

# ESTUDIO DE LOS FACTORES DETERMINANTES DE LAS NOTAS DE MATEMÁTICAS EMPRESARIALES

Gómez-Déniz, Emilio\* (emilio.gomez-deniz@ulpgc.es)

García-Artiles, María Dolores (mariadolores.gartiles@ulpgc.es)

Dávila-Cárdenes, Nancy\* (nancy.davila@ulpgc.es)

*Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*

*\*Miembros del Instituto Tides*

## RESUMEN

En este trabajo se analiza qué factores personales y de tipo académico así como los conocimientos básicos que pueden influir en la nota final de la asignatura de Matemáticas Empresariales, que se imparte en el primer curso del Grado en Administración y Dirección de Empresas, en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Para abordar el estudio, al comienzo del curso académico 2013/14 los estudiantes completaron un cuestionario que incluía la recogida de información personal y académica y la realización de una serie de cuestiones básicas de matemáticas. Con los datos obtenidos y haciendo un análisis de mínimos cuadrados ordinarios se estudia si las variables explicativas pueden afectar a la media marginal de las calificaciones finales. Cabe destacar que la nota de acceso a la Universidad, la edad del estudiante, el dominio de expresiones algebraicas y el cálculo de derivadas dan lugar a unas mejores calificaciones en Matemáticas.

**Palabras clave:** Mínimos cuadrados ordinarios, Matemáticas Empresariales, calificaciones.

**Área temática:** [Metodología y Docencia]

## **ABSTRACT**

In this paper, personal and academic factors, as well as the basic skills in Mathematics, are analysed in order to determine how they may affect the records in the course of Business Mathematics of the first year of the Degree in Business Administration at the University of Las Palmas de Gran Canaria. The data for this study were gathered from a survey given on the first day of class of the academic year 2013/2014. The survey includes personal and academic questions and basic mathematic exercises. With the obtained data and doing OLS analysis it is examined how the explanatory variables can affect the final grades' marginal average. The score of the access test to the University, the student's age, mathematics ability in algebraic expressions and calculation of derivatives are significantly related to better grades in math.

**Keywords:** Ordinary Least Square, Business Mathematics, marks.

## **1 INTRODUCCIÓN**

La importancia del dominio de las matemáticas para garantizar el éxito académico en disciplinas de carácter cuantitativo es ampliamente reconocida.

Por su carácter instrumental en el Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE), las matemáticas dotan al estudiante de un pensamiento analítico, rigor y objetividad numérica que facilitan su desarrollo profesional. Uno de los problemas al que se enfrenta el profesorado de matemáticas en el primer curso en la universidad es el nivel de los estudiantes de nuevo ingreso. Si bien los contenidos que se imparten requieren de unos conocimientos mínimos, que se presuponen adquiridos en la etapa preuniversitaria, la experiencia muestra que hay un gran desajuste entre lo que el profesorado da por conocido y lo que los estudiantes dominan. Incluso la percepción del estudiante cuando recibe la docencia los primeros días de clase,

es de cierta frustración al considerar que no entienden lo suficiente los contenidos que se le están explicando. En este sentido, es cada vez más frecuente tener en las aulas estudiantes que en su formación previa han evitado cursar las asignaturas de matemáticas, incluso las Matemáticas de Ciencias Sociales, ofertadas en el bachillerato. Como manifiestan los propios estudiantes: "en sus centros de estudio preuniversitarios son orientados a no elegir las matemáticas porque les han comentado, que no son necesarias para los estudios de empresa y de ese modo, si no la cursan, las posibilidades de alcanzar una mejor nota en las Pruebas de Acceso a la Universidad, son mayores". El hecho de que los estudiantes procedentes de bachillerato tengan la percepción de sentirse poco preparados y que opinen que la mayor responsabilidad de este hecho recae en los centros de educación secundaria es constatado por Cobos, Arebalillo, Moreno y Olanda (2013). Un caso similar ocurre con los estudiantes de nuevo ingreso en las titulaciones de ingeniería, donde Del Campo, Maciá y Majabacas (2014) confirman que no es infrecuente encontrar algunos que proceden del Bachillerato de Ciencias y Tecnología y no cursan la asignatura de Matemáticas II en el segundo año de su bachillerato.

