

Una triple visión sobre la adecuación de las Matemáticas impartidas en Bachillerato para los Grados en Economía y ADE

Carrillo Fernández, Marianela, mcarrif@ull.es
González Concepción, Concepción, cogonzal@ull.es
Departamento de Economía Aplicada
Universidad de La Laguna
Sosa Martín, Diana de las Nieves, dnsosa@ull.es
Departamento de Economía Aplicada
Universidad de La Laguna
diananieves.sosa@uem.es
Iniciativa Educativa Universidad Europea de Canarias

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer un mecanismo para evaluar el nivel de discrepancia que existe entre las Matemáticas preuniversitarias y las de los Grados en Economía y Administración y Dirección de Empresas (ADE). La metodología propuesta se basa en la recogida y análisis de datos procedentes de tres fuentes de información cuantitativa y cualitativa, a saber, la realización de cuestionarios de conocimientos a alumnos tanto en segundo curso de Bachillerato como al comienzo de los Grados antes mencionados, la realización de encuestas de opinión a profesores de Bachillerato y la realización de encuestas de opinión a alumnos de segundo cuatrimestre del primer curso de los Grados. En definitiva, se trata de combinar conocimientos y percepciones para lograr una triple visión de la realidad.

Ilustramos nuestra propuesta con una primera experiencia de análisis que se complementa con datos de las calificaciones obtenidas por los alumnos en Matemáticas I de los Grados en Economía y Empresa. Los resultados ponen al descubierto dicho nivel de

discrepancia y cuestionan los contenidos impartidos tanto en Bachillerato como en los Grados, sugiriendo propuestas de acercamiento y coordinación efectiva entre ambos niveles educativos.

ABSTRACT

The aim of this work is to ascertain the level of discrepancy that exists between the pre-university Mathematics and the one given in the first course of the Economics and Business degrees. The proposed methodology is based on the analysis of data series from three different sources of quantitative and qualitative information. Particularly, a test of knowledge was carried out by a number of students, some of them on their second course of Bachillerato and others at the beginning of the mentioned degrees. Additionally, some teachers of Bachillerato were asked about their perceptions of mathematics education and an opinion survey was conducted among a group of undergraduates during their second semester at university. In short, this work combines knowledge and perceptions to achieve a triple vision of reality.

The preliminary analysis made with a first data sample, together with the marks obtained by the undergraduates in Mathematics I of the Economics and Business degrees, highlight the above mentioned level of discrepancy and allow to question the mathematical contents given in Bachillerato and in the degrees. Furthermore, the approach clearly points to encourage an effective coordination between both educational levels.

Palabras claves:

Docencia; Matemáticas; Economía; ADE; Conocimientos Previos; Bachillerato

Área temática: A5

1. INTRODUCCIÓN

El bajo nivel de conocimientos matemáticos con el que acceden los alumnos a los Grados en Economía y Administración y Dirección de Empresas (ADE), en adelante los Grados, constituye un grave problema que dificulta en gran medida la adaptación a los estudios universitarios así como la obtención de resultados satisfactorios. La escasa formación matemática previa de una importante mayoría de los alumnos que eligen estos estudios y, en definitiva, la elevada discrepancia que encuentran entre los niveles de matemáticas exigidos y los adquiridos, ha sido un tema ampliamente debatido (Álvarez et al., 2003, Busto et al., 2002; Padilla, 1999; Cea, 1992, Limón et al., 2011).

Este trabajo presenta una propuesta metodológica encaminada a extraer información no sólo cuantitativa sino también cualitativa que permita evaluar la problemática relativa al nivel matemático de alumnos que acceden a los Grados, vía Bachillerato y Prueba de Acceso a la Universidad (PAU).

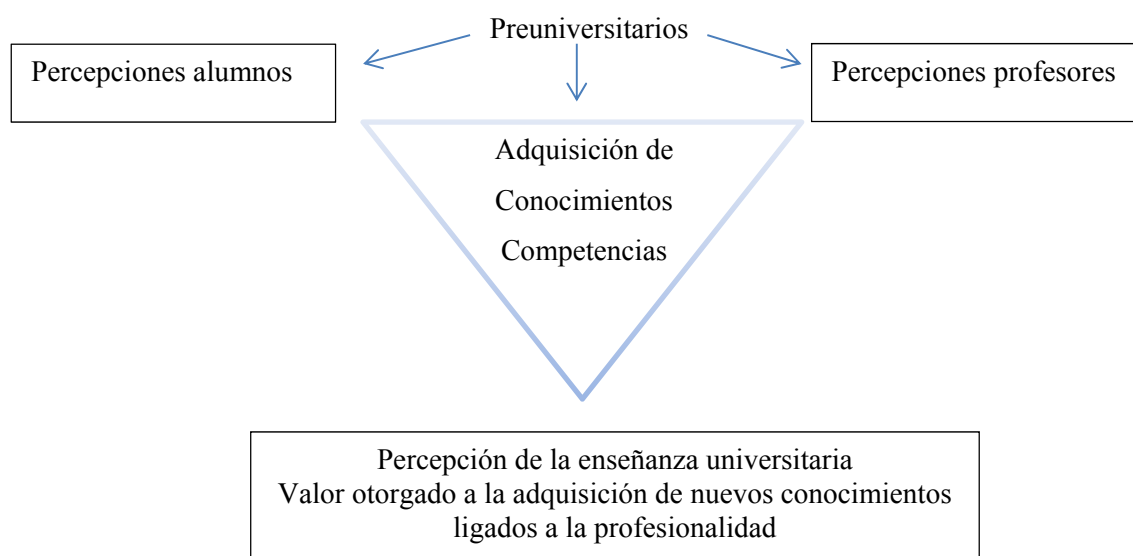
En adelante cuando hablemos de conocimientos matemáticos nos estaremos refiriendo a los conocimientos relativos a Operatoria Numérica y Algebraica Básica, Análisis de Funciones y Álgebra de Sistemas Lineales, dejando fuera tanto los conocimientos contemplados en el bloque de Geometría, que no son esenciales en los Grados, como los conocimientos relativos a la Estadística cuya importancia también es vital y que de igual forma se podría examinar siguiendo la metodología propuesta. La razón de esta elección es que la primera asignatura de Matemáticas que abordan los alumnos al matricularse en dichos Grados suele versar sobre Análisis o Álgebra según la Universidad o Centro elegido, y pensamos que el éxito o fracaso en la misma marca su futuro como estudiante universitario.

En concreto proponemos un protocolo basado en la combinación de información relativa tanto a conocimientos como a percepciones. Utilizaremos las tres dimensiones siguientes:

- a) Dimensión 1: Conocimientos matemáticos de los alumnos, que comprenden los conocimientos de alumnos que están finalizando Segundo de Bachillerato y que cursan alguna asignatura de matemáticas (Matemáticas II o Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II) y que cursarán cualquier Grado o alternativa posterior de estudios, así como de alumnos que comienzan los Grados procedentes de cualquier opción. Esta dimensión se completa con las calificaciones definitivas obtenidas por los alumnos de los Grados en la asignatura de Matemáticas que se imparte en el primer cuatrimestre.
- b) Dimensión 2: Percepción de los profesores de Bachillerato.
- c) Dimensión 3: Percepción de los alumnos que se encuentran cursando su segundo cuatrimestre del primer curso de los Grados.

El protocolo de evaluación se caracteriza por un proceso de triangulación, es decir, contar con una triple fuente de información procedente de datos y de personas (conocimientos de alumnos, percepciones de alumnos, percepciones de profesores) que se recoge en diferentes circunstancias y momentos del tiempo.

La triangulación es un proceso muy utilizado en investigaciones cualitativas basadas en el procesamiento de datos (ver, por ejemplo, Cantor, 2002) y creemos que el caso de la educación encaja en este campo por la importancia creciente no sólo de los conocimientos sino de las competencias y capacidades de los alumnos.



El estudio realizado se basa en una primera muestra de datos recogidos a través de los alumnos de segundo de Bachillerato y sus profesores en varios institutos de la isla de Tenerife al finalizar el curso 2011-2012, así como de los alumnos que cursan actualmente el primer curso de los Grados en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de La Laguna.

