

Las matemáticas para la empresa: un reto pendiente

*Padilla Garrido, N.; Cortés Rodríguez, C.; Serrano Czaia, I.; Vílchez Lobato, M. L. y
Herrero Chacón, I.
Universidad de Huelva*

Resumen

El fracaso académico en las asignaturas relacionadas con las Matemáticas en la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad de Huelva es una realidad ampliamente contrastada.

La falta de una base sólida para afrontar los nuevos conocimientos, unida a la ausencia de un esfuerzo personal diario y a una aversión generalizada entre nuestros alumnos hacia las Matemáticas, sean quizás las causas principales de esos resultados adversos.

Hemos realizado un estudio, mediante un cuestionario elaborado para tal fin y contestado por los alumnos el primer día de clase, sobre los conocimientos matemáticos básicos con los que llegan éstos al primer curso de nuestra Facultad. El objetivo es establecer un marco de actuación adecuado para enfrentarnos a la docencia de nuestras asignaturas e intentar paliar, en lo posible, las carencias del alumnado.

Palabras clave: Matemáticas, Empresa, fracaso académico, COU, Bachillerato LOGSE, FP II.

1.- Introducción

En la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad de Huelva, se ofertan actualmente dos titulaciones para aquellos alumnos que inician sus estudios universitarios: la Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas y la Diplomatura en Ciencias Empresariales.

El acceso a las mismas, depende directamente de la situación académica del alumno y puede resumirse en la siguiente tabla:¹

	COU	FP II	Bachillerato LOGSE
Licenciatura en Admón. y Dirección de Empresas	A, C		A, C
Diplomatura en CC. Empresariales	A, C	A, H, Y	A, C

A esta diversidad de formación del alumnado, hay que añadir la elevada demanda existente para cursar dichas carreras. Sirvan como datos significativos que del total de alumnos aprobados en las pruebas de acceso a la Universidad realizadas en la provincia de Huelva entre junio y septiembre del año 1998, un 5,95% accedió a la Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas, mientras que un 7,51% a la Diplomatura en Ciencias Empresariales. Análogamente, del total de alumnos de Formación Profesional de segundo grado que cumplían los requisitos necesarios para ingresar en Centros Universitarios, un 14,63% lo hizo en nuestra Facultad.

La masificación, unida a la variedad de formación del alumnado, crean un marco donde el fracaso académico no debiera sorprendernos. Esto se pone de manifiesto especialmente en asignaturas como las Matemáticas de primer curso, en donde el alumno debe haber adquirido en su formación previa una serie de conocimientos necesarios para afrontarlas. Así, por ejemplo, si analizamos los dos últimos cursos académicos, el porcentaje medio de aprobados en nuestras asignaturas de la Licenciatura, en las convocatorias de febrero y junio, ronda el 15%, mientras que en la Diplomatura baja hasta un 10%.

Este panorama no sólo es desalentador para el alumno, sino también para el profesor que debe impartir dichas asignaturas, presionado, de este modo, entre dos

fuerzas de sentido contrario: la obligación de impartir nuevas materias y la escasez de conocimientos básicos de sus discípulos.

En este contexto, sería muy interesante realizar un estudio empírico con el que constatar el grado de preparación matemática de los alumnos que acceden a nuestra Facultad, para, de este modo, conocer sus carencias y paliarlas, en la medida de lo posible, al afrontar la docencia.

2. Estudio empírico

Para realizar nuestro análisis, decidimos diseñar un cuestionario con 33 preguntas cortas que abarcaran desde cuestiones básicas hasta otras más específicamente relacionadas con el contenido de nuestras asignaturas de Matemáticas I y II: Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial e Integral. Las preguntas propuestas fueron las siguientes:

CUESTIONARIO

1) Calcule $\left[\left(-\frac{3}{5} \right)^5 \cdot \left(-\frac{3}{5} \right)^2 \right]^3 : \left(-\frac{3}{5} \right)^{15}$