En este trabajo se trata de identificar qué factores pueden influir en las notas de Matemáticas Empresariales del Grado en ADE, a través de un test básico de cuestiones relacionadas con los contenidos a impartir, realizado el primer día de clase. Un estudio de las carencias de competencias en matemáticas básicas en los estudiantes de nuevo ingreso fue realizado por Martín-Caraballo, Tenorio Villalón y Martín Navarrete (2014). Una medida del dominio de las matemáticas para identificar qué conocimientos pueden resultar clave para el éxito en un curso inicial de Estadística en la titulación de Economía fue estudiado por Johnson y Kuenen (2006).

En el análisis que se presenta se utiliza la regresión lineal múltiple ajustada mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Este método básico que se imparte en las Facultades de Economía y Empresa constituye una poderosa

herramienta de estudio y predicción que puede ser implementado mediante casi todos los soportes informáticos al efecto: EViews, STATA, R, Mathematica, etc.

Sin embargo, teniendo en cuenta que la variable bajo estudio está acotada, los resultados obtenidos mediante el mismo deben ser examinados con cuidado ya que pudiera darse el caso de predecir valores de la variable endógena que estuviesen fuera del soporte de la misma. Para tratar de solventar este problema se han propuesto en la literatura estadística algunos modelos paramétricos basados en el uso de la distribución Beta en Ferrari y Cribari-Neto (2004), de la distribución log-Lindley en Gómez-Déniz, Sordo y Calderín (2013) y la distribución gamma transformada en Pérez-Rodríguez y Gómez-Déniz (2015). Sin lugar a dudas, el antecedente de estos modelos hay que buscarlo en el trabajo pionero de Papke y Wooldridge (1996). Recientemente estos mismos autores han extendido el trabajo anterior al análisis de datos de panel en Papke y Wooldridge (2008). Estos modelos, más complejos, no serán tratados en este artículo, dejándose el análisis de los mismos para un estudio posterior.

La organización del trabajo es la siguiente. En la Sección 2 se explica la metodología de la investigación con el análisis de los datos con los que se realiza el estudio. La Sección 3 incluye una breve descripción del ajuste por MCO y del modelo ajustado a los datos. Los resultados obtenidos mediante dicho ajuste así como la validación de las hipótesis de normalidad del modelo se muestran en la Sección 4. El trabajo finaliza con las conclusiones que se exponen en la Sección 5.

## **2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Participantes**

La muestra inicial se compone de 725 estudiantes matriculados en la asignatura de Matemáticas Empresariales del primer curso del Grado en ADE en la Universidad

de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) en el curso académico 2013-2014. En los primeros días del comienzo del curso 2013-2014 durante las clases de Matemáticas Empresariales, que sólo se imparte en el primer semestre, se pasa una encuesta inicial para recabar datos de los estudiantes así como un pequeño cuestionario sobre conceptos matemáticos básicos que el estudiante debería conocer para afrontar con ciertas garantías la asignatura. La encuesta inicial la contestan 456 estudiantes. La elección de la muestra final ha sido de 213 que corresponden a los estudiantes que se han presentado a las dos asignaturas de perfil cuantitativo del primer curso (Matemáticas y Estadística) en el año académico en estudio. Del total de esta muestra el 54% de estudiantes superan la asignatura de Matemáticas y el 43% la de Estadística, en las convocatorias ordinaria, extraordinaria y especial. La relación entre las notas de la asignatura de Matemáticas Empresariales y Estadística Básica ya fue estudiada por los autores, Gómez-Déniz, Dávila-Cárdenes y García-Artilles (2014).

## 2.2 Variables y procedimiento

El trabajo se plantea con el fin de analizar qué variables pueden afectar a las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la asignatura de Matemáticas Empresariales. Para ello se diseña un cuestionario que recoge información personal y académica, asimismo para analizar el nivel matemático también se plantean cuestiones básicas que deben resolver en dicho cuestionario. Para recabar la información, en los primeros días de clase se pasa la encuesta en todos los grupos de primero, en presencia del profesor correspondiente, informando a los estudiantes de que se trata de un trabajo a realizar por los profesores de matemáticas y que nada tiene que ver con la calificación de la asignatura en cuestión.

