

Un análisis crítico del plan de estudios matemático en los grados de ciencias sociales

*M^a Jesús Gutiérrez Pedrero (Maríajesus.gutierrez@uclm.es)
Departamento de Análisis Económico y Finanzas
Universidad de Castilla-La Mancha*

*Jaime Jorge Sánchez Gabites (JaimeJ.Sanchez@uam.es)
Departamento de Análisis Económico: Economía Cuantitativa
Universidad Autónoma de Madrid*

*Fernando Crecente Romero (fernando.crecente@uah.es)
Departamento de Economía y Dirección de Empresas
Universidad de Alcalá de Henares*

RESUMEN

La introducción gradual de las nuevas titulaciones universitarias en el sistema educativo español ha dado lugar a una apuesta decidida a favor de las aplicaciones prácticas de las distintas materias, de acuerdo con los objetivos del Proceso de Bolonia. En las áreas de las ciencias sociales, en las que tradicionalmente ha predominado un enfoque teórico, nuestras primeras experiencias sugieren que los estudiantes agradecen este nuevo punto de vista más aplicado pero tienen serias dificultades para ponerlo en práctica. Esto sucede especialmente en las asignaturas cuantitativas, en las que la aplicación de los conceptos aprendidos a la resolución de problemas específicos no es inmediata.

Nuestro objetivo en este trabajo es analizar los problemas que estudiantes y profesores del grado de Administración y Dirección de Empresas detectan en el proceso de aprendizaje de los diversos temas que componen lo cuantitativo. Estas dificultades pueden deberse a, por ejemplo, la falta de conocimientos matemáticos básicos por parte de los estudiantes, su incapacidad para hacer un uso eficaz de los conceptos matemáticos que conocen, o la falta de adaptación de los planes de estudio a las herramientas actuales y a las aplicaciones que los estudiantes necesitarán en años sucesivos. Este análisis se hace desde un doble punto de vista, el de los estudiantes y el

de los profesores, para que sea posible determinar el grado en que sus percepciones de las dificultades coinciden o no.

Las hipótesis a comprobar se enumeran a continuación: 1º hipótesis: los estudiantes tienen problemas en los temas cuantitativos de su primer año debido a la falta de aplicaciones prácticas de los conceptos matemáticos que se enseñan. 2ª hipótesis: algunos temas tienen exceso de contenidos teóricos sin mucha relevancia cuando se tratan problemas específicos. 3ª hipótesis: existen diferencias en la percepción entre los estudiantes y profesores acerca de dónde radican las principales dificultades en las materias cuantitativas.

La muestra utilizada para nuestro estudio proviene de los estudiantes y profesores de la licenciatura de Administración y Dirección de Empresas (ADE) de la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid) y la Universidad de Castilla-La Mancha (campus de Ciudad Real), con un total de 400 estudiantes de primer año y 33 profesores en las áreas de matemáticas, economía y estadística.

Las respuestas se obtuvieron a través de dos cuestionarios, uno para estudiantes y otro para profesores. En el primer caso los datos fueron recogidos en persona, mientras que en el segundo se prefirió un formulario electrónico. Esta información ha sido sometida a tratamiento estadístico consistente en un análisis descriptivo multivariable (contraste de medias y análisis factorial) con el objetivo de saber si los problemas detectados son comunes a estudiantes y profesores y al mismo tiempo decidir si son fenómenos locales o globales.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio, consideramos varias medidas y posibles soluciones que deben tenerse en cuenta para las futuras revisiones de los estudios de Grado, con el objetivo de mejorar la enseñanza y la pedagogía de las matemáticas. Medidas y soluciones que pueden ser consideradas por las autoridades competentes o los órganos de gobierno de facultades similares.

Palabras clave: Grado en Administración y Dirección de Empresas, matemáticas, problemas de aprendizaje.

Área temática: A1- Metodología y Docencia.

