

ECONOMÍA Y MATEMÁTICAS: UNA PAREJA DE ÉXITO

AUTORES:

Dra. Rosario Asián Chaves. Universidad de Sevilla. rasian@us.es

Dra. Eva M^a Buitrago Esquinas. Universidad de Sevilla. esquinas@us.es

Dra. Inmaculada Masero Moreno. Universidad de Sevilla. imasero@us.es

Dra. Rocío Yñiguez Ovando. Universidad de Sevilla. ovando@us.es

ABSTRACT

Actualmente, hay un debate abierto en torno a la obligatoriedad de la formación matemática en los estudios preuniversitarios. El objetivo de este trabajo es demostrar que la preparación matemática del estudiante que inicia sus estudios universitarios en Economía y Empresa actúa como elemento discriminador en el rendimiento académico de los mismos. Realizamos un análisis empírico considerando todos los estudiantes de primero de los grados en Administración y Dirección de Empresas, Economía y Marketing e Investigación de Mercados de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Sevilla. Los resultados muestran que cuanto mejor es la formación matemática preuniversitaria, mayor es el rendimiento académico

KEYWORDS: Rendimiento Académico, Formación Matemática Preuniversitaria, Economía.

1. Introducción

A nivel mundial se destinan gran cantidad de recursos económicos a conseguir una formación universitaria de calidad que mejore el rendimiento académico y así incrementar las tasas de jóvenes con estudios universitarios completos. En este sentido, la Estrategia Europa 2020 señala como uno de sus cinco objetivos prioritarios, que "al menos el 40% de la generación más joven tenga estudios superiores completos" (European Commission, 2010:5).

En este contexto resulta imprescindible preguntarse por las causas del éxito universitario. Este trabajo se enmarca en el análisis del éxito académico, desde la perspectiva de los determinantes del rendimiento académico en las titulaciones de Economía, Empresa y Marketing. La presente investigación se propone testar la existencia o no de una relación significativa entre la preparación matemática adquirida en los años previos al ingreso a la Universidad y los resultados académicos del primer curso de estos estudios, y si esta relación se mantiene en presencia de otras variables.

Existe una vasta literatura que señala la formación preuniversitaria como uno de los principales determinante del rendimiento académico en la Universidad (Asian-Chaves et al. 2021a; Beattie et al. 2018; Mallik y Lodewijks 2010; Sánchez-Franco et al. 2015; Thiele et al 2016). Dentro de esa preparación previa al ingreso universitario, la preparación matemática tiene un papel fundamental en el rendimiento académico de los estudios universitarios de Economía, Empresa y Marketing (Alcock et al, 2008; Asian-Chaves et al. 2021b; Caraballo y Buitrago, 2019; Ballard y Johnson, 2004; Castillo-Manzano et al. 2016; Opstad, 2018). El itinerario de Bachillerato recomendado para los estudiantes que quieren acceder a titulaciones de Economía, Empresa y Marketing es el de Ciencias Sociales, que incluye las Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, más liviana que las

Matemáticas del itinerario Tecnológico.

En este trabajo pretendemos responder a las siguientes cuestiones: ¿Existe una relación significativa entre la preparación matemática del Bachillerato y el rendimiento académico universitario en el área de Economía, Empresa y Marketing? ¿Son realmente las Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales las más adecuadas para garantizar el éxito en estos estudios?

2 METODOLOGÍA

2.1 Datos y variables

Con el objeto de responder a las preguntas planteadas consideramos una muestra formada por los 717 estudiantes que accedieron, en el curso 2016-2017, a alguno de los tres Grados que se imparten en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Sevilla: Grado en Administración y Dirección de Empresas (63.3%), Grado en Economía (20.1%) y Grado en Marketing (16.6%). El perfil medio del estudiante que accedió a estas titulaciones es mayoritariamente hombre (60.6%), eligió sus estudios en primera opción (78.5%) con una nota media de acceso a la titulación de 9.34 y habiendo cursado las asignaturas Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales (60.1%) y Economía en *Bachillerato* (70,2%).

En la Tabla 1 hemos resumido las variables incluidas en los modelos estadísticos que proponemos, los índices elegidos para medirlas y su rango.