En la encuesta se solicitan los datos personales así como el centro de estudios donde se cursa el bachillerato y la opción de procedencia. Se pregunta por la nota

de la Prueba de Acceso a la Universidad y si la primera opción fue el Grado en ADE, si es estudiante de nuevo ingreso y si solicita beca o si trabaja. El análisis de los datos con sus porcentajes correspondientes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis de los datos sobre la información personal y académica

INFORMACIÓN PERSONAL y ACADÉMICA			% Encuestados	% Aprobados	%
Variables			N = 213	N = 114	Aprobados/Total
Año de nacimiento	EDAD	1995	47	44	50
		< 1995	53	56	57
Centro de estudios	CENTRO	Público	82	80	52
		Privado	18	20	59
Opción de procedencia	PROCEDEN	Cient-Tecn.	12	14	62
		Resto	88	86	52
Nota acceso	NOTACC	[5,8]	54	45	45
		(8, 14]	46	55	64
1ª Opción acceso: GADE	OPACC	Sí	90	94	56
		No	10	6	32
Estudiante nuevo ingreso	NUEVO	Sí	71	68	52
		No	29	32	58
Solicita beca	BECA	Sí	65	63	52
		No	35	37	56
Trabaja	TRABAJA	Sí	4	4	55
		No	96	96	53
Género	GENERO	Masculino	48	51	56
		Femenino	52	49	51

Como se observa en la Tabla 1, que recoge los resultados sobre la información personal y académica tratada en la primera parte de la encuesta, el perfil del total de encuestados que predomina es el de los estudiantes que han nacido en años anteriores a 1995, se establece este año de referencia porque es el que corresponde al acceso a la universidad en el curso académico de estudio. De las respuestas se obtiene que la mayoría procede de centros públicos, ha cursado el Bachillerato de Ciencias Sociales, Ciclos formativos u otras procedencias, tiene una nota de acceso inferior a 8, ha elegido como primera opción de estudios en la universidad el Grado en ADE, son estudiantes de nuevo ingreso que solicitan beca y no trabajan y hay una ligera mayoría de mujeres.

En la última columna donde se muestra el porcentaje de aprobados respecto

al total de encuestados para cada una de las variables analizadas se obtiene que, en relación a la información personal y académica, los estudiantes cuya fecha de nacimiento es anterior al año 1995, proceden de centros preuniversitarios privados, cuya opción de procedencia es el Bachillerato Científico Tecnológico, tienen una nota de acceso a la Universidad mayor que 8, han elegido como primera opción de acceso al Grado en ADE, no son de nuevo ingreso, no han solicitado beca y son de género masculino, son los estudiantes que tienen un mejor rendimiento académico, considerando como tal la nota final de la asignatura. Algunos de estos resultados han sido obtenidos por Dávila-Cárdenes, García-Artiles, Pérez-Sánchez y Gómez-Déniz (2015).

La segunda parte de la encuesta se refiere a un cuestionario con 4 preguntas con conceptos matemáticos básicos que el estudiante debería conocer y que hay que resolver justificando las respuestas. Los conceptos pedidos son: ecuaciones de primer y segundo grado, sistemas de ecuaciones, expresiones algebraicas y derivadas elementales. Se distribuyeron dos ejercicios distintos pero con la misma dificultad, una muestra es la siguiente:

1. Resolución de una ecuación de primer grado con coeficientes racionales.

Hallar el valor de  $x$  en  $\frac{1}{2}x + \frac{3}{4}x = 0$ .

2. Sistema de ecuaciones que conduce a la resolución de una ecuación de segundo grado.

Hallar los valores de  $x$  e  $y$  en el sistema 
$$\left. \begin{aligned} -x^2 + 2x - 3y &= 0, \\ 5x + 3y &= 0. \end{aligned} \right\}$$

3. Resolver y simplificar una ecuación algebraica.

Despejar  $a$  y simplificar la expresión  $2x^2y^3 - ax^3y = 0$ .