Este análisis preliminar nos proporciona una base importante para la reflexión y la búsqueda de caminos para la mejora de la práctica docente ya que permite una vez más visualizar las discrepancias que existen entre contenidos impartidos en Bachillerato, tanto de Matemáticas II (en adelante MAT II) como de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II (en adelante MACS II), y en titulaciones de Grados y la necesidad de poner en práctica mecanismos de acercamiento y coordinación efectiva entre ambos niveles educativos. Como novedad en los estudios relacionados con los conocimientos previos, resulta de especial interés el análisis de las percepciones tanto de profesores como de alumnos que, creemos, han de tenerse muy en cuenta a la hora de buscar dichos mecanismos.

Cabe señalar la influencia que tiene la trayectoria educativa preuniversitaria que, en los Grados en Economía y ADE, nos obliga a enfrentarnos a grupos heterogéneos donde los obstáculos y cambios vividos influyen decididamente en sus logros. La dimensión 3 se propone como estrategia para ir más allá del mero dato sobre conocimientos adquiridos, que no refleja por sí mismo la implicación que tiene en los propios alumnos la elección de una opción educativa en edades tempranas y a su vez la implicación que tienen sus percepciones sobre la evaluación de la calidad, las dificultades con que se encuentran y la valoración global de su trayectoria docente y los planes de estudio de las titulaciones elegidas.

A continuación, en las siguientes secciones desgranamos el protocolo seguido en cada una de las dimensiones señaladas, finalizando con una sección en la que se recogen las reflexiones que podemos extraer de la interpretación conjunta de los datos recopilados.

2. DIMENSIÓN 1: CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS DE LOS ALUMNOS

2.A) CUESTIONARIO A ALUMNOS DE BACHILLERATO

Para comenzar nuestra propuesta, el punto de partida se sitúa en intentar identificar qué nivel de conocimientos matemáticos adquieren los alumnos preuniversitarios según la opción de Matemáticas cursada (MAT II o MACS II) en Bachillerato. Para ello elaboramos una prueba de opción múltiple (tipo test) en la que se recogen los conceptos que consideramos básicos para afrontar con éxito un primer curso de nuestros Grados. Las preguntas incluyen desde cuestiones sencillas de operatoria básica pasando por los logaritmos, exponenciales y funciones trigonométricas hasta cálculos relacionados con límites, continuidad y derivabilidad de funciones y, por último, resolución de sistemas lineales. Una recogida de datos relativa a esta primera etapa de nuestro estudio se llevó a cabo durante el mes de Mayo de 2012 gracias a la colaboración a título individual de profesores de MAT II y MACS II en diversos Institutos de Enseñanza Secundaria de la isla de Tenerife. En la Figura 1 se recogen en detalle las 15 preguntas del cuestionario utilizado.

Con el fin de determinar los posibles puntos fuertes y débiles en la formación de los alumnos de Bachillerato, se contabilizaron el número de aciertos, fallos y no respondidas para cada una de las cuestiones, según la asignatura cursada. Las Figuras 2 y 3 muestran los resultados obtenidos, expresados en porcentajes sobre el total de cuestionarios recogidos. Somos conscientes de la limitación que existe en la interpretación de dichos resultados, puesto que los alumnos que completaron los cuestionarios sabían que no tenían carácter evaluativo, por lo que es posible que en ocasiones respondieran sin la suficiente reflexión. No obstante, se diría que la distribución de colores del gráfico no deja lugar a dudas en cuanto a la procedencia de los alumnos con mayor tasa de efectividad observada. Preocupa particularmente constatar un nivel relativamente bajo de aciertos, para alumnos procedentes de ambas opciones, en preguntas como la 8, 11 ó 13 que tratan conceptos imprescindibles para las matemáticas universitarias. En

TEST DE NIVEL DE MATEMÁTICAS

- Señala qué asignatura estás cursando:

☐ Matemáticas II ☐ Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales II

- ¿Tienes como posible opción estudiar alguna titulación de Grado en materias de economía, comercio, finanzas o empresas...?

☐ Si ☐ No

En las siguientes preguntas marca con una X la respuesta correcta:

1. El valor de $\frac{(x^2-2x+1)(x+1)}{(x^2-1)(x-1)}$ equivale a:

☐ a) $\frac{x-1}{x+2}$

☐ b) $x^2 - 4x + 2$

☐ c) $\frac{x+2}{x+1}$

☐ d) $\frac{(x-2)(x-1)}{x+1}$

2. Jonay pagó 1950 € de impuesto de transmisiones por un piso que compró con su hermano, suponiendo esta cantidad el 6.5% del 50% del precio pagado por el piso. Por tanto, el piso costó:

☐ a) 30000 €.

☐ b) 63375 €.

☐ c) 60000 €.

☐ d) Ninguna de las anteriores es cierta.

3. Señalar cuál de las siguientes propiedades es cierta ($x, y > 0$):

☐ a) $\frac{\log x}{\log y} = \log x - \log y$.

☐ b) $\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$.

☐ c) $\log(xy) = \log x \cdot \log y$.

☐ d) $\log(1-x) = -\log x$.

Test de nivel de Matemáticas. Curso 2011/12

8. El $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x-1}{x^2-1}$:

☐ a) Vale 0/0.

☐ b) Vale 1/2.

☐ c) No existe.

☐ d) Vale 1.

9. La función $f(x) = \frac{x+1}{x-1}$ tiene:

☐ a) Una asíntota vertical en $x=2$.

☐ b) Una asíntota vertical en $x=1$.

☐ c) Una asíntota horizontal en $y=2$.

☐ d) Una asíntota vertical en $x=-2$.

10. La función $f(x) = \frac{2x+1}{2x^2+3x-2}$:

☐ a) No es continua en $x=-1/2$.

☐ b) Es continua en $x=1/2$.

☐ c) No es continua en $x=2$.

☐ d) Es continua en $\mathbb{R} - \{1/2, -2\}$.

11. La derivada de $y = f(x) = 3e^{-4x} + x \ln x$ es:

☐ a) $-12e^{-4x} + x + \frac{1}{x}$.

☐ b) $3e^{-4x} + \frac{1}{x}$.

☐ c) $-12e^{-4x} + 1 + \ln x$.

☐ d) Ninguna de las anteriores es cierta.

12. Si una función $f(x)$ es derivable en un punto, entonces:

☐ a) Es continua en ese punto.

☐ b) No está definida en ese punto.

☐ c) Su función derivada es continua en ese punto.

☐ d) Ninguna de las anteriores es cierta.

Test de nivel de Matemáticas. Curso 2011/12

4. Si $y = \sin x$, e $y=2$, entonces:

☐ a) $x=2$.

☐ b) x es un ángulo del segundo cuadrante.

☐ c) $\cos x = 2$.

☐ d) No puede ser, el seno toma siempre valores tales que $|y| \leq 1$.

5. El padrino de un niño le ingresó en una cuenta bancaria 3000 € que van a ganar unos intereses y a convertirse en una cantidad que varía con el tiempo t (en años desde el nacimiento), según la función $C(t) = 3000(1.08)^t$. Entonces, para tener 6000 € en esta cuenta deben pasar:

☐ a) Aproximadamente, 9 años.

☐ b) Aproximadamente, 16 años.

☐ c) Nunca llegará a tener 6000 €.

☐ d) Ninguna de las anteriores es cierta.

6. La ecuación $(x-1)(x+1) = 3$:

☐ a) Tiene por raíces los valores $x=1$ y $x=-1$.

☐ b) No tiene ninguna raíz real.

☐ c) Tiene sólo una raíz real, que es $x=-2$.

☐ d) Tiene dos raíces reales y ninguna vale 1.

7. Dadas las funciones $f(x) = (\ln x)^{1/2}$ y $g(x) = x^3$, señalar cuál de las siguientes afirmaciones se verifica:

☐ a) $g(f(x)) = \frac{1}{2} \ln x$.

☐ b) $g(f(x)) = \sqrt{3} \ln x$.

☐ c) $f(g(x)) = \frac{1}{2} \ln x$.

☐ d) $f(g(x)) = \sqrt{3} \ln x$.

Test de nivel de Matemáticas. Curso 2011/12

13. La función $f(x) = x^4 - 2x^2$:

☐ a) Es creciente para todos sus valores.