TABLA 1. VARIABLES: DESCRIPCIÓN Y RANGO

Variable	Descripción	Rango
DEPENDIENTES: Rendimiento Académico en el primer curso		
Créditos 1ª	Créditos superados en primera convocatoria	0-60
RR	<i>Ratio de Rendimiento</i> : Cociente entre la nota media del primer curso corregida por los créditos superados y la calificación obtenida en la fase obligatoria del examen de acceso a la Universidad	0-2
EXÓGENAS:		
NoMat	1 si no se examinó de Matemáticas en las pruebas de acceso a la Universidad, 0 en otro caso	0 y 1
Mat (A)	1 si se examinó de Matemáticas (A) en las pruebas de acceso a la Universidad, 0 en otro caso	0 y 1
ECO (PEvAU)	1 si se examinó de Economía en las pruebas de acceso a la Universidad, 0 si no	0 y 1
Género	1mujer, 0 hombre	0 y 1
NA	Nota de Acceso a la Universidad	5-14
NM (PEvAU_FO)	Nota media de la Fase Obligatoria de la PEvAU	5-10
Preferencia	1 si el estudiante eligió el grado en 1ª opción, 0 otro caso	0 y 1
GECO	1 Grado en Economía, 0 Grado en Dirección y Administración de Empresas o Grado en Marketing	0 y 1
GMARK	1 Grado en Marketing, 0 Grado en Economía o Grado en Dirección y Administración de Empresas	0 y 1

Fuente: Universidad de Sevilla. Servicio de Informática y Comunicaciones (Área de Aplicaciones Corporativas).

3.2 Metodología

En primer lugar, verificamos si existen diferencias de medias en las variables seleccionadas para los tres tipos de matemáticas consideradas. Para ello, utilizamos los test t de Student o Kruskal-Wallis, dependiendo del tipo de variable. Una vez constatadas que las diferencias de medias son significativas, utilizamos análisis de regression (*Ordinal Least-Squares –OLS–*) para testar si existe una relación significativa entre el tipo de matemáticas cursadas en el Bachillerato y los indicadores de rendimiento académico del primer curso universitario. Para ello seguimos la expresión (3):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{NoMat}_i + \beta_2 \text{Mat (A)}_i + \beta_3 X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

Donde, Y_i es el indicador de rendimiento universitario considerado (Créditos 1º o RR), NoMat y Mat(A) están referidas al tipo de matemáticas cursadas en Bachillerato, X_i es un vector de variables

de control. β_0 es la constante, $\beta_{1,2,3}$ son los coeficientes de regresión, y ε es el término de error aleatorio. Para cada uno de los indicadores de rendimiento estimamos tres modelos introduciendo diferentes variables de control. En el modelo 1 controlamos las variables que la literatura tradicionalmente ha vinculado con el rendimiento académico (género, calificaciones previas y orden de preferencia en la elección de la titulación como proxy de la motivación). En el modelo 2 añadimos la variable ECO (*PEvAU*) para controlar los efectos de haber cursado o no asignaturas de Economía en los estudios preuniversitarios. El modelo 3 introduce las dummies de la titulación (GECO y GMARK) con el objetivo de testar si existen diferencias significativas entre ellas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Tablas 2 y 3 incluyen los resultados del análisis descriptivo, así como los test de comparación de medias entre los tres grupos definidos atendiendo al tipo de matemáticas cursadas en Bachillerato. La tabla 2 muestra las variables relacionadas con aspectos previos a la entrada en la Universidad y la tabla 3 las variables de rendimiento.

TABLA 2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL PERFIL DE ACCESO, INCLUYENDO TESTS ESTANDAR DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA DIFERENTE PREPARACIÓN MATEMÁTICA

	% o Media	Min	Max	SD	NoMat	Mat (CS)	Mat (A)	Diferencia*
Género (%M)	40.4%				36.6%	45.2%	20.3%	.000 ^a
Preferencia (%1º)	78.5%				76.7%	80.3%	72.9%	.305 ^a
Grado (%)								.001 ^b
- GADE (%)	63.3%				72.2%	58.9%	61.0%	
- GECO (%)	20.1%				17.6%	20.9%	23.7%	
- GMARK (%)	16.6%				10.1%	20.2%	15.3%	
NA	9.34	5.00	14	1.55	8.32	9.90	9.18	.000 ^b
NM (<i>PEvAU</i> _FO)	7.11	5.01	9.55	0.98	7.06	7.13	7.16	.640 ^b
NM_Mat (<i>PEvAU</i>)	7.14	5.00	10	1.34	-	7.18	6.84	.084 ^b
NM_Eco (<i>PEvAU</i>)	7.53	5.00	10	1.38	7.36	7.60	7.48 ¹	.221 ^b
ECO (<i>PEvAU</i>) (%)	70.2%				63.4%	82.8%	3.4%	.000 ^a
TOTAL	717				227 (31.7%)	431 (60.1%)	59 (8.2%)	

Notas: *Tests estándar para comparación de diferencias de medias: ^a Pearson's Chi-squared of; ^b Kruskal-Wallis.