4. Derivar la suma de funciones elementales.

Derivar la función  $f(x) = \frac{1}{3}x^3 - x^{1/2} + 2$ .



Para la corrección se usó un criterio parcial, según cada ejercicio, considerando el valor 1 si el concepto estaba correctamente aplicado y un cero en caso contrario. Así, tal y como se muestra en la Tabla 2, para la primera cuestión, sobre la resolución de una ecuación de primer grado, se asigna el valor 1 si el estudiante sabe operar fracciones y si sabe resolver la ecuación. Para la segunda cuestión, sobre sistemas de ecuaciones, se tiene en cuenta si sabe aplicar un método de resolución de sistemas y llegar al planteamiento de la ecuación de segundo grado, resolverla y por último, discutir las soluciones obtenidas. Con respecto a la tercera pregunta, se trata de averiguar si el estudiante sabe despejar y simplificar una ecuación con expresiones algebraicas, y finalmente, la cuestión sobre derivadas elementales se divide en analizar si sabe derivar una función con expresiones potenciales (enteras y racionales) dando la expresión simplificada. El análisis de estos datos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis de los datos sobre conocimientos básicos de Matemáticas

CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE MATEMÁTICAS		% Encuestados	% Aprobados
	Variables		
<b>1. ECUACIÓN DE 1<sup>er</sup> GRADO</b>			
Sabe operar fracciones	FRACCIONES	46	55
Resuelve la ecuación	ECGRAD1	33	38
<b>2. SISTEMAS DE ECUACIONES</b>			
Aplica método de resolución	SISTEMAS	64	73
Plantea la ecuación de 2º grado	PLANTEC2	48	52
Resuelve la ecuación de 2º grado	ECGRAD2	22	21
Discute las soluciones	DISCUTE	10	12
<b>3. EXPRESIONES ALGEBRAICAS</b>			
Sabe despejar	DESPEJAR	24	31
Simplifica potencias	POTENCIAS	17	25
<b>4. DERIVADAS ELEMENTALES</b>			
Funciones potenciales exp. entero	DERIVENT	47	53
Función potencial exp. racional	DERIVRAC	23	34
Simplifica la expresión	SIMPLIFICA	11	18

Los resultados que se obtienen en los conocimientos básicos que el estudiante debería tener para una mejor comprensión de la asignatura y que podría garantizar su éxito final son evidentes. Teniendo en cuenta los estudiantes que superan la asignatura de Matemáticas Empresariales, se obtiene que aquéllos que conocen los conceptos básicos que se les pregunta en el ejercicio inicial, son los que tienen más garantía de éxito, por lo que finalmente la aprueban.

Una vez hecho el análisis descriptivo de los datos se procede a determinar qué variables influyen en la nota de matemáticas haciendo uso del ajuste por el método de mínimos cuadrados ordinarios, MCO.

## 3 AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

### 3.1 Breve descripción del ajuste por MCO

El modelo de regresión lineal múltiple (véase Cameron y Trivedi (1998), Gujarati (1997), Novales (1993) y Wooldridge (2001), entre otros) con  $k$  variables explicativas viene dado por  $y_i = \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji} + u_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , donde  $y = (y_1, \dots, y_n)'$  es la variable endógena,  $x_{ji} = (x_{j1}, \dots, x_{jn})'$ ,  $j = 1, \dots, k$ , los factores, covariables o variables explicativas,  $u = (u_1, \dots, u_n)'$  es un término de error y  $\beta_j$  son los parámetros del modelo que habrá que estimar. Como resulta bien conocido, el método de mínimos cuadrados ordinario (MCO) estima estos parámetros minimizando la suma de los cuadrados de los residuos y en la que, sin pérdida de generalidad, podemos suponer que  $x_{1i} = 1$ ,  $\forall i$ ; esto es,  $\min_{\beta_1, \dots, \beta_n} \sum_{i=1}^n \left( y_i - \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji} \right)^2$ . Bajo ciertas hipótesis, que no se exponen aquí, los estimadores obtenidos mediante este método son insesgados, eficientes y consistentes. De este modo, una vez estimados los parámetros del modelo,  $\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ , el valor ajustado o predicho para la

observación  $i$ -ésima vendrá dado por  $\hat{y}_i = \sum_{j=1}^k \hat{\beta}_j x_{ji}$ , mientras que el residuo para dicha observación será  $\hat{y}_i - y_i$ .