2) Simplifique:

a) $\frac{\sqrt{2^2 - x^2} \cdot (x^2 - 4)}{(2 - x)}$

b) $\frac{1^8 - 2^{-2} + 8}{2^2 + 2^{-2}}$

3) Razone si son verdaderas o falsas las siguientes expresiones:

a) $(\sqrt{3} - \sqrt{2})^2 = 1$

b) $\frac{2 + \sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

c) $\log 2 + \log 3 = \log 5$

4) Resuelva:

a) $(x + 2y)^2$

b) $\sqrt[3]{\sqrt{18}}$

5) Dadas las matrices $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 2 \end{pmatrix}$ y $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$, calcule:

a) 2^a

- b) $A+B$
- c) $A \cdot B$
- d) $\text{Adj } A$ (matriz adjunta de A)
- e) A^{-1}

6) Resuelva los siguientes determinantes:

a)
$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

b)
$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & -1 & 3 \\ 0 & 4 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

7) Calcule el rango de la siguiente matriz:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -1 & 2 \\ 2 & -1 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

8) Escriba la ecuación de la circunferencia con centro en el punto $(0,0)$ y radio 1.

9) Resuelva las siguientes ecuaciones:

a) $x \cdot (x-3) = -2$

b) $e^x = 1$

10) Represente gráficamente las soluciones de los siguientes sistemas:

a)
$$\left. \begin{array}{l} x \geq 0 \\ y-1 < 0 \end{array} \right\}$$

b) $|x| < 3$

11) ¿En qué cuadrantes de la circunferencia es el coseno de un ángulo positivo?

12) Resuelva $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 + x - 2}{x - 1}$

13) Escriba razonadamente una ecuación de segundo grado que tenga por soluciones $x_1=3/4$ y $x_2=-2/5$

14) Determine los valores de:

a) $\text{sen } \pi$

b) $\text{cos } \pi/4$

c) $\text{arc sen } 1$

15) Halle las derivadas de las siguientes funciones:

a) $f(x) = \frac{x^2 + 3}{x - 1}$

b) $f(x) = \text{sen}^2 x$

$$c) f(x) = \operatorname{sen} x^2$$

16) Calcule las siguientes integrales:

$$a) \int 2x \, dx$$

$$b) \int \cos x \, dx$$

$$c) \int \frac{1}{x} \, dx$$

El cuestionario, de carácter anónimo, se entregó el primer día de curso a todos los alumnos de cada grupo de Licenciatura y Diplomatura, solicitándoles que indicaran, en el mismo, el nivel de estudios adquiridos previamente, así como el último año en que estudiaron Matemáticas y la calificación obtenida. Se obtuvieron un total de 111 y 103 cuestionarios válidos de cada titulación respectivamente, una vez eliminados aquéllos pertenecientes a alumnos repetidores o procedentes de otras titulaciones, ya que el objetivo de nuestra investigación era conocer el nivel de las personas que accedían por primera vez a la Universidad.

Las cuestiones fueron calificadas con el siguiente criterio: bien, mal, no contesta.

2.1. Resultados de la Licenciatura

Analizando, en un primer momento, los resultados generales obtenidos en la Licenciatura, merece la pena destacar los siguientes aspectos:

- Un hecho muy significativo es que el 100% de las personas procedentes del Bachillerato LOGSE no saben dar los valores del $\cos \frac{p}{4}$ o $\operatorname{arc} \operatorname{sen} 1$ (cuestiones 14b y 14c respectivamente), mientras que esta cifra se reduce sólo al 50% en los procedentes del COU.
- En otros apartados, como el 8, 9b, 13 y 16c, al menos el 80% de los procedentes del Bachillerato no responden. Estos resultados son parejos a los obtenidos por los alumnos de COU en el caso de la cuestión 8, escribir la ecuación de la circunferencia centrada en el (0,0) y de radio 1, en donde no contesta el 79,55%, o en la cuestión 13, dar una ecuación de segundo grado que tenga por soluciones $x_1=3/4$ y $x_2=-2/5$, en donde es el 70,45% el que no da respuesta alguna. Curiosamente, muchos de estos alumnos habían obtenido en Matemáticas la calificación de Notable. Sin embargo, estas cifras disminuyen, en gran medida, al

resolver la ecuación $e^x = 1$ (pregunta 9b) o al calcular la integral $\int \frac{1}{x} dx$ (cuestión 16c) en donde los tantos por ciento serían respectivamente del 31,82% y 20,45%.