☐ b) Es decreciente en $(-1,0) \cup (1,\infty)$.

☐ c) Es decreciente en $(-\infty, -1) \cup (0,1)$.

☐ d) Ninguna de las anteriores es cierta.

14. La función $f(x) = \frac{1}{x}$, para $x > 0$, verifica que:

☐ a) $f'(x) = \frac{1}{x^2}$.

☐ b) $f'(x) = 1$.

☐ c) $f'(x) = -\frac{1}{x^2}$.

☐ d) Es creciente.

15. El sistema de ecuaciones lineales $\begin{cases} x + 2y + 3z = 0 \\ x + y - z = 0 \\ 2x + 5z = 0 \end{cases}$:

☐ a) Tiene un conjunto infinito de soluciones.

☐ b) No tiene solución real.

☐ c) Tiene una sola solución, que es $x=y=z=0$.

☐ d) Tiene exactamente tres soluciones.

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Figura 1. Cuestionario de nivel para alumnos de Bachillerato y Grado

lo que respecta a la valoración global del ejercicio, cabe señalar que un 44,4% de los alumnos de MAT II obtuvieron un resultado notable (8 o más aciertos), mientras que dicho porcentaje se cifra tan sólo en un 4,8% para los alumnos de MACS II. En contraste, un 12,3% de los alumnos de MAT II frente a un 43,5% de los alumnos de MACS II obtuvieron un resultado muy bajo (4 o menos aciertos). El contraste de la Chi-cuadrado realizado sobre los datos del número de aciertos según la asignatura nos lleva a rechazar la independencia entre las variables ($p=0$). Por tanto, podemos admitir que el nivel de éxito en la superación de la prueba de conocimientos difiere según la asignatura cursada, aunque con ciertas precauciones dado que en este caso la frecuencia de una de las categorías no supera la recomendada para este tipo de contrastes.

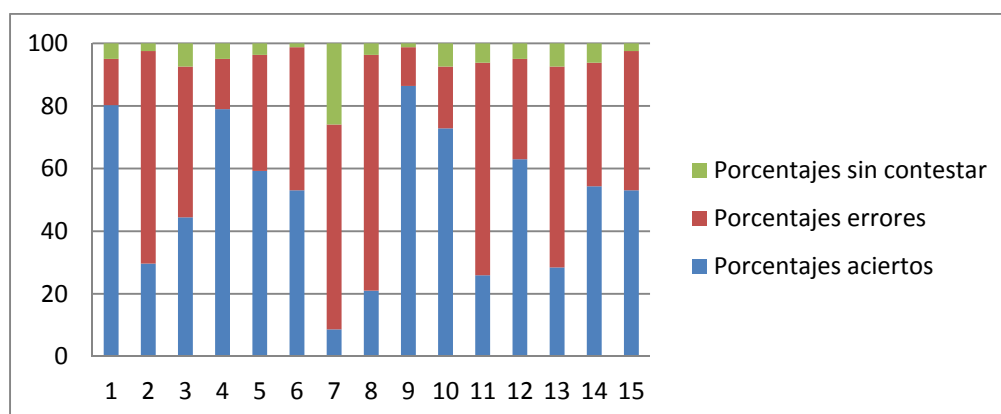


Figura 2. Respuestas de los alumnos de Bachillerato que cursaban MAT II

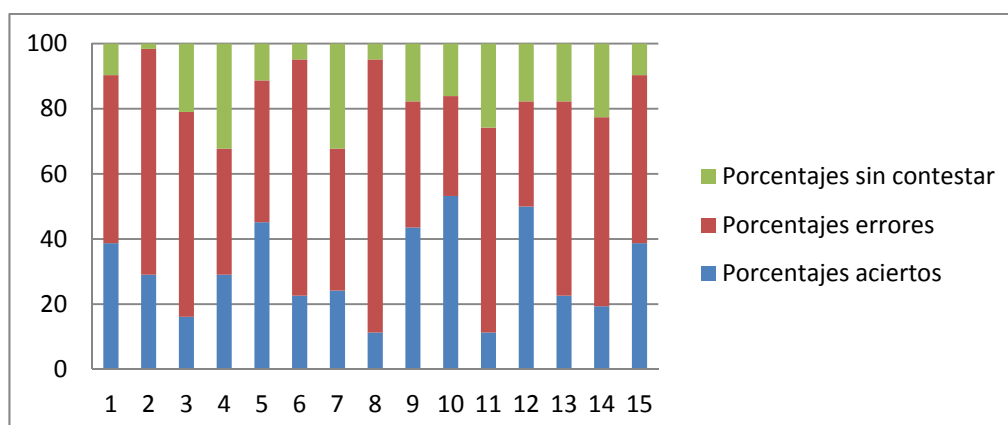


Figura 3. Respuestas de los alumnos de Bachillerato que cursaban MACS II

Dado que se podría objetar que las anteriores respuestas no son representativas de lo que nos encontramos en las aulas de primer curso de los Grados, debido a la gran variedad de

itinerarios que pueden seguir estos alumnos, prestamos especial atención a aquellos alumnos que declaran tener “intención” de cursar estudios de Economía o Empresa. La Figura 4 muestra los porcentajes de acierto y fallo para dichos alumnos. De nuevo, observamos tasas muy bajas de aciertos en cuestiones básicas (6, 8, 11, 13) y, en general, cabe destacar que el porcentaje de fallos es mayor al porcentaje de aciertos en 10 de las 15 preguntas del ejercicio.

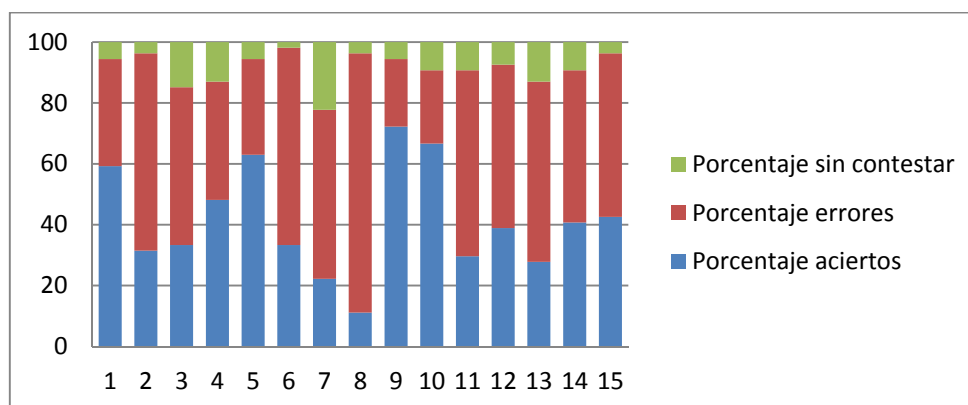


Figura 4. Respuestas de alumnos de Bachillerato que declaran intención de cursar estudios de Economía/Empresa

2.B) CUESTIONARIO A ALUMNOS QUE COMIENZAN LOS GRADOS

El mismo cuestionario fue realizado también por alumnos de primer curso de Grados en ADE y Economía en la tercera semana de clase, después de un período de repaso y advirtiéndoles que la calificación obtenida formaría parte de la evaluación continua. Ilustramos a continuación los resultados obtenidos para los alumnos del Grado en ADE (los correspondientes en Grado en Economía son globalmente similares). En las Figuras 5 y 6 se puede ver el resumen según la materia cursada en Bachillerato. Se observa un patrón similar al comentado en los alumnos de Bachillerato, con mayores tasas de acierto para los que declaran haber cursado MAT II frente a los que declaran haber cursado MACS II, si bien los porcentajes de acierto han aumentado como consecuencia natural de un exhaustivo repaso de los conceptos y, quizá, de que sabían que era evaluativo. Sorprende especialmente los altos porcentajes observados de preguntas sin contestar en los resultados de MACS II, así como el alto porcentaje de error en las preguntas 2, 7 y 8, especialmente en los alumnos procedentes de MAT II, que también son las cuestiones con mayor índice de fallo cuando consideramos los datos agregados, esto es, sin diferenciar la asignatura cursada en Bachillerato. En cuanto a los resultados globales de los ejercicios, el 90% de los alumnos que habían cursado MAT II lograron 8 o más aciertos, nivel que sólo alcanzaron el 60% de los alumnos de la misma clase que habían cursado MACS II. En este caso, y aunque

el número de observaciones es bajo principalmente en la categoría de MAT II, los datos no nos señalan diferencias significativas en la nota obtenida según la asignatura cursada ($p=0.094$). Podríamos deducir de ello, aunque con cautela, que a lo largo de las primeras semanas de clase en el Grado el nivel de conocimientos básicos de los alumnos tiende a nivelarse.