El parámetro estimado  $\hat{\beta}_j$  permite obtener el cambio obtenido en  $y$  producido por un cambio en  $x_j$ , suponiendo ésta continua, cuando el resto de las covariables es constante; se trata pues de un efecto marginal. Es decir, los coeficientes de la regresión múltiple son coeficientes *ceteris paribus* o coeficientes de correlación parcial. En el caso de una covariable que toma valores 1 (masculino) y 0 (femenino), como ocurre con la variable género, el coeficiente respectivo señala la diferencia entre, la nota de matemáticas para hombres y mujeres. Un valor positivo indica mayor nota para el género masculino y un valor negativo mayor nota para el femenino, siempre suponiendo que el resto de las variables permanezca constante.

En cuanto a la constante, en muchas ocasiones sólo es un artificio matemático para lograr un mejor ajuste, sin que sea posible darle una interpretación plausible. Sólo en el caso en el que todas las variables explicativas pudieran tomar el valor cero tendría sentido interpretar el parámetro que acompaña a la constante como el valor de la variable endógena cuando no toman valor el resto de las variables explicativas.

### 3.2 El modelo ajustado a los datos

En el modelo a estudiar, la variable endógena o respuesta, NOTAMAT, es la nota obtenida por los estudiantes matriculados en el curso 2013/2014 que forman parte de la muestra en la asignatura de Matemáticas Empresariales.

Para introducir la información mediante covariables se considera la siguiente denominación de las mismas como se indica en la Tabla 1. El año de nacimiento se define como EDAD, para la que se toma como año de referencia 1995 ya que es el que corresponde al acceso a la universidad en el curso académico de estudio; el centro en el que se cursaron los estudios de bachillerato, CENTRO, tomará el valor 1 si el estudiante cursó su formación preuniversitaria en un centro público y 0 en

caso contrario. Con respecto a la opción de procedencia, PROCEDEN, se asigna el valor 1 si el estudiante procede de la opción de Bachillerato Científico Tecnológico y 0 al resto de opciones de Bachillerato. La nota de acceso, NOTACC, tomará el valor 1 si el estudiante ha obtenido una nota en las pruebas de acceso superior a 8. OPACC, indica la variable opción de acceso, que toma el valor 1 si estudiar GADE es la opción que se elige en primer lugar. Los estudiantes de nuevo ingreso en el año académico objeto de estudio se agrupan en la variable NUEVO; BECA y TRABAJA informan de si el estudiante ha solicitado beca o si trabaja y GENERO clasifica a los estudiantes en 1 si es masculino y 0 si es femenino.

Las variables referidas a los conocimientos básicos de matemáticas están recogidas en la Tabla 2. Las etiquetas FRACCIONES Y ECGRAD1 se refieren a las variables que determinan los conocimientos sobre las operaciones con fracciones y la resolución de la ecuación de primer grado. Los ítems referidos a la resolución de sistemas y ecuaciones de segundo grado se indican como SISTEMAS, PLANTEC2, ECGRAD2 y DISCUTE. Las expresiones algebraicas se agrupan en DESPEJAR y POTENCIAS, por último los conocimientos básicos de derivadas elementales (enteras y racionales) se definen por las variables DERIVENT, DERIVRAC y SIMPLIFICA, se refiere a dar la expresión correcta.

## 4 RESULTADOS Y VALIDACIÓN

Del análisis de mínimos cuadrados ordinarios se ha obtenido, como se observa en la Tabla 3, que resultan significativas al 95% las variables, EDAD y NOTACC y al 90% de significatividad CENTRO y BECA. Con respecto a conocimientos básicos de matemáticas resultan significativas al 95% las variables FRACCIONES, SISTEMAS, POTENCIAS y DERIVRAC y al 90% PLANTEC2.