¹ No es representativa porque solo dos estudiantes de Matemáticas (A) tienen calificaciones en Economía. Variables: ver Tabla 1.

A partir de los resultados de las frecuencias de la Tabla 2 caracterizamos al estudiante medio de primer curso: es un hombre, que elige sus estudios en primera opción, mayoritariamente GADE, con una nota media de acceso de 9,34 sobre 14, calificaciones en los exámenes de acceso ligeramente superiores al 7 sobre 10 (tanto en la fase obligatoria como en las asignaturas de Matemáticas y Economía) y que cursó el itinerario de Ciencias Sociales en *Bachillerato*.

Desagregando los resultados según las matemáticas cursadas en la etapa preuniversitaria, afirmamos con un nivel de confianza del 99% que existen diferencias significativas en cuanto al *género*. Hay un mayor número de hombres del esperado entre quienes no han cursado asignaturas de Matemáticas y entre los que cursaron Mat(A), mientras que es mayor el número de mujeres del esperado en el caso del grupo que cursó Mat(CS).

Aunque en el *orden de preferencia* las diferencias no son significativas, hay un mayor porcentaje de estudiantes que eligen la titulación en primera opción entre los que han cursado Mat(CS) (80.3%) frente a los que cursaron Mat(A) (72.9%) o no estudiaron matemáticas (76.7%). Este resultado es reflejo del sistema de acceso universitario vigente en España ya que recomienda y premia el

itinerario de Ciencias Sociales para el acceso a los estudios universitarios de Economía, Empresa y Marketing.

En cuanto a la *titulación* seleccionada, las diferencias entre los 3 tipos de Matemáticas son significativas con un nivel de confianza del 99%. En GADE hay un mayor número del esperado de estudiantes que no cursaron matemáticas, mientras que en GECO y GMARK es menor. Por otro lado, en GECO hay un mayor número del esperado de estudiantes que cursaron Mat(A).

Existen diferencias significativas en la *nota de acceso a la titulación*, siendo muy superior a la esperada en los estudiantes de Mat(CS). Como señalamos anteriormente, estas diferencias se explican por la mayor ponderación que tienen las asignaturas del itinerario de Ciencias Sociales para el acceso a titulaciones de Economía, Empresa y Marketing. Sin embargo, centrándonos en las calificaciones medias de la fase obligatoria de la PEVAU o en la de las asignaturas de Matemáticas o Economía, observamos que no existen diferencias significativas.

TABLA 3. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA EL RENDIMIENTO UNIVERSITARIO, INCLUYENDO TEST ESTANDAR DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA DIFERENTE PREPARACIÓN MATEMÁTICA

	Media	Min.	Max.	SD	NoMat	Mat (SS)	Mat (A)	Diferencia*
Créditos 1^a	24.24	0	60	17.20	19.08	26.16	30.10	.000 ^a
Ratio/Rendimiento	0.44	0	1.19	0.29	0.37	0.47	0.55	.000 ^a

Notas: *Test estándar para comparación de diferencia de Medias: ^a Pearson's Chi-squared. Variables: ver Tabla 1.

Los resultados de la Tabla 3 nos permiten aproximar los resultados del primer curso universitario dependiendo del tipo de matemáticas cursadas en Bachillerato. Para los dos *indicadores de rendimiento académico* considerados, se observan diferencias significativas entre las tres opciones de matemáticas cursadas. Los estudiantes que cursaron Mat(A) obtienen resultados superiores a los esperados. Por el contrario, se espera que los estudiantes que no cursaron matemáticas tengan un peor rendimiento.

Los resultados del análisis de regresión confirman las hipótesis planteadas: existe una relación significativa entre la preparación matemática del estudiante en Bachillerato y los resultados del primer curso de los estudios universitarios de Economía, Empresa y Marketing. Como observamos en la tabla 4, se constata una relación positiva y significativa para los estudiantes que cursaron Mat(A) y una relación significativa y negativa para los que no cursaron ninguna asignatura de matemáticas (NoMat).

Estos resultados se mantienen en los 3 modelos planteados y para los indicadores de rendimiento considerados. La preparación matemática importa tanto para el número de créditos superados como para explicar el diferencial entre las calificaciones obtenidas en Bachillerato y el rendimiento universitario. Todo ello, confirma la robustez de los resultados.