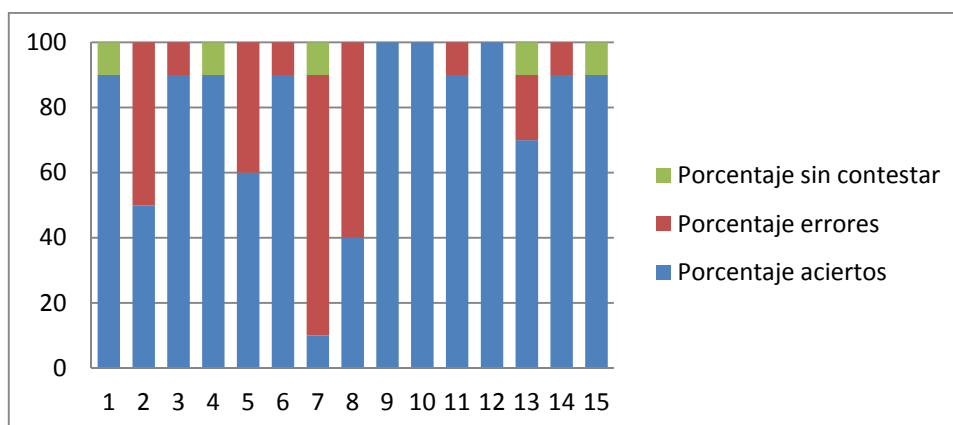


Figura 5. Respuestas de alumnos de ADE que declaran haber cursado MAT II en Bachillerato

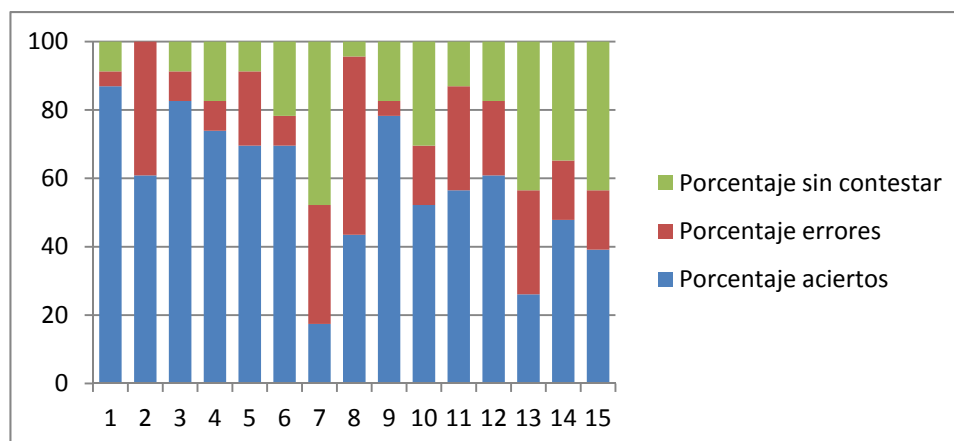


Figura 6. Respuestas de alumnos de ADE que declaran haber cursado MACS II en Bachillerato

2.C) CALIFICACIONES OBTENIDAS POR LOS ALUMNOS DE MATEMÁTICAS I EN GRADOS EN ECONOMÍA Y ADE, SEGÚN LA OPCIÓN DE MATEMÁTICAS ELEGIDA EN LA PAU

Como complemento a los resultados de las pruebas anteriores intentamos profundizar en la cuestión relativa al grado en que las matemáticas cursadas en Bachillerato influyen en la superación de las Matemáticas I (en adelante Mat I) de los Grados. Se trata de la primera

asignatura de Matemáticas a la que se enfrentan los alumnos que comienzan un Grado en ADE o Economía en la Universidad de La Laguna y en ella se estudia básicamente Análisis de Funciones en una y varias variables. Hemos recopilado las calificaciones obtenidas por nuestros alumnos en la convocatoria de enero 2013, incluyendo las de aquellos que cursan por primera vez o que repiten la asignatura Mat I.

En primer lugar debemos tener en cuenta que los alumnos que cursan estos Grados provienen mayoritariamente de un Bachillerato de Ciencias Sociales y, por lo tanto, se han examinado de la asignatura MACS II en la PAU. En la Figura 7 podemos observar los porcentajes correspondientes a los alumnos que cursan ambos Grados en el curso 2012-13 y clasificados según su procedencia de asignatura de Matemáticas examinada en la PAU, en el peor de los casos, de no haberse examinado de ninguna de ellas en la PAU. Estos porcentajes son similares cada curso.

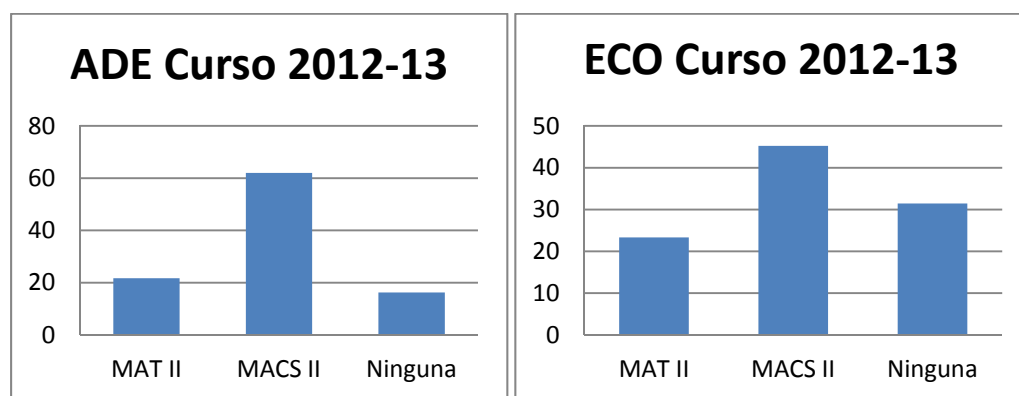


Figura 7. Porcentajes de los alumnos provenientes de cada opción.

En las gráficas de las Figuras 8 y 9, recogemos los porcentajes de superados, suspensos y no presentados en Mat I según las anteriores opciones seguidas en PAU. Los datos obtenidos parecen reforzar las hipótesis que los profesores de Matemáticas en estos Grados venimos manteniendo curso tras curso, esto es, mayores porcentajes de éxito en los alumnos que cursaron MAT II junto con altos porcentajes de no presentados principalmente en los que no han cursado Matemáticas anteriormente o cursado MACS II.

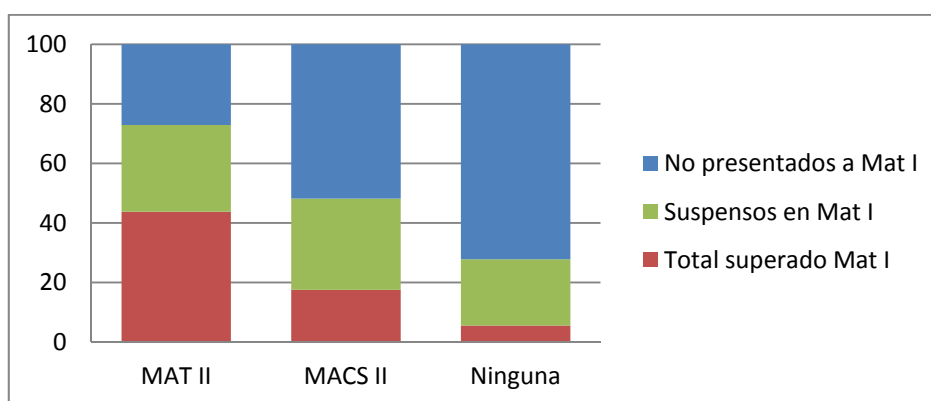


Figura 8. Porcentajes en Mat I de ADE según la asignatura realizada en PAU.