Una restricción del modelo ajustado sólo a las variables significativas que se

obtuvieron en este primer ajuste proporciona los resultados que se muestran en la Tabla 4, obteniéndose que, con respecto a las variables relacionadas con la información personal y académica, la edad y la nota de acceso siguen siendo significativas al 95%.

Tabla 3: Resultados del ajuste por MCO. Modelo completo

Información personal y académica					Conocimientos básicos de Matemáticas				
Variable	Coeficiente		t -Stat.	Pr >  t	Variable	Error		t -Stat.	Pr >  t
	estimado	estándar				estimado	estándar		
EDAD**	0.0190504	0.0058875	3.236	0.001	FRACCIONES **	0.0835923	0.0300265	2.784	0.006
CENTRO*	0.0537218	0.0374334	1.435	0.153	ECGRAD1	-0.0395837	0.0323174	1.225	0.222
PROCEDEN	0.0310866	0.0419118	0.742	0.459	SISTEMAS **	0.1058300	0.0403664	2.622	0.009
NOTACC **	0.1003110	0.0300795	3.335	0.001	PLANTEC2*	-0.0627503	0.0424941	1.477	0.141
OPACC	0.0242105	0.0440179	0.550	0.583	ECGRAD2	-0.0166156	0.0446205	0.372	0.710
NUEVO	0.0330692	0.0357441	0.925	0.356	DISCUTE	0.0148124	0.0543800	0.272	0.786
BECA*	-0.0456273	0.0324910	1.404	0.162	DESPEJAR	0.0167123	0.0444836	0.376	0.707
TRABAJA	0.0074735	0.0689357	0.108	0.914	POTENCIAS**	0.0899878	0.0525345	1.713	0.088
GÉNERO	0.0117973	0.0268434	0.439	0.661	DERIVENT	-0.0018476	0.0316344	0.058	0.953
					DERIVRAC **	0.1096110	0.0453591	2.416	0.016
					SIMPLIFICA	0.0729623	0.0584414	1.248	0.213

\* Significativa al 90% de confianza

\*\* Significativa al 95% de confianza

En relación a la edad resulta que la media de la nota de Matemáticas Empresariales aumenta más para los estudiantes de más edad.

La nota de acceso indica que la media de la nota de matemáticas aumenta más para aquellos estudiantes que han obtenido en las Pruebas de Acceso a la Universidad una calificación superior a 8. Hay que señalar que en los dos modelos ajustados la constante nunca salió significativa, de ahí que no se muestre.

En relación con los conocimientos básicos de matemáticas, que se suponen adquiridos en la formación previa a la universidad, en el modelo restringido, se han obtenido como significativas, al 95%, las mismas variables que en el modelo

Tabla 4: Resultados del ajuste por MCO. Modelo restringido

<b>Información personal y académica</b>					
Variable	Coefficiente estimado	Error estándar	$ t $ -Stat.	Pr > $ t $	Intervalo de Confianza al 95%
EDAD	0.0191460	0.0052864	3.6217	< 0.001	[0.0087, 0.0295]
NOTACC	0.0894404	0.0269821	3.3148	0.001	[0.0362, 0.1426]
<b>Conocimientos básicos de Matemáticas</b>					
Variable	Coefficiente estimado	Error estándar	$ t $ -Stat.	Pr > $ t $	Intervalo de Confianza al 95%
FRACCIONES	0.0811864	0.0274355	2.9592	0.003	[0.0271, 0.1353]
SISTEMAS	0.0987711	0.0391432	2.5233	0.012	[0.0216, 0.1759]
PLANTEC2	-0.0681153	0.0378303	1.8005	0.073	[-0.1427, 0.0065]
POTENCIAS	0.0963199	0.0389072	2.4756	0.014	[0.0196, 0.1730]
DERIVRAC	0.1354190	0.0353202	3.8340	< 0.001	[0.0658, 0.2050]

ajustado por MCO.

Se puede concluir que para aquellos estudiantes que saben operar fracciones, saben aplicar un método de resolución de sistemas planteando la ecuación de segundo grado resultante, saben operar con expresiones algebraicas y derivan correctamente, se obtiene que la media de la nota es mayor que para el resto de los estudiantes.