ABSTRACT

The gradual introduction of the new university degrees in the Spanish education system has led, according to the goals of the Bologna Process, to a decided wager in favour of practical applications of the subjects. In the areas of social sciences and law, where a theoretical approach has traditionally been predominant, initial experience suggests that students welcome this new practical view but have serious difficulties putting it into practice. This feature seems to be especially prominent in quantitative subjects, where it is not immediately apparent how to apply the concepts learned to the solution of specific problems.

Our goal in this paper is to analyse problems that both students and lecturers detect in the learning process of the diverse quantitative subjects that make up the degree in Business Administration . These difficulties may be due to, for instance, a lack of basic mathematical knowledge on the part of the students, their inability to make effective use of the mathematical concepts that they know, or the unsuitability of the curricula to the actual tools and applications that students will need in successive years. The analysis is done from the double viewpoint of students and teachers, so that it becomes possible to determine the extent to which their perceptions of the difficulties coincide.

The hypotheses to be checked are as follows. 1st hypothesis: students have problems in the quantitative subjects of their first year because of the lack of practical applications of the mathematical concepts they are taught; 2nd hypothesis: some subjects still have an excess of theoretical contents with almost no relevance when dealing with specific problems; 3rd hypothesis: there exist differences between the students' and lecturers' perception of where the main difficulties in the subjects lie.

The sample used for our study comes from the students and lecturers of the degree in ADE of the Universities of Alcalá de Henares (Madrid) and Castilla la Mancha (campus of Ciudad Real), totalling 400 first year students and 33 lecturers in the areas of mathematics, economics, and statistics.

Answers will be obtained through two different questionnaires, one for students and another for lecturers. In the former case data will be collected in person, whereas in the latter an electronic form will be preferred. This information will then be subjected to statistical treatment, via descriptive and multivariate analysis (mean contrast and factor analysis). These will allow us to ascertain whether the problems detected are common to

both groups (students and lecturers) involved and at the same time it will allow us to decide whether they are local or global phenomena.

Bearing in mind the results of the study, we will consider several measures and possible solutions to be taken into account for future revisions of Degree studies with an aim to perfect teaching and pedagogy and which can also be considered by the competent authorities or governing bodies of similar faculties.

Key words: Degree in Business Studies, mathematics, learning issues

Subject Area: Methodology and Teaching.

1. INTRODUCCIÓN

En casi todas las áreas del conocimiento humano en las que se analizan y explican datos numéricos se hace uso de conceptos y procedimientos matemáticos que se encuentran más allá de la aritmética elemental. En particular, este es el caso de muchas de las materias que pertenecen al Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE), y en consecuencia en el primer año de ADE hay dos asignaturas en las que los estudiantes cuentan con las herramientas matemáticas que necesitarán en sus estudios económicos y empresariales. Estas asignaturas llevan por nombre Matemáticas Empresariales I y II en la Universidad de Alcalá de Henares (UAH) y Matemáticas I y II Para la Empresa en la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), que en aras de la brevedad llamaremos Matemáticas I y II a partir de ahora.

Aquí extraemos algunos de los contenidos de sus “Guías Docentes”.

Para la UAH:

- “Uno de los objetivos más importantes de las matemáticas es la construcción de modelos que describen el mundo real [...]. Por tanto, Matemáticas I y II son herramientas fundamentales que permiten a los estudiantes [...] describir, entender y reflexionar sobre los modelos que figuran en Ciencias Económicas y Empresariales.”
- Los estudiantes deben “[...] ser conscientes del papel que las matemáticas juegan en el razonamiento lógico, la precisión, el rigor, la abstracción, [...].”
- “Matemáticas I y II están destinadas a ser herramientas básicas para los alumnos, ayudándoles a comprender y comunicar muchos otros conceptos e ideas relacionadas con otras materias de su Grado”

Y para la UCLM:

- “Matemáticas I y II [...] tienen un papel fundamentalmente instrumental. Sus conceptos, objetivos y habilidades están al servicio de lo que los estudiantes necesitan para aprender otras materias”.
- “Los estudiantes tienen que ser capaces de hacer frente a problemas relacionados con la economía: deben ser capaces de formular un problema en términos matemáticos [...], resolverlo matemáticamente y analizar los resultados e interpretarlos en el contexto original”.