2.2. Resultados de la Diplomatura

Por lo que se refiere a la Diplomatura, debemos destacar los siguientes resultados:

- Hay un 51,5% de cuestiones que más del 70% de alumnos tanto de FP II como del Bachillerato LOGSE no saben contestar. En el caso de los procedentes de FP II, esta cifra se eleva hasta el 100% en la cuestión 16c, $\int \frac{1}{x} dx$, mientras que en el Bachillerato, esta última cifra se alcanza en las preguntas 8 (la ecuación de la circunferencia) y 14b ($\cos \frac{P}{4}$).
- Las cifras anteriores contrastan con los resultados obtenidos por los alumnos de COU. En este caso, sólo el 18,18% de las cuestiones no son contestadas por más del 70% de los alumnos. El mayor desconocimiento se obtiene de nuevo en la cuestión 8 (84,21%) y en el valor del *arc sen 1* (82,46%).
- Más de la mitad de los alumnos de FP II desconoce el concepto de matriz, fundamental en Álgebra Lineal.
- Tanto los alumnos de LOGSE como de FP II no saben derivar, y especialmente integrar, con porcentajes que superan en este caso el 80%.

2.3. Comparación de los resultados anteriores

Si confrontamos los resultados obtenidos en la Licenciatura y en la Diplomatura, los alumnos procedentes del COU que acceden a la primera titulación demuestran un conocimiento superior en todas las materias respecto a los que acceden por la misma vía a la segunda. También esta superioridad se demuestra en los procedentes del Bachillerato LOGSE, salvo en cuestiones como la 6b, resolución del determinante de una matriz de orden 4, en donde un 66,67% de los alumnos de la Licenciatura no contestan, frente a un 20% de los de la Diplomatura, o en la cuestión 7, cálculo del rango de una matriz 3x4, donde estos porcentajes se transforman respectivamente en el

46,67% y en el 30%. Sólo en la obtención del valor del $\cos \frac{p}{4}$, es en donde el 100% de los alumnos de Bachillerato de ambas titulaciones no responde. Estos datos parecen corroborar la mejor preparación de los alumnos que acceden a la Licenciatura respecto a los de la Diplomatura, independientemente de la formación académica adquirida previamente.

Además de las conclusiones generales obtenidas anteriormente, y en relación a conceptos clave del Álgebra Lineal y del Cálculo Diferencial e Integral, como son las nociones de matriz, límite, derivada e integral, base de las asignaturas de Matemáticas que estudiarán en el curso académico, no podemos dejar pasar por alto los siguientes aspectos:

- Más de la mitad de los alumnos que acceden a la Diplomatura vía FP II desconocen lo que es una matriz. Se mejora este porcentaje en los alumnos procedentes del COU o del Bachillerato LOGSE, en donde exclusivamente alrededor de un 10% no sabe las operaciones elementales a realizar con las matrices como la multiplicación por un escalar, la suma o el producto.

Por lo que respecta a la Licenciatura, sin embargo, aunque los mejores resultados en esas materias los obtienen los alumnos procedentes del COU, los resultados alcanzados por los del Bachillerato LOGSE no se desvían demasiado, salvo en el cálculo del determinante de una matriz de orden cuatro (cuestión 6b), en donde casi el 50% de estos últimos no sabe hacerlo frente a un 30% de los primeros.

- Un 60% de alumnos de FP II y un 50% del Bachillerato LOGSE de la Diplomatura no saben resolver el límite propuesto en la cuestión 12. No obstante, en la Licenciatura, más de la mitad de los alumnos del COU responde bien este apartado frente al 6,67% de los del Bachillerato LOGSE.
- Por lo que respecta a la derivación e integración, alrededor de un 60% de alumnos del Bachillerato LOGSE y de FP II de la Diplomatura no sabe derivar y este porcentaje aumenta a más de un 80% en el caso del cálculo integral. En la Licenciatura alrededor de un 15% de los alumnos de COU no sabrían realizar la primera operación frente a un 50% de los del Bachillerato LOGSE, tornándose dichos porcentajes respectivamente en un 15% y 70% respectivamente en el caso de la integración.

