausentes y retirados llegó hasta el 41%.

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 1), lo que es propio de variables no estacionarias, e indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. Las curvas de ajuste para observar el comportamiento cíclico

de las series de tiempo para las variables en estudio se muestran en la Tabla 2, con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2), los cuales toman valores cercanos a uno, representando una buena calidad de ajuste.

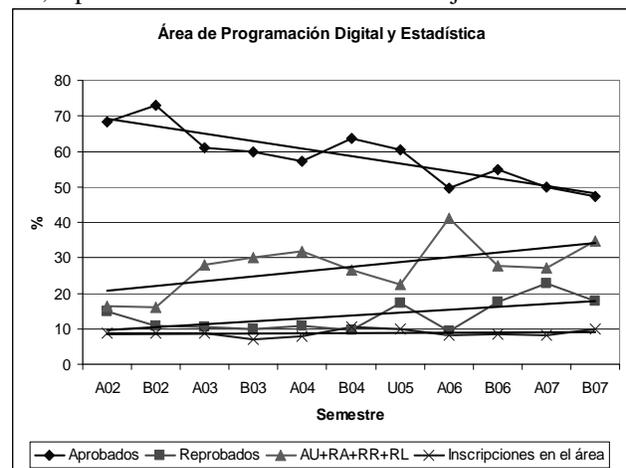


Fig. 1. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Programación Digital y Estadística

Tabla 2. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Programación Digital y Estadística

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = -5.76 + 142.14x - 89.87x^2 + 25.41x^3 - 3.59x^4 + 0.25x^5 - 0.01x^6$	0.91
Reprobados	$y = 5.3 + 23.87x - 20.48x^2 + 7.08x^3 - 1.17x^4 + 0.09x^5 - 0.003x^6$	0.76
Ausentes y retirados	$y = 100.85 - 167.24x + 111.19x^2 - 32.74x^3 + 4.8x^4 - 0.34x^5 + 0.01x^6$	0.74
Inscripciones	$y = -4.77 + 25.23x - 15.74x^2 + 4.39x^3 - 0.6x^4 + 0.04x^5 - 0.001x^6$	0.67

Además se observa un movimiento en conjunto de las cuatro series, indicando un reforzamiento negativo, es decir, si el porcentaje de aprobados disminuye, se observa un aumento del porcentaje de reprobados y del porcentaje de ausentes y retirados, lo que causa un aumento en el porcentaje de inscripciones en las materias de ésta área (Fig. 1).

4.2 Área de sistemas de representación

En la Fig. 2 se observa que el porcentaje de inscripciones en ésta área tiene una tendencia creciente muy suave ($y=12.03+0.01x$), indicando que no ha sufrido muchos cambios en el tiempo. Aunque si se observa la cantidad de estudiantes inscritos en las materias de esta área, se registran 240 inscripciones más. Con respecto al porcentaje de estudiantes inscritos que aprueban las materias de ésta área, se observa una tendencia decreciente con una pendiente pronunciada ($y=63.19-1.1x$), sufriendo un decremento del 16.4%. Cuando en la Fig. 2 se observa el comportamiento del porcentaje de estudiantes reprobados, existe una ten-

dencia creciente con una pendiente suave ($y=16.12+0.34x$), lo que representa un incremento del 3%. Este mismo comportamiento de tendencia creciente se observa para el porcentaje de estudiantes ausentes y retirados, con una pendiente más fuerte ($y=20.30+0.81x$), representando un incremento del 15.2%.

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 2), lo que es propio de variables no estacionarias. Esto indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año.

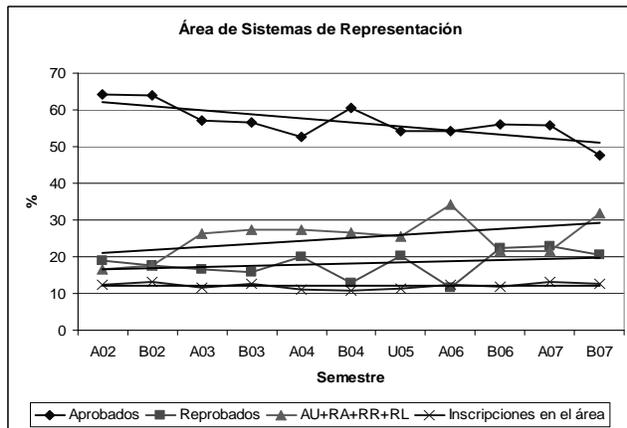


Fig. 2. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Sistemas de Representación.

Las curvas de ajuste para observar el comportamiento cíclico de las series de tiempo para las variables en estudio se muestran en la tabla 3, con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2), los cuales toman valores cercanos a uno representando una buena calidad de ajuste, excepto para el porcentaje de estudiantes reprobados.