- “Además de los aspectos técnicos y procedimentales, cabe destacar que las matemáticas tienen un lado de formación: desarrollan en los estudiantes habilidades para el razonamiento lógico, la abstracción, [...]”

En ambos casos el papel de las matemáticas I y II como herramienta auxiliar para otras asignaturas de la titulación, junto con su parte formativa, se pone claramente de relieve.

Los autores de este trabajo son profesores de ADE, y están totalmente de acuerdo con el papel que se les atribuye a Matemáticas I y II en el Grado de ADE. Pero nuestra experiencia en la enseñanza, e incluso la de nuestros compañeros, sugiere que en la práctica las cosas son más complicadas. Existen una gran cantidad de dificultades de muchos estudiantes con las matemáticas, que no sólo se reflejan en matemáticas I y II, sino que también se pueden ver cuando estas son necesarias en otras asignaturas.

Por todo ello, en el año 2011 nos planteamos la realización de este trabajo cuyo objetivo es analizar, desde la doble perspectiva de estudiantes y profesores, cuál es el origen de estas dificultades con las matemáticas. Por ejemplo, dificultades que pudieran derivarse de la falta de base matemática ya presente cuando los estudiantes entran a la Universidad, o posiblemente de la insuficiencia de lo que realmente necesitan los estudiantes en los planes de estudio de Matemáticas I y II. También es concebible que Matemáticas I y II son asignaturas orientadas teóricamente a los estudiantes, y por lo tanto no tienen la oportunidad de aplicar lo que aprenden a problemas específicos, por lo que se contradice el principio, bien conocido en didáctica, de que el aprendizaje debe ser significativo. Además el lector, seguramente, estará pensando en otras posibilidades.

En un esfuerzo de encontrar una respuesta a todas estas preguntas, hemos realizado una encuesta a estudiantes y profesores de primer año del Grado de ADE en las universidades de Alcalá de Henares y Castilla-La Mancha (campus de Ciudad Real). En la sección 2 se describen las encuestas realizadas. En la sección 3 se presentan los resultados obtenidos, en forma gráfica, y se realiza un análisis, superficial, de algunas de sus características más interesantes. Finalizando en la sección 4 con algunas sugerencias que, esperamos, puedan contribuir a mejorar esta situación.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ENCUESTAS

En términos generales, las encuestas consistieron en la enumeración de los conceptos más relevantes y los procedimientos asociados a los mismos pertenecientes a los planes de estudio de Matemáticas I y II, pidiéndoles a los estudiantes y profesores que evaluaran su utilidad.

Los estudiantes tenían que evaluar cuánto usan estos conceptos y procedimientos matemáticos en otras materias que componen el Grado, mientras que los profesores tenían que estimar la cantidad de estos conceptos y procedimientos matemáticos que utilizan en su propia materia.

2.1. Universo y muestras.

En este trabajo se ha realizado un análisis paralelo de estudiantes y profesores de la UAH y de la UCLM. Por lo tanto, nos ocupamos de cuatro poblaciones diferentes: estudiantes de la UAH, profesores de la UAH, estudiantes de la UCLM y Profesores de la UCLM.

Dado que las nuevas titulaciones que se han originado con el Proceso de Bolonia en el 2011 sólo se habían implantado hasta segundo año, sólo se tienen en cuenta los estudiantes que cursan hasta segundo de Grado y los profesores que imparten sus clases en primero y segundo de Grado. Por otra parte, se han incluido los profesores cuyas materias tienen algún contenido matemático.