Se muestra a continuación la validez de la hipótesis de normalidad de los residuos. Como se muestra en la Figura 1 los residuos estandarizados están muy concentrados en torno a cero, excepto para determinados valores. Este hecho se ve confirmado por el dibujo de las distancias de Cook. El histograma de los residuos responde a una curva normal. Si la muestra fuera de mayor tamaño se esperaría, por supuesto, un mejor ajuste. Finalmente el diagrama P-P plot compara la frecuencia acumulada por los residuos tipificados con la probabilidad esperada bajo la hipótesis de normalidad. Se observa que no existen zonas del gráfico en las que estas diferencias podrían ser significativas. Todo ello da validez a la hipótesis de normalidad de los residuos. Para confirmarlo se muestran en la Tabla 5 algunos estadísticos, habit-

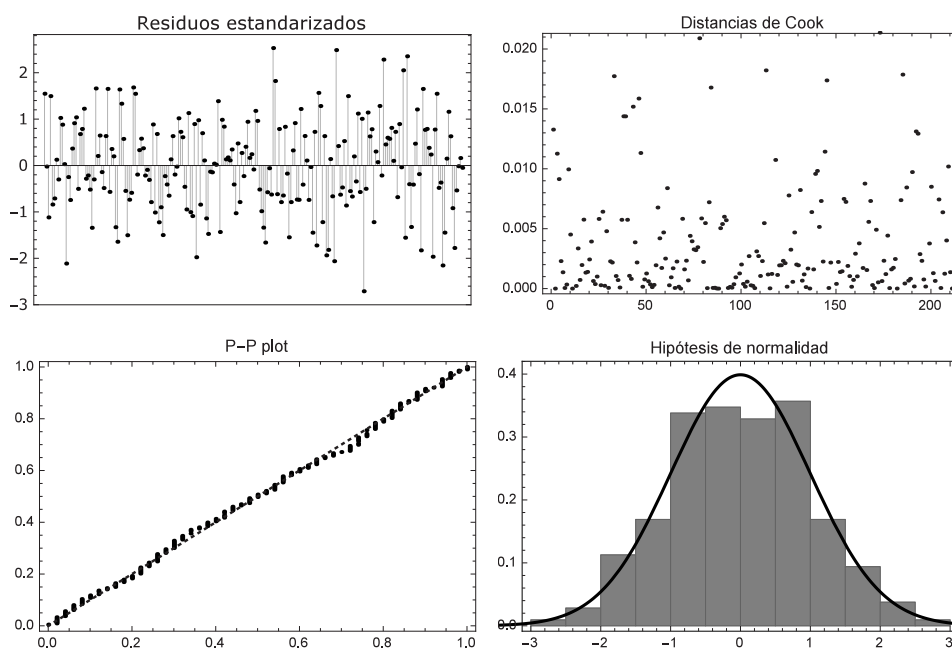


Figura 1: Gráficos para dar validez al modelo planteado

uales en este escenario y que por tanto no comentamos, que corroboran la hipótesis de normalidad de los residuos.

## 5 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha estudiado mediante un modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios los factores de tipo personal y académico que pueden afectar a las notas obtenidas por los estudiantes de la asignatura Matemáticas Empresariales en la ULPGC. De los resultados obtenidos se desprende que la media de la nota de Matemáticas Empresariales aumenta más con la edad y la nota de acceso a la Universidad. En relación a la edad, el que los estudiantes de más edad tengan una mayor nota, se explicaría porque los nacidos antes de 1995, o bien ya han estado matriculados en la asignatura en cursos anteriores, o proceden de otras titulaciones

Tabla 5: Algunos estadísticos que confirman la hipótesis de normalidad de los residuos