Tabla 3. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Sistemas de Representación

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = 28.72 + 70.97x - 47.56x^2 + 13.94x^3 - 2.04x^4 + 0.15x^5 - 0.0041x^6$	0.87
Reprobados	$y = 15.97 + 9.66x - 9.69x^2 + 3.74x^3 - 0.68x^4 + 0.06x^5 - 0.0018x^6$	0.44
Ausentes y Retiros	$y = 59.45 - 88.4x + 61.69x^2 - 18.85x^3 + 2.87x^4 - 0.21x^5 + 0.0061x^6$	0.82
Inscripciones	$y = 10.84 + 2.68x - 1.21x^2 + 0.22x^3 - 0.03x^4 + 0.0014x^5 - 0.000005x^6$	0.65

Además se observa un movimiento en conjunto de las cuatro series, indicando un reforzamiento negativo, es decir, si el porcentaje de aprobados disminuye, se observa un aumento del porcentaje de reprobados y del porcentaje de ausentes y retiros, lo que causa un aumento en el porcentaje de inscripciones en las materias de ésta área (Fig. 2).

4.3 Área de química

En la Fig. 3 se observa que el porcentaje de inscripciones en ésta área tiene una tendencia creciente ($y=8.94+0.15x$), con un incremento de aproximadamente el 2%, lo que representa un aumento de cerca de 220 inscripciones. Aunque se observa que en semestres como el B-2006, el incremento porcentual fue del 6%, lo que representa 330 inscripciones más. Con respecto al porcentaje de estudiantes inscritos que aprueban las materias de ésta área, se observa una tendencia decreciente ($y=57.89-0.95x$) con una pendiente bastante pronunciada del 15%. Además, se observa que el comportamiento del porcentaje de estudiantes reprobados en las materias de ésta área, tiene una tendencia decreciente ($y=19.86-0.2x$) con una pendiente muy suave, del 3.5%. Para el porcentaje de estudiantes ausentes y retirados, se observa una tendencia creciente ($y=22.13+1.16x$) con una pendiente bastante fuerte, representando un incremento del 19%. Además se puede observar que en el semestre A-2004 este porcentaje llegó al 43%, lo que indica que casi la mitad de los estudiantes inscritos en estas materias se retiraron o abandonaron la materia, es decir, estuvieron ausentes.

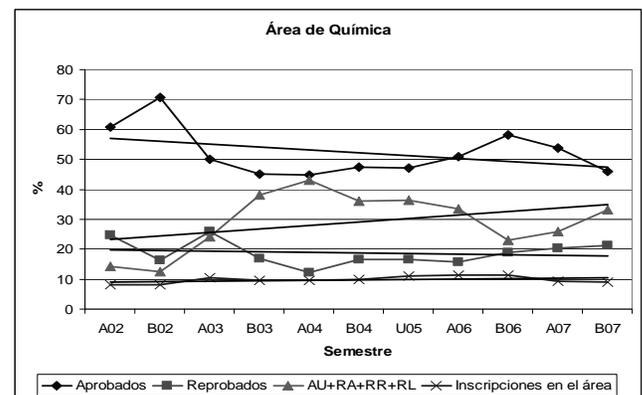


Fig. 3. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Química

Si se analiza el comportamiento cíclico de las variables en estudio (Fig. 3), se puede observar que las series de tiempo de las variables en estudio, porcentaje de estudiantes aprobados, de estudiantes reprobados y de estudiantes ausentes, tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia, lo que es propio de variables no estacionarias, e indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. Pero si se observa en la Fig. 3, en estas tres variables existe un ciclo que dura aproximadamente cinco ciclos (semestres). Además se observa un movimiento en conjunto de las series correspondientes al porcentaje de aprobados y de reprobados, indicando un reforzamiento positivo, es decir, si el porcentaje de aprobados disminuye, también disminuye el porcentaje de reprobados. Estas dos series se mueven en conjunto con la serie correspondiente al porcentaje de reti-

ros y ausentes, pero con un reforzamiento negativo. La serie correspondiente al porcentaje de inscripciones no muestra un comportamiento en conjunto con ninguna de las otras tres series.

En la Tabla 4 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2), los cuales toman valores cercanos a uno representando una buena calidad de ajuste. Solo en el caso del porcentaje de reprobados, este coeficiente toma el valor de 0.56, que es una buena calidad de ajuste pero no tan buena como las otras tres curvas.