Lógicamente, todo estos resultados nos indujeron a analizar los programas de Matemáticas cursados en las distintas modalidades de COU, Bachillerato LOGSE y FP II que dan acceso a nuestra Facultad, pudiendo concluir que todas estas nociones básicas aparecen en los mismos, y que si los alumnos desconocen dichos conceptos, las razones son atribuibles a otro tipo de circunstancias.

2.4. Análisis estadístico

Por último, y con el fin de corroborar nuestras conclusiones anteriores, decidimos realizar tres tipos de comparaciones empleando el paquete estadístico SPSS 8.0 para Windows:

1. Un estudio de los porcentajes de respuestas aceptables obtenidas en los cuestionarios correspondientes a los alumnos matriculados en la Diplomatura de Ciencias Empresariales, distinguiéndolos en función de su procedencia.
2. Un examen análogo de esos mismos porcentajes para los alumnos matriculados en la Licenciatura de Administración y Dirección de Empresas.
3. Por último, un estudio comparativo entre las respuestas aceptables obtenidas en los alumnos matriculados en la Licenciatura y en la Diplomatura.

En estos tres análisis, trabajamos con muestras relacionadas, ya que comparamos las respuestas aceptables obtenidas en cada una de las 33 preguntas por grupos COU-LOGSE en la Licenciatura y COU-LOGSE-FP en la Diplomatura.

El procedimiento seguido en cada uno de dichos estudios, así como los principales resultados obtenidos en cada uno de ellos, pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Diplomatura

En esta titulación realizamos un *contraste no paramétrico de Friedman*² con el objetivo de comparar los porcentajes de respuestas aceptables de COU, LOGSE y FP, obteniendo un rechazo de la igualdad de medias entre los tres grupos con una significación del 0%.

Al cotejar posteriormente los grupos por pares mediante la realización de contrastes paramétricos para muestras relacionadas (dado que se verificaban las condiciones de normalidad para las diferencias), obtuvimos las siguientes conclusiones:

- En el primer caso, COU-LOGSE, se rechazó la igualdad de medias con una significación del 0,2%. El porcentaje de respuestas aceptables en COU superó al de LOGSE entre un 5,03% y un 20,26%, con un nivel de confianza del 95%.
- Por lo que se refiere a la comparación entre LOGSE y FP, se rechaza nuevamente la igualdad de medias con una significación del 0,5%. En este caso, el intervalo de confianza para las diferencias sitúa a las respuestas aceptables de LOGSE entre un 4,07% y un 21,02% superiores a las de FP, con una confianza del 95%.
- Por tanto, y a la vista de los resultados anteriores, podemos concluir que COU supera también a FP.

2. *Licenciatura*

Para efectuar un análisis más detallado de la Licenciatura, realizamos un *contraste paramétrico de muestras relacionadas*³, comprobando previamente la verificación de las hipótesis de normalidad para las diferencias. Al comparar el par COU-LOGSE, se rechazó la igualdad de medias con una significación del 0%, siendo el porcentaje de respuestas aceptables en COU superior al obtenido en LOGSE entre un 16,25% y un 29,88%, con un nivel de confianza del 95%.

3. **Análisis comparativo de Diplomatura y Licenciatura**

Por lo que se refiere al último estudio, la comparación de respuestas aceptables de los alumnos de Diplomatura y Licenciatura, al igual que en los casos anteriores, al verificarse las condiciones de normalidad para las diferencias, llevamos a cabo la correspondiente prueba paramétrica de muestras relacionadas.

De nuevo rechazamos, con un nivel de significación del 0%, la igualdad de los porcentajes medios de respuestas aceptables entre Diplomatura y Licenciatura, obteniéndose en este caso que el número de respuestas aceptables de la Licenciatura superaba al de la Diplomatura en un porcentaje comprendido entre el 17,93% y el 25,10% con una confianza del 95%.