Por otro lado, el signo y significatividad de las variables de control están en línea con los resultados de la literatura previa. Las calificaciones obtenidas en la enseñanza preuniversitaria es el factor que más explica el éxito universitario, teniendo una relación positiva y significativa para los indicadores de rendimiento y para todos los modelos considerados. El género es también un factor significativo, en nuestro caso, son las mujeres las que obtienen mejores resultados. Por su parte, la opción de entrada en la titulación tiene una importancia residual y solo es significativa para el ratio de rendimiento y solo en los modelos (1) y (2). Finalmente, haber cursado Economía en Bachillerato tiene una relación positiva y significativa los resultados del primer curso de los tres grados considerados.

TABLA 4. ANÁLISIS DE REGRESION PARA RENDIMIENTO

	Créditos 1º			Ratio de Rendimiento		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
	-34.244*** (3.842)	-39.063*** (4.048)	-37.756*** (4.152)	0.390*** (0.026)	0.354*** (0.032)	0.349*** (0.32)
NoMat	-6.220*** (1.185)	-5.326*** (1.202)	-5.047*** (1.203)	-0.094*** (0.023)	-0.085*** (0.24)	-0.076*** (0.24)
Mat (A)	4.508** (2.020)	8.168*** (2.255)	8.183*** (2.244)	0.103*** (0.039)	0.141*** (0.44)	0.139*** (0.044)
Género	2.642** (1.126)	2.385** (1.119)	1.903* (1.124)	0.088*** (0.022)	0.086*** (0.22)	0.073*** (0.022)
NM(PEvAU_FO)	8.120*** (0.548)	8.317*** (0.547)	8.147*** (0.573)			
Preferencia	1.641 (1.341)	1.143 (1.338)	0.721 (1.340)	0.051** (0.026)	0.047* (0.26)	0.032 (0.026)
ECO (PEvAU)		4.742*** (1.340)	4.644*** (1.337)		0.049* (0.26)	0.046* (0.026)
GECO			-1.318 (1.415)			0.018 (0.027)
GMARK			4.082** (1.570)			0.103*** (0.030)
R²	0.305	0.317	0.326	0.067	0.071	0.087
F (valor)	62.399***	54.928***	42.880***	12.691***	10.889***	9.607***

Notas: Errores Estándar entre paréntesis; * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$. Los Factores de Inflación de la Varianza (VIF) están por debajo de 2.0. Variables: ver Tabla 1.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Este trabajo cobra especial relevancia en estos momentos en los que el Proyecto de Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE) presenta un nuevo escenario para la formación matemática preuniversitaria. Este trabajo se centra en el análisis de las matemáticas cursadas en los estudios preuniversitarios como determinante del rendimiento universitario en Economía, Empresa y Marketing. Los resultados del análisis empírico realizado están en línea con la literatura previa y permiten corroborar la importancia de la preparación matemática para el éxito en estas titulaciones (Arnold y Straten, 2012; Ballard y Johnson, 2004; Laging y Voßkamp, 2016; Mallick et al, 2010; Opstad, 2018).

El rendimiento universitario de los estudiantes con Mat(A) es superior al resto, aunque no existen diferencias significativas en las calificaciones previas y la motivación es inferior a la de los que estudiaron Mat(CS). Estos resultados son robustos ya que se repiten para los dos indicadores de rendimiento considerados y en todos los modelos estimados.

Por otro lado, el signo de las variables de control está en línea con la literatura anterior: existe una vinculación positiva del rendimiento académico con las calificaciones previas (Arnold y Straten 2012; Arnold y Rowan 2014; Cyrenne y Chan 2012; Kara et al 2009; Mallick y Lodewijki, 2010) y con la motivación (Arnold y Straten 2012; Ballard y Johnson 2004; Ballard y Johnson 2005).

Aunque en la literatura los resultados para la variable género no son unánimes, en nuestro caso, hemos encontrado una asociación positiva y significativa entre ser mujer y el rendimiento académico (estos resultados están en línea con: Johnson y Kuennen 2006; Whalen et al 2009).

El actual Sistema de Acceso Universitario español recomienda y premia el itinerario de Ciencias Sociales, que incluye las Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, para las titulaciones de Economía, Empresa y Marketing. Con estos resultados, podemos concluir que este sistema ofrece incentivos/señales erróneas al estudiante preuniversitario que accede a estos Grados.