Tabla 4. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Química

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = -31.79 + 172.18x - 102.79x^2 + 27.21x^3 - 3.64x^4 + 0.24x^5 - 0.01x^6$	0.92
Reprobados	$y = 59.37 - 65.25x + 40.1x^2 - 11.65x^3 + 1.69x^4 - 0.12x^5 + 0.0032x^6$	0.56
Ausentes y retiros	$y = 75.01 - 111.59x + 65.37x^2 - 16.27x^3 + 2.04x^4 - 0.13x^5 + 0.0033x^6$	0.96
Inscripciones	$y = 16.04 - 17.18x + 12.56x^2 - 3.98x^3 + 0.62x^4 - 0.05x^5 + 0.0013x^6$	0.93

4.4 Área de humanidades

Como se observa en la Fig. 4, el porcentaje de inscripciones en ésta área tiene una tendencia creciente ($y=12.05+0.21x$), con un incremento de aproximadamente el 4.5%, lo que representa un aumento de cerca de 485 inscripciones. Con respecto al porcentaje de estudiantes inscritos que aprueban las materias de ésta área, se observa una tendencia decreciente ($y=85.12-1.85x$) con una pendiente muy pronunciada del 29%, lo que representa que cerca de 220 estudiantes menos aprueban las materias.

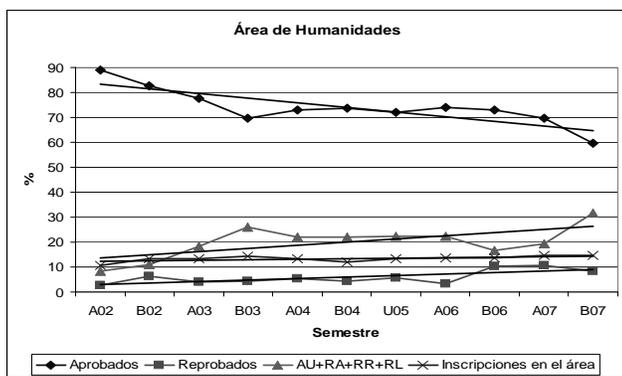


Fig. 4. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Humanidades

Cuando se observa el comportamiento del porcentaje de estudiantes reprobados en las materias de ésta área, se observa una tendencia claramente creciente ($y=2.45+0.59x$) con una pendiente del 5.7%, lo que indica que aproximadamente 72 estudiantes no aprueban es-

tas materias. Para el porcentaje de estudiantes ausentes y retirados de las materias de ésta área, se observa una tendencia creciente ($y=12.44+1.26x$) con una pendiente bastante fuerte del 23.5%, lo que significa que 284 estudiantes retiran o abandonan (están ausentes) las materias de esta área.

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 4), lo que es propio de variables no estacionarias, lo que indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. Además se observa un movimiento en conjunto de las cuatro series, indicando un reforzamiento negativo, es decir, si el porcentaje de aprobados disminuye, se observa un aumento del porcentaje de reprobados y del porcentaje de ausentes y retiros, lo que causa un aumento en el porcentaje de inscripciones en las materias de ésta área.

En la Tabla 5 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2), los cuales toman valores cercanos a uno representando una muy buena calidad de ajuste.

Tabla 5. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Humanidades

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = -31.79 + 172.18x - 102.79x^2 + 27.21x^3 - 3.64x^4 + 0.24x^5 - 0.01x^6$	0.97
Reprobados	$y = 59.37 - 65.25x + 40.1x^2 - 11.65x^3 + 1.69x^4 - 0.12x^5 + 0.0032x^6$	0.84
Ausentes y retiros	$y = 75.01 - 111.59x + 65.37x^2 - 16.27x^3 + 2.04x^4 - 0.13x^5 + 0.0033x^6$	0.95
Inscripciones	$y = 8.73 + 1.25x + 1.54x^2 - 0.79x^3 + 0.14x^4 - 0.01x^5 + 0.0003x^6$	0.82

4.5 Área de física

En la Fig. 5 se puede observar que el porcentaje de estudiantes que se inscriben en las materias del área de Física tiene una tendencia decreciente ($y=18.49-0.38x$), lo que significa que del total de estudiantes inscritos por semestre de la Escuela Básica, ha disminuido el porcentaje de los que inscriben las materias de esta área. Con respecto al porcentaje de inscritos que aprueba, se observa una tendencia decreciente ($y=61.8-0.85x$) con un diferencial de 14.4%, lo que representa que cerca de 140 estudiantes menos aprueban las materias de esta área. Al observar el comportamiento en el tiempo del porcentaje de estudiantes reprobados, se observa una tendencia decreciente ($y=15.55-0.19x$) con un diferencial de 7.4%, lo que indica que aproximadamente 74 estudiantes no aprueban. Para el porcentaje de estudiantes ausentes y retirados de las materias de ésta área, se observa una tendencia decreciente ($y=17.4-0.38x$).

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 5). Esto es propio de variables no estacionarias, e indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año.

Al comparar los datos de la cantidad de estudiantes que aprueban las materias de esta área, con la cantidad de estudiantes que las reprueban, se observa que ambas han ido disminuyendo con el tiempo, lo que parece no tener sentido. Pero dicho comportamiento se explica cuando se observa que la cantidad de estudiantes que están ausentes o retirados, prácticamente se ha duplicado, pasando de 161 estudiantes a 401 estudiantes, que en términos de porcentaje significa un incremento del 20%.