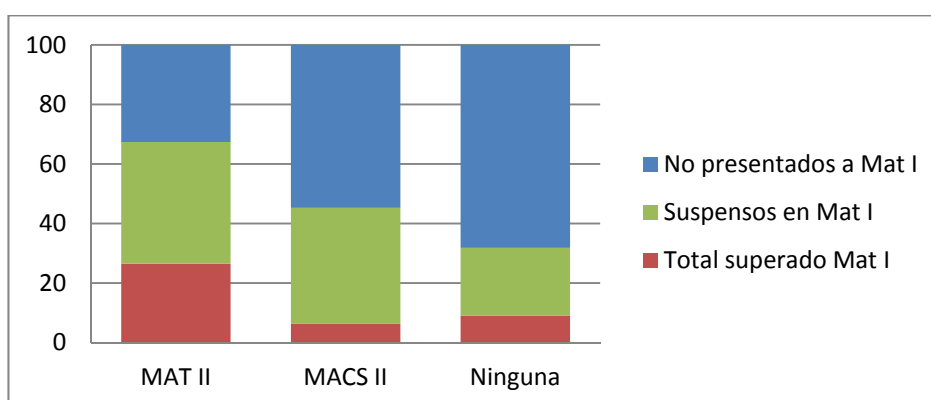


Figura 9. Porcentajes en Mat I de ECO según la asignatura realizada en PAU.

Con la finalidad de estudiar una relación de dependencia entre las variables “tipo de matemáticas examinada en PAU” y “Superar Mat I en el Grado elegido” hemos realizado un estudio estadístico no paramétrico.

Realmente, quisiéramos haber sustituido la primera variable por “tipo de matemáticas preuniversitarias cursadas” pero las bases de datos disponibles no nos lo permitieron. Nótese que un alumno ha podido cursar matemáticas preuniversitarias y no haberse examinado de ellas en PAU, o incluso, no haberse presentado a la PAU porque accedió a la universidad por otra vía. Hemos comprobado que de esta última opción, en este curso 2012-2013 aún nos llegaron muy pocos alumnos, pero que estos van en aumento.

Ilustramos los resultados obtenidos para el Grado en ADE, considerando sólo los alumnos que habiéndose examinado en la PAU de una asignatura de matemáticas (MAT II o MACS II) se presentaron a la convocatoria de enero 2013 de Mat I y que recogemos en la siguiente tabla:

2012-13	Examinados en PAU de:		
ADE	MAT II	MACS II	Total
Superados	21 <i>15,6</i>	24 <i>29,4</i>	45
Suspensos	14 <i>19,4</i>	42 <i>36,6</i>	56
Presentados	35	66	101

El contraste toma como hipótesis nula H_0 que “las variables tipo de matemáticas examinada en PAU y Superar las Mat I en el Grado elegido son independientes” y como hipótesis alternativa H_1 : las variables dichas son dependientes.

Denotamos O_{ij} valor observado, por ejemplo, $O_{12}=24$, que indica la cantidad de alumnos que, de los 66 del Grado en ADE que se examinaron en PAU de MACS II, superó Mat I en la convocatoria de enero 2013. Y E_{ij} (en cursiva en la tabla) representa el valor esperado para el ítem correspondiente, por ejemplo, $E_{12}=29.4$ indica la cantidad de alumnos que, de los 66 del Grado de ADE que se examinaron PAU de MACS II, esperaríamos que superara Mat I. Utilizamos como estadístico de contraste el siguiente:

$$EC = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}} = 5.1724.$$

Comparando EC con el valor de la distribución $\chi^2_{1\alpha}$ obtenemos que las variables contrastadas son dependientes con una certeza del 97.5%. Si se considerara el total de alumnos matriculados, se obtendría un nivel de certeza sobre el rechazo de la hipótesis nula aún superior.

En base a los resultados de dependencia anteriores, hemos realizado otro análisis estadístico para contrastar la hipótesis de que la probabilidad de superar Mat I del Grado elegido es superior si has cursado previamente MAT II de Bachillerato, utilizando los datos disponibles que corresponden, como hemos dicho a la convocatoria de enero del presente curso 2012-2013.

En concreto se realizó contraste para la igualdad de parámetros de dos distribuciones binomiales independientes sobre si examinarse de un tipo concreto de matemáticas en PAU ayuda a superar con éxito Mat I del Grado elegido. Para ello, definimos p_A la probabilidad de que un alumno que se examinó en PAU de MAT II, supere Mat I del Grado. Y sea p_B la probabilidad similar habiéndose examinado de MACS II. Nuestra hipótesis nula será $H_0: p_A \leq p_B$ y la alternativa $H_1: p_A > p_B$.

En este caso el estadístico de contraste que usamos es $EC = \frac{p_A - p_B}{\sqrt{p_T(1-p_T)\left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right)}}$, donde n_A y n_B representan cantidad de alumnos que se presentaron a Mat I del Grado habiéndose examinado en PAU, respectivamente, de MAT II y de MACS II. Por lo tanto, la hipótesis nula

se rechazará con un error de porcentaje α si $EC \geq Z_{\alpha}$, donde Z_{α} sigue valores de la distribución normal.

En el caso del Grado en ADE se obtuvo un p-valor de 0.0116, por lo que se rechazaría la hipótesis nula, esto es, la probabilidad de superar Mat I del grado habiéndose examinado de MAT II en PAU es mayor a la probabilidad de superarla habiéndose examinado de MACS II con un nivel de acierto de casi un 99%. Con datos de todos los alumnos matriculados en Mat I del Grado se obtienen resultados similares con un nivel de acierto superior.

Finalmente, se probó la influencia de examinarse de matemáticas en PAU para presentarse al examen de Mat I del Grado y resultó aceptada la hipótesis de que la probabilidad de presentarse es mayor si el alumno proviene de MAT II frente a MACS II ($p=0.05$).

Asimismo, resultados similares se obtuvieron para el Grado en Economía.

En definitiva, analizando estos resultados conjuntamente con los obtenidos en las secciones 2A y 2B, podríamos señalar que los datos avalan la mejor preparación de los alumnos procedentes de MAT II en Bachillerato para superar con éxito Mat I de los Grados y, si bien en las primeras semanas de curso los alumnos de MACS II logran engancharse al nivel básico de conocimientos, esto no resulta suficiente para seguir el desarrollo posterior de la materia, lo que provoca una mayor tasa de no presentados y de no superados que la observada en los alumnos que cursaron MAT II.

3. DIMENSIÓN 2: PERCEPCIÓN DE LOS PROFESORES DE BACHILLERATO

Siguiendo la metodología propuesta, y con el fin de contemplar otros enfoques de la situación analizada, planteamos la realización de una encuesta a los profesores de Matemáticas en Bachillerato como la que se ilustra en la Figura 10.

La llevamos a cabo de manera simbólica a 9 profesores que imparten docencia en 7 centros distintos y comprobamos que es muy útil para completar nuestra propia perspectiva y enriquecerla con la visión que aportan los que más conocen a los alumnos preuniversitarios. Como se ve, la encuesta contiene tres partes diferenciadas. En la primera de ellas se solicita una valoración del cuestionario que sus alumnos realizaron y de sus resultados (los cuales se les

 Universidad de La Laguna Departamento de Economía Aplicada		ESTUDIO SOBRE EL NIVEL DE CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS EN ALUMNOS PREUNIVERSITARIOS	
Asignatura impartida: Matemáticas II () Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II ()			
Valoración del Cuestionario a Alumnos			
1. Califque los siguientes aspectos relacionados con el cuestionario realizado y sus resultados:			
Nivel de dificultad de las cuestiones:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Representatividad de las cuestiones en relación a lo impartido durante el curso:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Representatividad de los datos recogidos en la gráfica en relación al nivel esperado en sus alumnos:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
2. Señale las preguntas que abarcan contenidos no tratados en las asignaturas de Matemáticas del Bachillerato			
1. ()	2. ()	3. ()	4. ()
5. ()	6. ()	7. ()	8. ()
9. ()	10. ()	11. ()	12. ()
13. ()	14. ()	15. ()	
Valoración de los contenidos impartidos			
3. Califque la profundidad con que se tratan los siguientes bloques temáticos en el curso:			
Matrices y Sistemas:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Límites y Continuidad:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Derivabilidad:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Integración:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Estadística y Probabilidad:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
4. Califque el nivel de dificultad que han encontrado sus alumnos en el aprendizaje de los siguientes bloques temáticos durante el curso (marcar sólo si se han impartido):			
Matrices y Sistemas:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Límites y Continuidad:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Derivabilidad:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()
Integración:			
Muy bajo ()	Bajo ()	Regular ()	Alto ()

ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD:	
5. ¿Considera conveniente introducir/ampliar contenidos en su asignatura? En caso afirmativo, indique cuáles.	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
6. ¿Considera conveniente eliminar/reducir contenidos en su asignatura? En caso afirmativo, indique cuáles.	
Valoración de los conocimientos matemáticos	
7. El nivel de conocimientos matemáticos que observa en sus alumnos de 2º de Bachillerato al inicio del curso considera que es:	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
8. El nivel de conocimientos matemáticos que logran sus alumnos de 2º de Bachillerato al final del curso considera que es	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
9. La importancia que los alumnos de 2º de Bachillerato atribuyen al aprendizaje de las Matemáticas como parte de su formación académica considera que es:	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
10. ¿Qué nivel de mecanización muestran sus alumnos en la resolución de problemas matemáticos?	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
11. ¿Qué capacidad de razonamiento muestran sus alumnos en la resolución de problemas matemáticos?	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
12. ¿Qué nivel de abstracción, simbolismo y rigor matemático asimilan sus alumnos?	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
13. En general, ¿cómo califica la preparación matemática de los alumnos de cara a los estudios Universitarios?	Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
14. ¿Qué asignaturas recomendaría cursar a un alumno con intención de realizar estudios universitarios de Economía o Empresa?	Matemáticas I y II () Matemáticas Apl. a CCSS I y II () Son indiferentes () Ninguna ()
15. ¿Considera que una coordinación eficaz entre los profesores de matemáticas de los diferentes niveles educativos (incluido el universitario) ayudaría a mejorar la formación matemática de los alumnos al finalizar el Bachillerato?	Sí () No () No sé ()
16. ¿Considera alguna otra actuación como interesante para mejorar la formación matemática de los alumnos al finalizar el Bachillerato? En caso afirmativo, ¿cuál?	
17. Comentarios adicionales:	

Figura 10. Encuesta de opinión para los profesores de Bachillerato

mostraron como en las figuras 2 y 3). A continuación se solicita una valoración de los contenidos matemáticos realmente impartidos, por bloques temáticos, esto es, más allá de los programas oficiales, en relación a la profundidad con que se imparten efectivamente los contenidos. Por último, se solicita una valoración de la preparación desde el punto de vista matemático con que sus alumnos acceden a la universidad.

Los resultados se muestran, a grandes rasgos, en las Figuras 11 y 12. De ellas podemos destacar que, en general, las respuestas de los alumnos de Bachillerato se ajustan a lo esperado por sus profesores, que consideran la dificultad de las preguntas como regular. También debemos tener en cuenta que, según los profesores de Bachillerato, los alumnos han encontrado más dificultad en el aprendizaje de los bloques de Límites y Continuidad, Derivabilidad e Integración, fundamentales en la asignatura Mat I de los Grados considerados. Ellos indican en sus respuestas el predominio de nivel bajo en todas las preguntas referentes a la valoración sobre los conocimientos matemáticos de los alumnos (Preguntas 7-13). Como curiosidad, señalar también que varios de los profesores de MACS II entrevistados recomendarían a los alumnos con intención de seguir estudios de Economía o Empresa cursar MAT II, mientras que algunos de los profesores de MAT II les recomendarían cursar MACS II. Cuando menos, esto nos indica el nivel de desorientación que encuentran nuestros futuros alumnos en sus centros de Bachillerato.

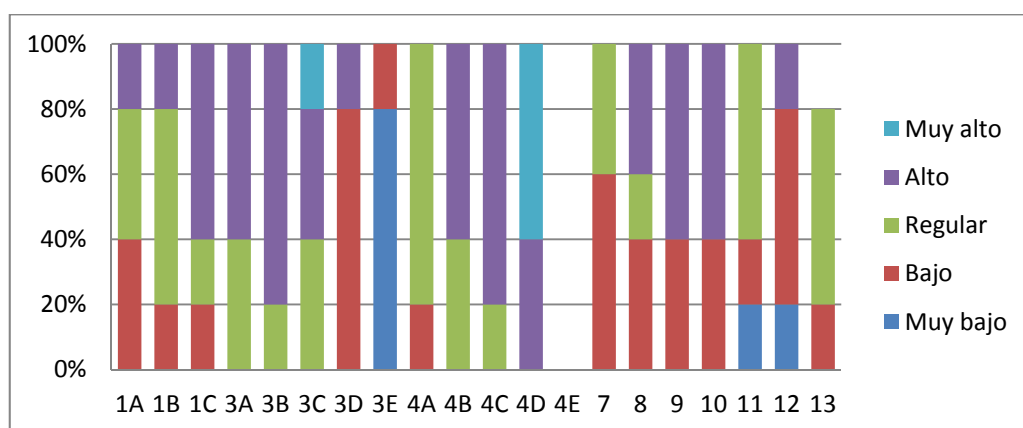


Figura 11. Respuestas de los profesores de MAT II

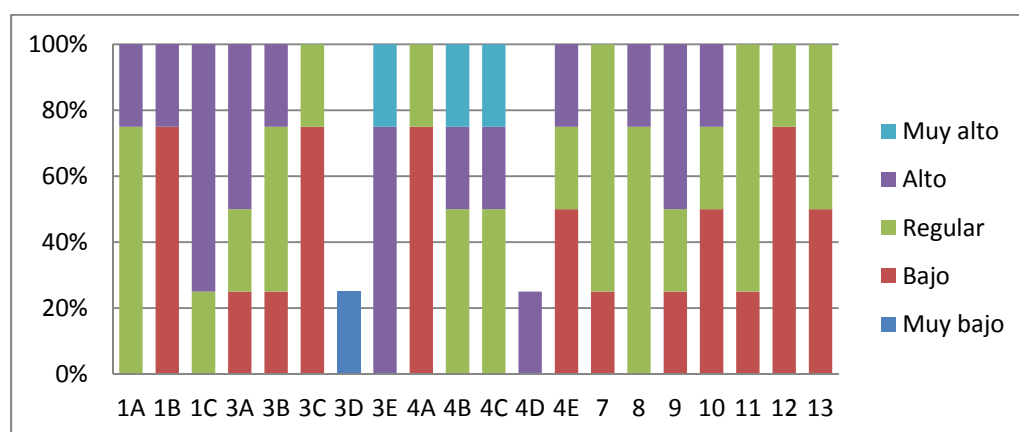


Figura 12. Respuestas de los profesores de MACS II

En cuanto a los aspectos organizativos, los profesores de Bachillerato entrevistados coinciden en la necesaria reforma del currículo de Matemáticas de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y del Bachillerato redistribuyendo mejor la carga para cada nivel y enfocado a una mayor reflexión y razonamiento. Asimismo creen en la necesidad de una coordinación más efectiva entre los niveles universitario y preuniversitario para avanzar hacia una mejor preparación matemática de los alumnos.

4. DIMENSIÓN 3: PERCEPCIÓN DE LOS ALUMNOS DE LOS GRADOS, UNA VEZ CURSADA LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS I

Hasta aquí hemos recopilado información sobre los conocimientos matemáticos de los alumnos, al final de su etapa preuniversitaria y al principio de su etapa universitaria, así como las percepciones de los profesores de Bachillerato. Proponemos completar el triángulo recopilando datos sobre la opinión de los alumnos de los Grados una vez concluido el primer cuatrimestre mediante una encuesta. Para ello hemos realizado la encuesta recogida en la Figura 13 a alumnos de los Grados al inicio del segundo cuatrimestre, tras haber cursado y, en algunos casos, examinado de los 6 créditos de Mat I. Básicamente, pretendemos conocer cómo perciben los alumnos el cambio de nivel de las Matemáticas de Bachillerato a las Matemáticas de Grado.