- Estudiantes: la muestra se compone, tanto para la UAH como para la UCLM, de aquellos estudiantes que actualmente asisten a Matemáticas II, siendo 228 en la UAH y 370 en la UCLM. Aunque esta es una asignatura de primer año de Grado, casi la mitad de sus estudiantes son repetidores de esta asignatura y están cursando asignaturas de segundo curso de Grado, por ello consideramos que nuestra muestra es realmente representativa de los dos primeros años del Grado de ADE. Sin embargo esta muestra de segundo curso, posiblemente, no sea representativa de la población de segundo curso, porque obviamente han tenido más dificultades con matemáticas, así que en la formulación de la encuesta la hicimos lo más independiente posible del rendimiento académico del estudiante.
- Profesores: Estos han sido agrupados, de acuerdo con las materias que imparten, en tres áreas diferentes:
 - 1- Estadística: con la materia: estadística empresarial.

2- Fundamentos de la Economía y Economía Aplicada: cuyas materias son: Introducción a la Economía, Secretaría de Economía Española y Mundial, Microeconomía y Macroeconomía, etc.

3- Ciencias Empresariales: formada por las materias: Economía de la Empresa, fundamentos de ADE, Contabilidad, Análisis de las Operaciones Financieras, etc.

Las áreas 1 y 3 comprenden asignaturas o materias impartidas en primer curso de ADE, mientras que el área 2 comprende asignaturas impartidas tanto en primer como en segundo curso de ADE.

En total son 10 profesores de la UAH y 16 de la UCLM.

2.2. Variables estadísticas.

Como mencionamos antes, en nuestra encuesta a los estudiantes y profesores se les pidió evaluar la utilidad de un total de ocho conceptos y treinta y cinco procedimientos, que a nuestro juicio se encuentran entre los más relevantes de los planes de estudio de Matemáticas I y II en la UAH y la UCLM. Nuestra elección de ellos es, por supuesto, basándonos en nuestra percepción personal, pero creemos que cubren todo el conjunto de conceptos y procedimientos de los planes de estudio de Matemáticas I y II, manteniendo un número de elementos razonable. Aunque, hay algunas divergencias entre los planes de estudio de Matemáticas I y II en la AUH y la UCLM. Por ejemplo, los primeros incluyen series de Taylor, que se omiten por completo en la UCLM, invirtiéndose la situación con integrales múltiples. Cuando aparecen estas divergencias, ambos elementos se han incluido entre nuestras variables de estudio. Esto les da a los profesores la oportunidad de calificar como relevantes para su materia conceptos y procedimientos que no estaban incluidos en el plan de estudios de Matemáticas, y que los propios profesores debían de explicar a sus alumnos.

A continuación se enumeran los 8 conceptos y los 35 procedimientos utilizados junto con su código identificativo, que será el que utilizaremos el resto del trabajo por razones de brevedad.

Conceptos básicos:

- C1- Dependencia e independencia lineal de vectores.
- C2- Base y dimensión de un espacio vectorial.
- C3- Aplicaciones lineales.
- C4- Núcleo e imagen de una aplicación lineal.

C5- Noción de derivada.

C6- Noción de primitiva (antiderivada).

C7- Funciones implícitas.

C8- Funciones homogéneas y teorema de Euler.

Procedimientos básicos:

P1- Operaciones con vectores.

P2- Cálculo de matrices cambio de base.

P3- Operaciones elementales con matrices.

P4- Cálculo del determinante de una matriz.

P5- Cálculo de la matriz inversa.

P6- Cálculo del rango de una matriz.

P7- Resolución de sistemas de ecuaciones lineales.

P8- Discusión de sistemas de ecuaciones lineales dependientes de parámetros

P9- Cálculo de los valores propios de una matriz.

P10- Diagonalización de una matriz.

P11- Clasificación de formas cuadráticas.

P12- Representación de regiones descritas por ecuaciones e inecuaciones.

P13- Dibujo e interpretación de las curvas de nivel de una función.

P14- Estudio de continuidad y derivabilidad de funciones de una variable.

P15- Estudio de continuidad y derivabilidad de funciones de varias variables.

P16- Cálculo de límites de funciones de una variable.