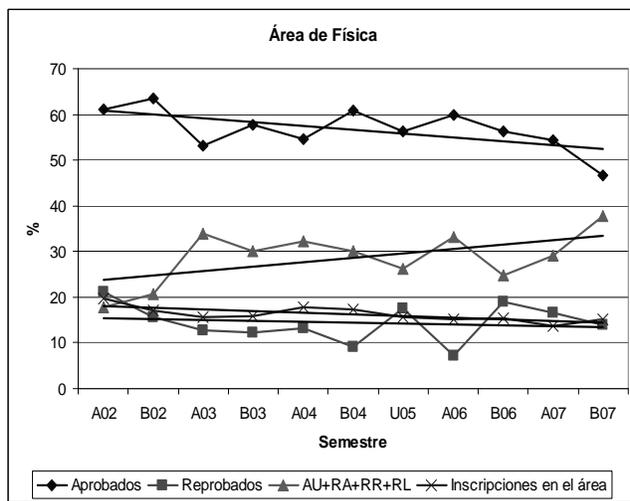


Fig. 5. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Física

En la Tabla 6 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2), los cuales toman valores cercanos a uno representando una muy buena calidad de ajuste.

Tabla 6. Curva de ajuste para las series de tiempo del Área de Física

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = -31.79 + 172.18x - 102.79x^2 + 27.21x^3 - 3.64x^4 + 0.24x^5 - 0.01x^6$	0.97
Reprobados	$y = 59.37 - 65.25x + 40.1x^2 - 11.65x^3 + 1.69x^4 - 0.12x^5 + 0.0032x^6$	0.84
Ausentes y retiros	$y = 75.01 - 111.59x + 65.37x^2 - 16.27x^3 + 2.04x^4 - 0.13x^5 + 0.0033x^6$	0.95
Inscripciones	$y = 25.75 - 7.27x + 1.25x^2 + 0.2x^3 - 0.08x^4 + 0.007x^5 - 0.0002x^6$	0.88

4.6 Área de mecánica racional

La Fig. 6 se puede observar que el porcentaje de inscripciones en ésta área tiene una tendencia decrecien-

te ($y=8.87-0.13x$), lo que significa que del total de estudiantes de la Escuela Básica inscritos por semestre, ha disminuido la proporción de los que inscriben las materias de esta área. Este comportamiento se debe a la eliminación de la asignatura Mecánica Racional 20 en algunos pensa de estudio. Aunque se observa que en semestres como el B-2006 el incremento porcentual fue del 6%, lo que representa 330 inscripciones más. Con respecto al porcentaje de estudiantes inscritos que aprueban las materias de ésta área, se observa, en el Fig. 6 una tendencia decreciente ($y=58.30-0.84x$) con una pendiente bastante pronunciada del 15%.

En esta misma figura se puede ver el comportamiento del porcentaje de estudiantes reprobados en las materias de ésta área, indicando una tendencia decreciente ($y=13.53+0.59x$) con una pendiente suave, del 3.5%. Para el porcentaje de estudiantes ausentes y retirados, se observa una tendencia creciente ($y=19.58+0.94x$) con una pendiente bastante fuerte, representando un incremento del 19%. Además se puede observar que en el semestre A-2006 este porcentaje llegó al 40%, lo que indica que casi la mitad de los estudiantes inscritos en estas materias se retiraron o abandonaron las materias.

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 6), lo que es propio de variables no estacionarias. Esto indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. Además se observa un movimiento en conjunto de las cuatro series, indicando un reforzamiento negativo, es decir, si el porcentaje de aprobados disminuye, se observa un aumento del porcentaje de reprobados y del porcentaje de ausentes y retiros, lo que causa un aumento en el porcentaje de inscripciones en las materias de ésta área.

Se debe señalar que el comportamiento cíclico de las series de tiempo para el porcentaje de estudiantes reprobados y para el porcentaje de estudiantes retirados o ausentes, tiene una variación residual en el semestre A-2006, donde debió ocurrir un factor externo o aleatorio que ocasionó tales comportamientos.

En la Tabla 7 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2). Solo el valor del coeficiente R^2 para la curva de porcentaje de inscripciones representa una buena calidad de ajuste, ya que su valor de 0.95 es muy cercano a uno. Para las curvas del porcentaje de estudiantes reprobados, ausentes y retirados, los valores de los coeficientes R^2 no son muy cercanos a uno (0.4 y 0.33, respectivamente), por lo tanto la calidad de ajuste no es tan buena.