Para completar este último estudio, efectuamos un contraste no paramétrico a partir de la *prueba de los rangos con signos de Wilcoxon*⁴, comparando las diferencias entre el porcentaje de respuestas aceptables en la Licenciatura y en la Diplomatura. Como resultado significativo destacamos que en las 33 preguntas todos los rangos eran positivos, es decir, en todas las cuestiones el porcentaje de respuestas aceptables de los matriculados en la Licenciatura superaba al de los de la Diplomatura.

4. Conclusiones

El acceso a los estudios universitarios es una fase de singular trascendencia tanto desde el punto de vista educativo como del futuro profesional.

En esta nueva etapa, marcada por cambios importantes en lo que hasta ahora ha constituido la experiencia educativa del alumno, una base sólida de conocimientos puede constituir un factor clave para el éxito. Esta realidad la constatamos cada curso académico las profesoras dedicadas a la docencia de las Matemáticas de primer curso en la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad de Huelva.

Con el objetivo de detectar las principales lagunas de nuestro alumnado, las cuales pueden llegar incluso a truncar sus expectativas profesionales, decidimos realizar a principios de curso un estudio empírico que nos orientara a la hora de afrontar la docencia en las dos titulaciones que impartimos: la Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas y la Diplomatura en Ciencias Empresariales.

Los resultados del trabajo fueron concluyentes. La falta generalizada de una base matemática sólida es el factor común de todo el alumnado independientemente de su formación previa. El desconocimiento de conceptos clave en Álgebra Lineal o Cálculo Diferencial e Integral como los de matriz, límite, derivada o integral dificultan enormemente la comprensión, desde el inicio, de nuestras asignaturas y constituyen un serio obstáculo difícil de sortear.

Aún así constatamos una mejor preparación en los alumnos procedentes del COU con relación a los del Bachillerato LOGSE, y en éstos a su vez respecto a los de FP II. Por último, y con independencia de la formación adquirida con anterioridad, podemos afirmar que el grado de conocimientos generales de los alumnos que acceden a la Licenciatura es superior al de los que lo hacen a la Diplomatura.

Este panorama se tornará, si cabe aún más desalentador cuando el acceso a la Universidad vía COU se extinga dentro de cinco años. No obstante, en ese plazo finalizará también el ingreso desde la peor alternativa que hemos constatado, la Formación Profesional de segundo grado. A partir de ese momento, los alumnos que accedan a la Facultad desde los Ciclos Formativos Superiores de FP, habrán cursado antes previamente el Bachillerato LOGSE.

Aunque todo este proceso evolutivo no traerá consigo una mejor preparación del alumnado, creemos que por lo menos, sí conllevará a una mayor homogeneidad del mismo, aspecto, por otra parte, nada despreciable a la hora de afrontar nuestra docencia.

Bibliografía

- Canavos, G.C. (1995): Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. Ed. McGraw-Hill. Madrid.
- Ferrán Aranaz, M. (1996): *SPSS para Windows. Programación y Análisis Estadístico*. Ed. McGraw-Hill. Madrid.
- Greene, W. H. (1998): *Análisis Económico*. Ed. Prentice Hall. Madrid.
- Gujarati, D. N. (1997): *Econometría*. Ed. McGraw-Hill. Colombia.
- Novalés, A. (1997): *Estadística y Econometría*. Ed. McGraw-Hill. Madrid.
- Visauta Vinacua, B. (1997): *Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística básica*. Ed. McGraw-Hill. Madrid.

¹ En la primera y tercera columna aparecen las opciones preferentes del COU y del Bachillerato LOGSE que dan acceso a ambas titulaciones (A: Científico-Tecnológica y C: Ciencias Sociales), mientras que en la segunda columna se muestran las ramas de FP II que otorgan acceso exclusivo a la Diplomatura (A: Administrativa y Comercial, H: Hostelería y Turismo e Y: Servicio a la Comunidad. Especialidad Economía Socio-Familiar).

No se han contemplado otras posibles modalidades de ingreso, debido a que tienen poca representatividad en la citada Facultad.

² Ver Canavos, G. C. (1997)

³ Ver Canavos, G. C. (1997) y Novalés, A. (1997)

⁴ Ver Canavos, G. C. (1997) y Novalés, A. (1997)