Universidad
de La Laguna
Departamento de Economía Aplicada

ESTUDIO SOBRE EL NIVEL DE CONOCIMIENTOS
MATEMÁTICOS PREVIOS EN ALUMNOS DE 1º DE ADE

- ¿Qué asignatura cursaste en Bachillerato?
Matemáticas II () Matemáticas Apl. CCSS II () Ninguna () Vengo de otra situación ()
- Mientras cursabas el Bachillerato, ¿qué importancia tenían para ti las Matemáticas como parte de tu formación académica?
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- ¿Cómo calificarías la dificultad de los contenidos de la asignatura Matemáticas I en el Grado?
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Califica qué nivel de discrepancia encuentras entre tus conocimientos matemáticos reales a principio de este curso y los conocimientos considerados como iniciales en la asignatura Matemáticas I:
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Califica qué nivel de discrepancia encuentras entre la metodología de trabajo de las asignaturas de Matemáticas Universitarias y las Matemáticas de Bachillerato:
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Las tareas asignadas durante el primer cuatrimestre te exigieron un esfuerzo que calificarías de:
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- La cantidad de trabajo autónomo que requiere Matemáticas I en el Grado consideras que es:
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Tu asistencia a clase durante el primer cuatrimestre fue aproximadamente:
10% o menos () 20%-30% () 40%-60% () 70%-80% () 90% o más ()
- Durante el cuatrimestre, las horas semanales que dedicaste al estudio de Matemáticas I fueron:
0 () 1-2 () 3-4 () 5-6 () 7 o más ()
- Para la preparación del examen de la convocatoria de enero de Matemáticas I, las horas que dedicaste al estudio fueron:
menos de 5 () 5-10 () 10-15 () 20-25 () más de 25 ()
- Consideras que tus hábitos de estudio son:
Nefasto () Poco adecuado () Adecuado () Muy adecuado () Excelente ()
- En general, tu adaptación al contexto universitario ha supuesto un nivel de dificultad que calificarías como:
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Tras haber cursado un primer cuatrimestre en el Grado, ¿qué importancia tienen ahora para ti las Matemáticas como parte de tu formación académica?
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Relacionando el nivel de esfuerzo realizado con el nivel de rendimiento obtenido, tu nivel de satisfacción es:
Muy bajo () Bajo () Regular () Alto () Muy alto ()
- Comentarios adicionales:

Figura 13. Encuesta de opinión a alumnos de Grado

En este punto nos concentramos en analizar de qué manera los alumnos se relacionan con la materia de matemáticas en los Grados y cómo perciben la educación científica, en general. De lo que se trató, en definitiva, es de explorar las motivaciones y la satisfacción con que cuentan en relación a la formación matemática y en qué medida la ven como necesaria en la titulación elegida por cada uno. Observamos en las Figuras 14 a la 17 los bajos niveles de satisfacción con los resultados obtenidos en el primer cuatrimestre que declaran de manera generalizada (pregunta 14), llegando a rozar el 80% en el caso de los alumnos de ADE que declaran haber cursado MAT II. Para analizar estadísticamente la influencia de la asignatura cursada en Bachillerato en el nivel de satisfacción que manifiestan tener nuestros alumnos, realizamos el contraste de independencia de la Chi-Cuadrado para los datos agregados de las dos titulaciones, obteniendo como resultado la confirmación de que no hay tal dependencia.

En cuanto a la cuestión de cómo perciben nuestros alumnos la diferencia entre los conocimientos previos reales y los exigidos en la universidad (pregunta 4), resulta que en torno al 28% de los alumnos que declaran haber cursado MAT II y algo más del 69% de los que declaran haber cursado MACS II califican de Alta o Muy Alta dicha diferencia. En este caso, el contraste de la Chi-Cuadrado nos indica que tales datos parecen corroborar que la asignatura cursada en el Bachillerato influye en el nivel de discrepancia percibido en los conocimientos previos (p-valor de 0.00023). Además, mediante un contraste de proporciones se puede concluir que los alumnos procedentes de MACS II encuentran, con mayor probabilidad, discrepancias mayores entre sus conocimientos reales y los exigidos (p=0).

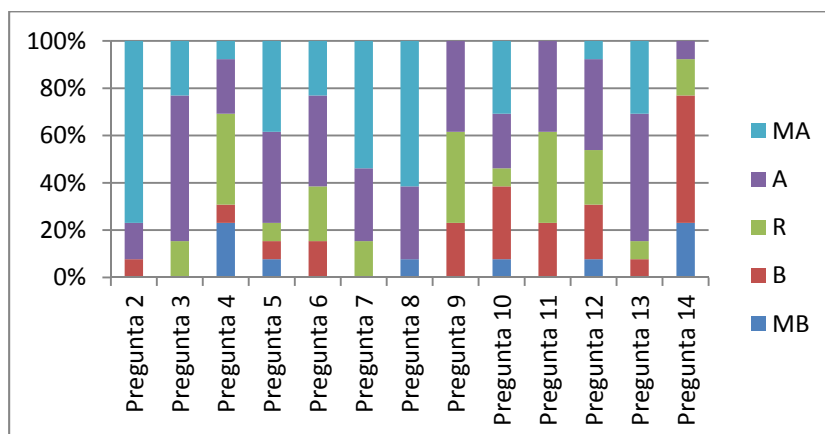


Figura 14. Respuestas de los alumnos de ADE que declaran haber cursado MAT II

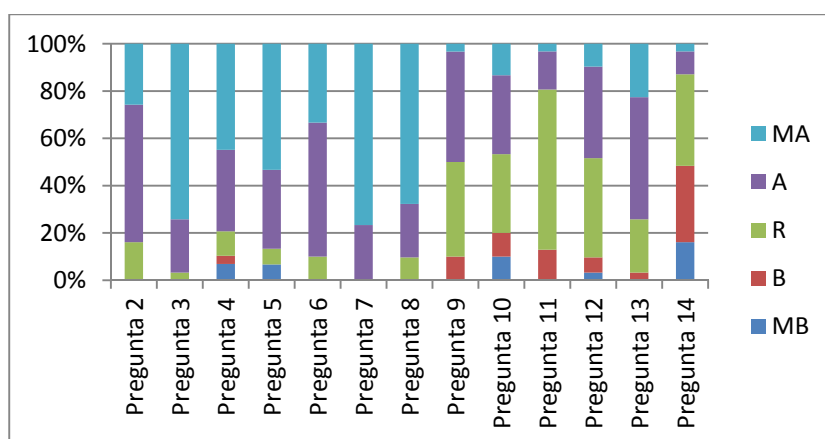


Figura 15. Respuestas de los alumnos de ADE que declaran haber cursado MACS II

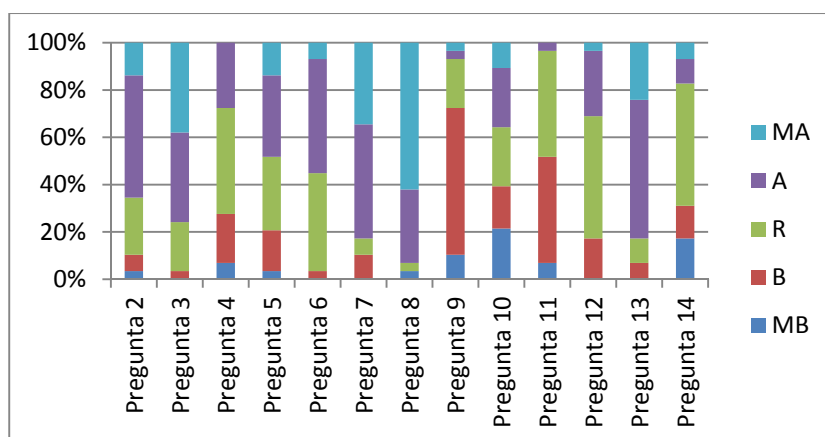


Figura 16. Respuestas de los alumnos de Economía que declaran haber cursado MAT II