Tabla 7. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Mecánica Racional

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R ²
Aprobados	$y = -28.88 + 136.46x - 77.37x^2 + 21.2x^3 - 3.04x^4 + 0.22x^5 - 0.006x^6$	0.51
Reprobados	$y = 13.22 - 29.56x + 34.61x^2 - 13.55x^3 + 2.39x^4 - 0.19x^5 + 0.0059x^6$	0.40
Ausentes y retiros	$y = 10.72 - 5.38x + 14.55x^2 - 6.31x^3 + 1.14x^4 - 0.09x^5 + 0.0028x^6$	0.33
Inscripciones	$y = -0.52 + 22.26x - 14.76x^2 + 4.16x^3 - 0.58x^4 + 0.04x^5 - 0.0011x^6$	0.95

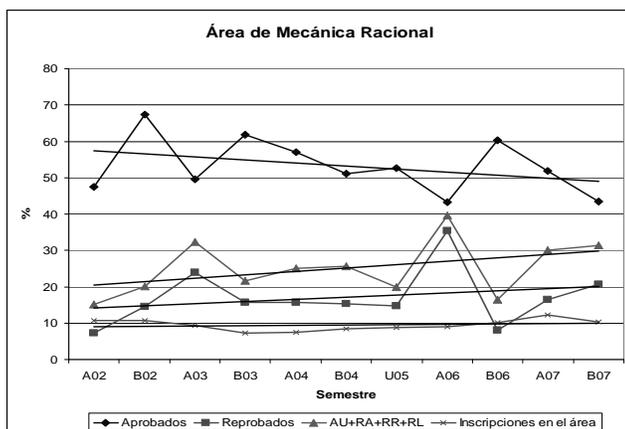


Fig. 6. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Mecánica Racional.

4.7 Área de Matemáticas Básica

En esta área se observa una tendencia creciente ($y=22.18+0.14x$) en el porcentaje de estudiantes que se inscriben en las materias (Fig. 7). Con una variación porcentual de 3%, que representa un incremento de 488 estudiantes. Si se observa el comportamiento de la serie de tiempo para el porcentaje de aprobados, se nota una tendencia claramente decreciente ($y=44.93-0.73x$), siendo la variación porcentual del 8%; igualmente la tendencia del porcentaje de estudiantes que reprueban es decreciente ($y=35.12-1.03x$). Pero en este caso la variación porcentual es mayor, siendo del 14%. Este comportamiento se explica al observar la tendencia del porcentaje de estudiantes que se retiran o abandonan (están ausentes de) las materias de esta área, la cual es fuertemente creciente ($y=19.96+1.75x$), pues la variación porcentual es del 22%; indicando que un alto porcentaje de los estudiantes se retiran o abandonan. Como es el caso del semestre A-2006, donde el porcentaje de retiros y ausentes alcanzó un valor muy alto, del 52.22%.

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 8), propio de variables no estacionarias. Esto indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. Es

conveniente señalar que el comportamiento cíclico de las series de tiempo para el porcentaje de estudiantes reprobados y para el porcentaje de estudiantes retirados o ausentes, tiene una variación residual en el semestre A-2006, donde debió ocurrir un factor externo o aleatorio que ocasionó tales comportamientos.

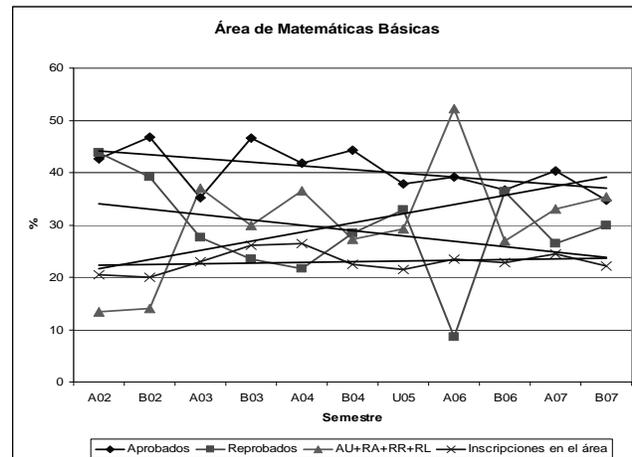


Fig. 7. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Matemáticas Básica

En la Tabla 8 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2). El coeficiente para el porcentaje de estudiantes que se inscriben en las materias de esta área representa una buena calidad de ajuste, ya que su valor (0.87) es cercano a uno. Para las otras tres variables el coeficiente representa una calidad de ajuste aceptable.