Los resultados de este trabajo nos llevan a proponer cambios en los estudios preuniversitarios y el sistema de acceso a los estudios de Economía, Empresa y Marketing en España. Proponemos la creación de un *itinerario* específico dentro de la modalidad de Ciencias Sociales con asignaturas de Matemáticas Avanzadas para estudiantes que deseen realizar estos estudios universitarios. Además sería recomendable modificar las ponderaciones para el cálculo de la nota de acceso a dichas titulaciones dando una mayor ponderación a Mat(A) que a Mat(CS). Estas propuestas contribuirían a mejorar los resultados de los estudios universitarios del área de Economía, Empresa y Marketing al atraer a un alumnado con un perfil y unas cualificaciones previas acordes al perfil de la titulación. Esto es especialmente importante en el mercado de trabajo de los egresados del área económica-empresarial cada vez demanda profesionales con competencias cuantitativas más sólidas.

REFERENCES:

- Alcock, J., Cockcroft, S. y Frank, F. 2008. Quantifying the advantage of secondary mathematics study for accounting and finance undergraduates, *Accounting and Finance* 48, nº5: 697-718.
- Asian-Chaves, R., Buitrago, E.M., Masero-Moreno, I., Yñiguez, R. (2021a). Advanced mathematics: An advantage for business and management administration students *International Journal of Management Education*, IN PRESS.
- Asian Chaves, R., Buitrago Esquinas, E. M., Masero, I., & Yñiguez Ovando, R. (2021b). Mathematical background as a success factor in economics and business degrees. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, IN PRESS.
- Arnold, I. J. y Rowaan, W. 2014. First-year study success in Economics and Econometrics: The role of gender, motivation, and math skills. *The Journal of Economic Education*, 45 nº1: 25-35.
- Arnold, I. J. y Straten, J. T. 2012. Motivation and math skills as determinants of first-year performance in economics. *The Journal of Economic Education*, 43 nº1: 33-47.
- Ballard, C. L. y Johnson, M. F. 2004. Basic math skills and performance in an introductory economics class. *The Journal of Economic Education*, 35 nº1: 3-23.
- Ballard, C. y Johnson, M. 2005. Gender, expectations, and grades in introductory microeconomics at a US university. *Feminist Economics*, 11, nº 1: 95-122.
- Beattie, G. Laliberté, J-W.P. y Oreopoulos, P. 2018. Thrivers and divers: Using non-academic measures to predict college success and failure, *Economics of Education Review* 62: 170-182.
- Caraballo, MA and Buitrago, EM (2019). "Ethnolinguistic Diversity and Education. A Successful Pairing", *Sustainability*, 11(23), 6625, 1-18.
- Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Sanz Díaz, M. T., & Yñiguez, R. (2016). Does pressing a button make it easier to pass an exam? Evaluating the effectiveness of interactive technologies in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 710-720. <https://doi.org/10.1111/bjet.12258>
- Cyrenne P. y Chan, A. 2012. High school grades and university performance: A case study. *Economics of Education Review*, 31, nº5: 524-542.
- European Commission. 2010. Europe 2020 a strategy for smart, sustainable and inclusive growth. COM/2010/2020 final.
- Johnson, M. y Kuennen, E. 2006. Basic math skills and performance in an introductory statistics course. *Journal of Statistics Education*, 14 nº2. <http://jse.amstat.org/v14n2/johnson.html>
- Kara, O., Bagheri, F. y Tolin, T. 2009. Factors Affecting Students' Grades in Principles of Economics. *American Journal of Business Education*, 2 nº7:25-34.
- Laging, A. y Voßkamp, R. 2017. Determinants of Maths Performance of First-Year Business Administration and Economics Students, *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3 nº1: 108-142.
- Mallik, G. y Lodewijks, J. 2010. Student Performance in a Large First Year Economics Subject: Which Variables

- are Significant? *Economic Papers* 29, nº1: 80-86.
- Opstad, L. 2018. Success in business studies and mathematical background: the case of Norway, *Journal of Applied Research in Higher Education*, 10 nº3: 399-408.
- Proyecto de Ley Orgánica por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Boletín Oficial de las Cortes, número 50 de 22 de febrero de 2020.
- Sánchez-Franco, M. J., Buitrago-Esquinas, E. M., & Yñiguez-Ovando, R. (2015). What drives social integration in the domain of Social Network Sites? Examining the influences of relationship quality and stable and dynamic individual differences. *Online Information Review*, 39(1), 5-25. <https://doi.org/10.1108/OIR-03-2014-0059>
- Thiele, T., Singleton, A., Pope, D. y Stanistreet, D. 2016. Predicting students' academic performance based on school and socio-demographic characteristics. *Studies in Higher Education*, 41(8), pp.1424-1446.
- Whalen, D., Saunders, K. y Shelley, M. 2009. Leveraging what we know to enhance short-term and long-term retention of university students. *Journal of College Student Retention: Research, Theory and Practice*, 11 nº3: 407-430.