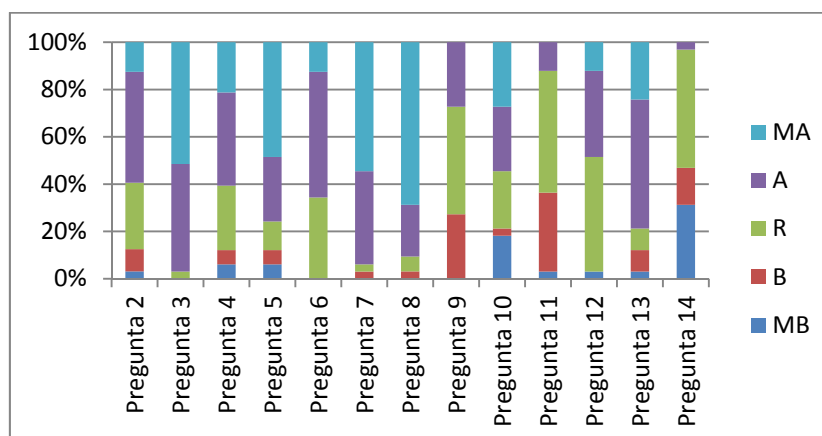


Figura 17. Respuestas de los alumnos de Economía que declaran haber cursado MACS II

Por otro lado, las preguntas 2 y 13 nos acercan a la percepción que los alumnos tienen de las matemáticas como parte fundamental de su formación académica. Casi la cuarta parte de los alumnos valora menos la materia que mientras cursaba el Bachillerato, aumentando ese porcentaje a un 54% en el caso de los alumnos de ADE procedentes de MAT II.

Respecto al salto a la universidad, en torno al 80% de los alumnos que declaran haber cursado MAT II y más del 95% de los alumnos que declaran haber cursado MACS II califican de Alta o Muy Alta la dificultad de los contenidos matemáticos impartidos en el primer cuatrimestre del Grado (pregunta 3).

5. REFLEXIONES

La metodología propuesta sigue un esquema de triangulación de datos en diferentes momentos del tiempo entre conocimientos (información cuantitativa) y percepciones (información cualitativa), que invita a la reflexión y a la necesidad de buscar mecanismos de mejora por parte de todos los actores implicados, en especial, los profesores de matemáticas tanto preuniversitarias como universitarias, así como los alumnos de ambos niveles de enseñanza.

A modo de resumen, la triangulación realizada parece confirmar que las MAT II proporcionan una formación más adecuada para el futuro graduado en Economía o ADE que las MACS II. En concreto, los datos recogidos avalan estadísticamente que la probabilidad de

superar Mat I de los Grados es mayor para los alumnos que se examinaron de MAT II en la PAU. Además, se contrasta también con un elevado nivel de confianza que los alumnos que se examinaron de MACS II en la PAU encuentran un mayor salto a nivel de conocimientos previos en matemáticas en su primer curso universitario, que los que lo hicieron de MAT II.

Sin embargo, la interpretación de los resultados debe realizarse con la necesaria cautela pues sólo se han analizado datos obtenidos con alumnos y profesores del curso académico 2011-2012 en lo referente a Bachillerato y 2012-2013 en lo referente a los Grados. Sería muy arriesgado generalizar los resultados aquí obtenidos, aunque son bastante coherentes con nuestra experiencia y representativos de la problemática que vivimos en nuestra docencia.

A la vista de los resultados se diría que nuestra propuesta podría ser tan sencilla como recomendar a los alumnos preuniversitarios con intención de estudiar Economía o ADE que cursen MAT I y MAT II en Bachillerato, pero no resulta tan evidente como cabría esperar debido a circunstancias de diversa índole.

Por un lado, los alumnos que comienzan Bachillerato orientados a la universidad, por lo general, tienen en ese momento aún muchas dudas sobre su elección profesional y otros intereses que les obligan a obtener la mejor calificación en la PAU, así que la elección de las asignaturas de matemáticas no es un hecho aislado sino conjunto con sus posibilidades, los itinerarios y las ponderaciones que el sistema educativo asigna a cada una de ellas para la calificación de la PAU. Por ello, cualquier cambio en dichas elecciones tiene que examinarse como una parte no aislada del sistema educativo.

Por otro lado, como dijimos desde el principio, aquí nos hemos centrado en conocimientos de Operatoria Básica, Análisis de Funciones y Álgebra, dejando fuera el bloque importantísimo de la Estadística que no se imparte en MAT II. Es por ello que ratificamos la propuesta en Carrillo-Fernández y otros (2012) en el sentido de que el sistema educativo debe distinguir claramente las necesidades previas en conocimientos para titulaciones relativas a Economía, Empresa y Finanzas del resto de Ciencias Sociales y proponer la conveniencia de ofertar en el Bachillerato unas “Matemáticas para Ciencias Sociales” a caballo entre MAT II y MACS II que contuviera los bloques de Álgebra y Análisis de MAT II y el bloque de Estadística de MACS II.

La metodología aquí propuesta considera las percepciones que profesores y alumnos tienen de la formación matemática como complemento a la información que nos ofrecen los cuestionarios de conocimientos. Si bien la llamada a la precaución en las interpretaciones es obligada también aquí, destacamos la baja concepción que los profesores entrevistados tienen de la preparación que sus alumnos adquieren en el Bachillerato y la necesidad que mencionan de

una mayor racionalización en los currículos y de una coordinación más eficiente entre ambos niveles educativos.

Con respecto a las percepciones de los alumnos, parece intuirse que una parte importante del problema proviene del “valor inseguro” que los estudiantes de Economía y ADE otorgan a las matemáticas como ingrediente de las oportunidades futuras, tanto en la etapa estudiantil como profesional, asociadas a la titulación elegida. Eso explicaría el porcentaje alto de abandono temprano de dicha asignatura, esto es, en la primera convocatoria. Pero quizás el aspecto que con más elocuencia alerta del clima en nuestras aulas se encuentra en los bajos niveles de satisfacción que manifiestan nuestros alumnos, los cuales no parecen depender estadísticamente de la asignatura elegida en Bachillerato. La lectura de este dato nos propone una excelente oportunidad para identificar los puntos débiles de nuestra actividad docente y posibles propuestas de mejora.

Para finalizar, destacamos una vez más el valor añadido de nuestra propuesta para analizar y mejorar, gracias a la triple aproximación, el nivel de conocimientos previos de los alumnos que comienzan los Grados, un problema ya clásico en estas Jornadas.

Esta metodología podría ser exportada y/o adaptada a otras materias y a otros niveles de enseñanza.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo-Fernández, M.; Cruz-Báez, D.I.; Gil-Fariña, M.C.; González-Concepción, C.; Pestano-Gabino, C.; Sosa-Martín, D.N. (2012), “Evolución de los contenidos de las Matemáticas en la PAU y relación con los conocimientos previos del alumnado en los Grados de Economía y ADE”, *Anales de ASEPUMA*, XX Jornadas, Barcelona, 2012. ISSN 2171-892X.
- Cea, F. y Mora, J.G. (1992). “Análisis socioeconómico de la demanda de estudios superiores”. *Estadística Española*, 34, 129, pp. 61-92.
- Álvarez-Martínez, P., Corcho-Sánchez, P. y Guerrero-Manzano, M^a M. (2003), “¿Qué Bachillerato es mejor para el aprendizaje de las matemáticas en Económicas y Empresariales?”, *XI Jornadas ASEPUMA*, Oviedo.
- Busto-Caballero, A.I., Calvo-Martín, M.E. y Escribano-Ródenas, M^aC. (2002). El conflicto entre las Matemáticas del Bachillerato y las Matemáticas de los primeros cursos de las Facultades de Económicas y Empresariales. *Rect@*, VolAct. 10, Issue 1:32.

- Cantor, G. (2002). La triangulación metodológica en ciencias sociales, *Cinta Moebio* 13: 58-69.
- Limón, L., Vilchez, M.L., Congregado, E., Gessa, A., García, J.J., Velasco, F., Chamizo, C., Naranjo, C. y García, M.E. (2011). Propuesta de programa de contenidos para la asignatura "Matemáticas" de los nuevos grados de ADE y FICO. *Revista de Investigación Educativa* 29 (2), pp. 363-386.
- Padilla, N., Cortés, C., Serrano, I., Vilchez, M.L. y Herrero I. (1999). "Las matemáticas para la empresa: un reto pendiente", VII Jornadas ASEPUMA