Tabla 8. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Matemáticas Básica

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R ²
Aprobados	$y = 9.71 + 67.19x - 45.94x^2 + 14.24x^3 - 2.19x^4 + 0.16x^5 - 0.0047x^6$	0.54
Reprobados	$y = -8.78 + 110.53x - 78.05x^2 + 23.34x^3 - 3.43x^4 + 0.24x^5 - 0.0067x^6$	0.51
Ausentes y retiros	$y = 99.07 - 177.72x + 123.98x^2 - 37.58x^3 + 5.62x^4 - 0.41x^5 + 0.011x^6$	0.63
Inscripciones	$y = 43.09 - 42.1x + 25.4x^2 - 6.57x^3 + 0.83x^4 - 0.05x^5 + 0.0012x^6$	0.87

4.8 Área de matemáticas aplicada

En la Fig. 8 se observa que el porcentaje de estudiantes inscritos en esta área tiene una tendencia estacionaria, tomando en cuenta que la pendiente de la recta de ajuste lineal es muy cercana a cero ($y=9.07-0.07x$); lo cual indica que esta variable no ha variado significativamente en el tiempo. Si se observa el comportamiento en el tiempo del porcentaje de estudiantes que aprueban las materias de esta área, se aprecia una tendencia decreciente ($y=64.03-0.6x$), con una variación porcentual del 6%. Haciendo este mismo

análisis para el porcentaje de estudiantes que reprueban las materias de esta área se observa que tiene una tendencia estacionaria ($y=17.23-0.02x$), ya que la pendiente del ajuste lineal de los datos es muy cercana a cero. Con respecto al porcentaje de estudiantes que están ausentes o realizan algún tipo de retiro de las materias de esta área, se observa una tendencia creciente ($y=18.64+0.63x$), con una variación porcentual del 10%.

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respectivas líneas de tendencia (Fig. 8), propio de variables no estacionarias. Así mismos, señala que estas variables cambian en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. Es importante resaltar que en la serie de tiempo del porcentaje de estudiantes reprobados existe un ciclo de mayor duración que los demás entre los semestres B-2003 y A-2006, cuya duración es de dos años y medio, lo que indica que el porcentaje de reprobados se mantuvo durante este tiempo entre 10% a 12%, pero luego volvió a elevarse hasta el 25%.

En la Tabla 9 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste con sus respectivos Coeficientes de Determinación (R^2). Dichos coeficientes representa una buena calidad de ajuste, ya que sus valores son cercanos a uno.

Tabla 9. Curva de ajuste para las series de tiempo del área de Matemáticas Aplicadas

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = 28.97 + 51.18x - 27.69x^2 + 6.72x^3 - 0.78x^4 + 0.04x^5 - 0.0008x^6$	0.86
Reprobados	$y = 35.67 - 20.75x + 12.82x^2 - 4.35x^3 + 0.72x^4 - 0.06x^5 + 0.0016x^6$	0.70
Ausentes y retiros	$y = 35.81 - 20.75x + 12.82x^2 - 4.35x^3 + 0.72x^4 - 0.06x^5 + 0.0016x^6$	0.62
Inscripciones	$y = 0.85 + 15.14x - 9.05x^2 + 2.37x^3 - 0.3x^4 + 0.02x^5 - 0.0004x^6$	0.68

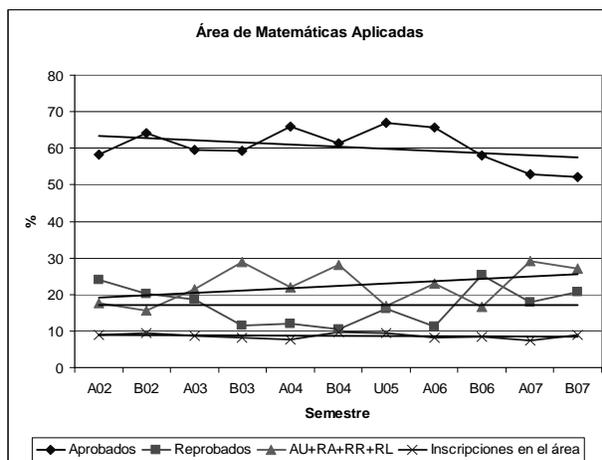


Fig. 8. Porcentaje de inscripciones, aprobados, reprobados, ausentes y retirados en el área de Matemáticas Aplicada.

4.9 Escuela Básica

En la Fig. 9 se presentan los valores totales de tres de las variables analizadas para cada una de las áreas que conforman la Escuela Básica. No se muestra la variable porcentaje de inscripciones, puesto que ésta toma el valor 100% por ser el total de estudiantes que se inscribieron en todas las materias de la misma. Tampoco se incluyeron las inscripciones por equivalencias, pues se considera que por tomar un valor muy pequeño, no son de interés en este estudio, por esta razón la suma de las tres variables graficadas no es 100%. Si se observa el comportamiento en el tiempo del porcentaje de estudiantes que aprueban las materias, se puede apreciar que la tendencia es claramente decreciente ($y=57.4-1.18x$); indicando que cada vez menos estudiantes aprueban las materias que inscriben, con una variación porcentual del 18%, el cual es un valor bastante representativo. Haciendo el mismo análisis para el porcentaje de estudiantes que reprueban las materias que inscriben en la Escuela Básica, se observa también una tendencia decreciente ($y=18.88-0.11x$), pero con una variación porcentual (5%) mucho más pequeña que en el caso anterior, ya que la pendiente de la curva de ajuste lineal es mucho menor. El comportamiento descrito para estas dos variables parece no tener sentido, pues parece lógico suponer que si el porcentaje de estudiantes que aprueban las materias disminuye, debería aumentar el porcentaje de estudiantes que reprueban las materias. Sin embargo, ese no es el comportamiento observado. Esto se explica cuando se analiza la variable porcentaje de estudiantes ausentes o retirados, al observar que su tendencia es fuertemente creciente ($y=19.74+1.16x$), mostrando que es cada vez mayor la cantidad de estudiantes que se retira o se ausenta de las materias que inscriben en la Escuela Básica. Esta variación porcentual es de 18.5%.