Test	Estadístico	$p$ -valor
Anderson-Darling	0.230375	0.812430
Cramér-von Mises	0.034329	0.777629
Jarque-Bera ALM	0.742308	0.671431
Mardia Combined	0.742308	0.671431
Mardia Kurtosis	-0.903520	0.366250
Mardia Skewness	0.020454	0.886275
Pearson- $\chi^2$	8.492960	0.902504
Shapiro-Wilk	0.995611	0.802527

o accesos. Hay que hacer notar que Matemáticas Empresariales cuenta con un grupo importante de estudiantes de segunda matrícula, que en consecuencia, a pesar de haber cursado la asignatura sin éxito en el curso anterior han adquirido un nivel de formación que sin haberles permitido superar la asignatura les ha proporcionado conocimientos de los que carecían al acceder a la universidad por primera vez. Sobre la nota de acceso, aquellos estudiantes que acceden con una calificación más alta en las Pruebas de Acceso a la Universidad son los que tienen una media más alta en la calificaciones de la asignatura de Matemáticas Empresariales.

Por último, con respecto a los resultado sobre los conocimientos básicos de matemáticas, el dominio de expresiones algebraicas y cálculo de derivadas dan lugar a unas mejores calificaciones en dicha asignatura.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMERON, A.C Y TRIVEDI, P.K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press.
- COBOS, M., AREBALILLO, M., MORENO, P. Y OLANDA, R. (2013). Estudiando el nivel en matemáticas de alumnos de nuevo ingreso en ingeniería



informática: percepción y realidad. *Actas de las XIX Jenui. Castellón*, 233-239.

- DÁVILA, N., GARCÍA-ARTILES, M.D., PÉREZ-SÁNCHEZ, J.M. Y GÓMEZ-DÉNIZ, E. (2015). Un modelo de regresión logística asimétrico que puede explicar la probabilidad de éxito en el rendimiento académico. *Revista de Investigación Educativa*, 33 (1), 27-45.
- DEL CAMPO, B., MACIÁ, M. Y MAJABACAS, G. (2014). ¿Qué podemos hacer para solventar las carencias en matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso? *Actas de las XX Jenui*, 295-302.
- FERRARI, S. Y CRIBARI-NETO, F. (2004). Beta regression for modelling rates and proportions. *Journal of Applied Statistics*, 31: 7, 799-815.
- GÓMEZ-DÉNIZ, E., SORDO, M.A. Y CALDERÍN, E. (2013). The log-Lindley distribution as an alternative to the beta Regression model with applications in insurance. *Insurance: Mathematics and Economics*, 54, 49-57.
- GÓMEZ-DÉNIZ, E., DÁVILA-CÁRDENES, N. Y GARCÍA-ARTILES, M.D. (2014). Un estudio sobre la relación entre las notas de Matemáticas Empresariales y Estadística Básica para las Ciencias Sociales en la ULPGC. *Anales de Asepuma. Actas de las XXII Jornadas*, 22, 1101.
- GUJARATI, D. (1997). *Econometría básica*. McGraw-Hill.
- JOHNSON, M. Y KUENNEN, E. (2006). Basic Math Skills and Performance in an Introductory Statistics Course. *Journal of Statistics Education*, 14, 2, 23-43.
- MARTÍN-CARABALLO, A.M., TENORIO-VILLALÓN, A.F. Y BERMUDO-NAVARRETE, S. (2014). Carencias de competencias de Matemáticas básicas

en la alumnos de nuevo ingreso. *Anales de Asepuma. Actas de las XXII Jornadas*, 22, 1106.

- NOVALES, A. (1993). *Econometría*. McGraw-Hill.
- PAPKE, L.E. Y WOOLDRIDGE, J.M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401 (K) plan participation rates. *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11, No. 6, 619–632.
- PAPKE, L.Y WOOLDRIDGE, J. (2008). Panel data methods for fractional response variables with an application to test pass rates. *Journal of Econometrics*, 145(1–2), 121–133.
- PÉREZ-RODRÍGUEZ, J.V. Y GÓMEZ-DÉNIZ, E. (2015). Spread component costs and stock trading characteristics in the Spanish Stock Exchange. Two flexible fractional response models. *Quantitative Finance*. (en prensa).
- WOLFRAM, S. (2003). *The Mathematica Book*. Wolfram Media, Inc.
- WOOLDRIDGE, J. (2001). *Introducción a la Econometría: un enfoque moderno*. Thomson Learning.