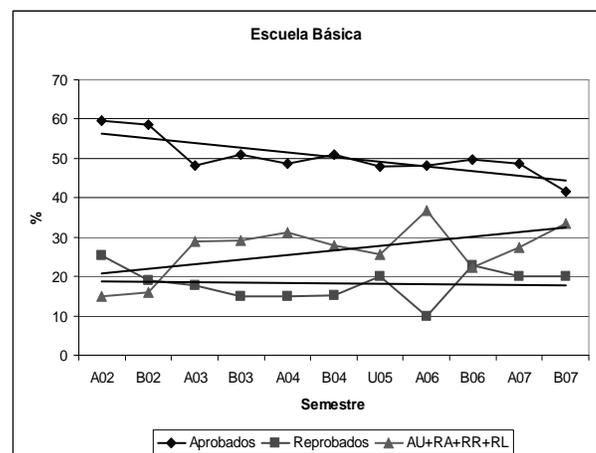


Fig. 9. Porcentaje de aprobados, reprobados y ausentes o retirados en la Escuela Básica

Las series de tiempo de las cuatro variables en estudio tienen un comportamiento cíclico a lo largo de sus respecti-

vas líneas de tendencia (Fig. 9), lo que es propio de variables no estacionarias, e indica que estas variables varían en forma de onda durante periodos mayores o iguales a un año. En la serie de tiempo del porcentaje de estudiantes reprobados, existe un ciclo de mayor duración que los demás, entre los semestres A-2003 y A-2004. La duración de dicho ciclo es de dos años, lo que indica que el porcentaje de reprobados se mantuvo durante este tiempo en un valor cercano al 15%, pero en el semestre A-2006 el porcentaje bajó a 9.7%. Esto se explica por el alto porcentaje de estudiantes que se retiraron en ese mismo semestre, que fue del 36.7%; Indicando un comportamiento de refuerzo negativo entre ambas series. Esta elevada variación residual se presume que pudo ser originada por un inusual lapso de retiros al final de dicho semestre.

Si se observa la Fig. 10, el total de estudiantes inscritos en la Escuela Básica tiene una tendencia creciente, ya que la pendiente de la recta de ajuste es de 149.84, representando un incremento de 1840 estudiantes.

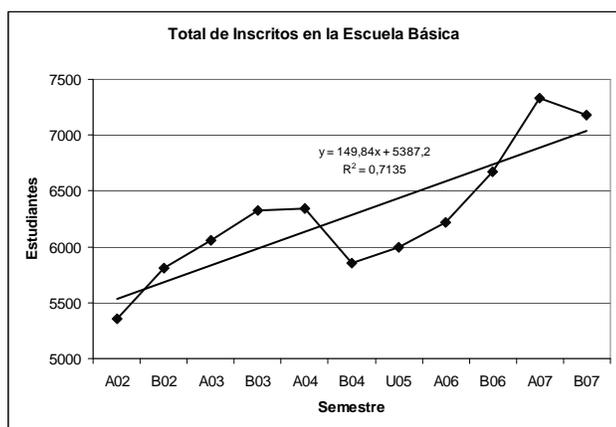


Fig. 10. Total de estudiantes inscritos en la Escuela Básica

En la Tabla 10 se muestran las ecuaciones de las curvas de ajuste. El coeficiente (R^2) para la curva de ajuste del porcentaje de estudiantes que aprueban las materias inscritas en la Escuela Básica representa una muy buena calidad de ajuste, ya que su valor (0.92) es cercano a uno y para el porcentaje de estudiantes ausentes o que retiran materias de la Escuela Básica tiene un valor de 0.76, representando una buena calidad de ajuste y para el porcentaje de estudiantes reprobados, el Coeficiente de Determinación tiene un valor de 0.54, indicando que la calidad de ajuste es aceptable.

Tabla 10. Curva de ajuste para las series de tiempo de la Escuela Básica

Variable	Curva de ajuste polinomial de orden seis	R^2
Aprobados	$y = 28.97 + 51.18x - 27.69x^2 + 6.72x^3 - 0.78x^4 + 0.04x^5 - 0.0008x^6$	0.92
Reprobados	$y = 35.67 - 20.75x + 0.82x^2 - 4.35x^3 + 0.72x^4 - 0.06x^5 + 0.0016x^6$	0.54
Ausentes y retiros	$y = 35.81 - 20.75x + 0.82x^2 - 4.35x^3 + 0.72x^4 - 0.06x^5 + 0.0016x^6$	0.76

Finalmente en la Fig. 11, se muestran las series de tiempo para el porcentaje de estudiantes aprobados y para el porcentaje de estudiantes reprobados, ausentes o retirados de las materias que inscriben en la Escuela Básica. No se incluyen los retiros legales ni por Régimen de Permanencia. Se observa que inicialmente en el semestre A-2002, era mayor el porcentaje de estudiantes aprobados que el de los estudiantes reprobados, ausentes o retirados en un 22%. Dicha diferencia fue disminuyendo, es decir, los porcentaje fueron tomando valores cada vez más cercanos, hasta que en el semestre B-2007 fue mayor, en un 10%, el porcentaje de estudiantes reprobados, ausentes o retirados que el porcentaje de estudiantes aprobados.

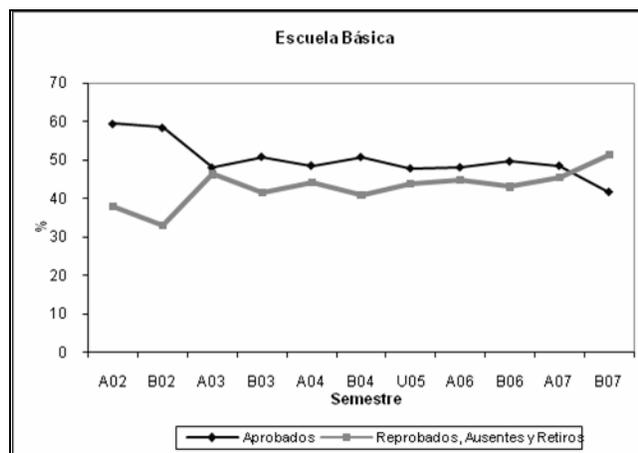


Fig. 11. Porcentajes de los estudiantes que aprueban y de los estudiantes que reprobaban, están ausente o se retiran de las materias que cursan en la Escuela Básica

5 Conclusiones

Se determinó, mediante el análisis de las series de tiempo, que la matrícula estudiantil de la Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería, durante los años 2002 al 2007, describe un comportamiento de tendencia creciente para el porcentaje de estudiantes reprobados, para el porcentaje de estudiantes ausentes o retirados, y para la cantidad de estudiantes inscritos en las materias de dicha escuela. Mientras que la tendencia es decreciente para la cantidad de estudiantes aprobados.

Dichas tendencias indican que ha ido aumentando la cantidad de estudiantes inscritos en la Escuela Básica, de los cuales cada vez son menos los que aprueban las materias y más los que las reprobaban, pero es aun mucho mayor la cantidad de estudiantes que se ausentan o retiran las materias.

De lo anterior se deriva que es urgente la implementación de un régimen de permanencia estudiantil que regule la cantidad de veces que un estudiante puede ausentarse o retirar las materias que inscribe a lo largo de su carrera.

Así mismo, es necesario profundizar en el estudio de

las causas que inciden en el número de retiros y ausencia o abandono de las materias de la Escuela Básica, pues esto se traduce en altos niveles de repitencia o acumulación de estudiantes en la Escuela Básica y por tanto dificulta la planificación y asignación óptima de los recursos disponibles.

También se observó que la cantidad de estudiantes inscritos en la Escuela Básica es cada vez mayor, lo que debe tomarse en cuenta en la planificación de los recursos, pues se necesita mayor cantidad de profesores, preparadores, aulas de clase, laboratorios, equipos didácticos, entre otros, para poder cubrir la demanda de todas las materias y evitar que una gran cantidad de estudiantes se queden sin cupo, como ocurre actualmente.

6 Agradecimientos

A la Oficina de Registro Estudiantil de la Facultad de Ingeniería (OREFI), por suministrar todos los datos necesarios en este estudio.

Sandoval H, Andrés, s/f, Análisis de Series de Tiempo, Escuela de Ciencias Contable Económico Administrativas de la Universidad Panamericana, México, D.F. Se encuentra en http://uk.geocities.com/andres_sandoval_hernandez/index_files/Page451.htm. Fecha de consulta: enero 2009.

Lind D, Marchal W & Mason, R, 2004, Estadística para Administración y Economía, Alfa Omega Grupo editor, México.

Santos M, s/f, Análisis de series de tiempo. Software ilegales, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Perú. Se encuentra en: <http://www.monografias.com/trabajos30/softwareilegales/software-ilegales.shtml>. Fecha de consulta: 10 de enero 2009.

Montgomery D y Runger C, 2008, Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería, Limusa Wiley, México.

Recibido: 07 de septiembre de 2009

Revisado: 01 de octubre de 2010.

Referencias