P17- Cálculo de límites de funciones de varias variables.

P18- Diferenciación de funciones de una variable.

P19- Dibujo de la gráfica de funciones de una variable.

P20- Optimización de funciones de una variable.

P21- Cálculo de derivadas parciales.

P22- Cálculo de derivadas direccionales y gradientes.

P23- Optimización de funciones de varias variables.

P24- Optimización con restricciones.

P25- Series de Taylor.

P26- Cálculo de primitivas.

P27- Cálculo del área comprendida bajo una función.

P28- Integrales impropias: convergencia.

P29- Cálculo de integrales impropias.

P30-Funciones Beta y Gamma

P31- Integrales dobles: cómputo como integrales iteradas.

P32- Integrales dobles: cómputo con cambios de variable.

P33- Sucesiones aritméticas y geométricas.

P34- Cálculo de límites de sucesiones.

P35- Suma de series.

Con el propósito de comparar y servir de consulta, en la tabla 1 se resumen los planes de estudio de Matemáticas I y II, de la UAH y la UCLM, y específica dónde pertenece cada concepto y procedimiento. Si alguno de ellos se pone de relieve significa que pertenece al programa de una de las universidades, pero no al otro.

	Concepto / Procedimiento
1	Sucesiones y series (P33, P34, P35)
2	Funciones de una variable: límites, continuidad, derivadas. Representación gráfica. Series de Taylor (UAH) (C5, P14, P16, P18, P19)
3	Integración de funciones de una variable. Cálculo de integrales, integral definida, integrales impropias. Funciones Beta and Gamma (UCLM) (C6, P26, P27, P28, P29, P30)
4	Funciones de varias variables: límites, continuidad, derivadas parciales, derivadas direccionales, graciende. Regla de la cadena (UAH) . Series de Taylor (UAH) . Funciones implícitas(UAH) . Curvas de nivel. Funciones homogéneas, Teorema de Euler (C5, C7, C8, P13, P15, P17, P21, P22, P25)
5	Integración de funciones de varias variables (UCLM): reducción a integrales iteradas, cambios de variable (UCLM) (P12, P31, P32)
6	Optimización, sin restricciones, con restricciones (UCLM) . Convexidad (UCLM) (P20, P23, P24)
7	Matrices, determinantes, matriz inversa, rango de una matriz. Sistemas de ecuaciones lineales: discusión y resolución (P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8)
8	Operaciones con vectores, producto escalar. Dependencia lineal, base y dimensión. Cambios de base (UCLM) . Subespacios vectoriales(UCLM) (C1, C2, C3, C4, P1, P2) Aplicaciones lineales (UCLM): matriz asociada, núcleo e imagen.
9	Diagonalización: cálculo de valores y vectores propios, diagonalización. Aplicaciones económicas (P9, P10)
10	Formas cuadráticas: diagonalización, clasificación (P11)

Tabla 1: Planes de estudio de Matemáticas I y II

2.3. Cuestionario

La encuesta se llevó a cabo mediante cuestionarios anónimos, uno para los estudiantes y otro para los profesores. En ambos casos, el cuestionario contenía la enumeración de los conceptos y procedimientos detallados anteriormente. La utilidad o

valoración de cada uno de ellos fueron numeradas del 1 al 4 de acuerdo a la siguiente escala:

1. No tiene relevancia.
2. Es útil conocerlo, pero no se utiliza de forma explícita.
3. Se utiliza de forma explícita, pero lo repasan en clase.
4. Se utiliza de forma explícita y no lo repasan en clase; se da por sabido.

Los estudiantes tenían que evaluar la utilidad de cada elemento, en general, para sus otras materias (excepto para Matemáticas I y II), mientras que los profesores tenían que evaluar la utilidad de cada elemento para su propia materia. Así a los profesores también se les preguntó qué materia imparten.

En el caso que un elemento se evaluará con 3 o 4, podría considerarse “útil”, por lo que se necesitaba más información, así que a los estudiantes se les preguntó si estaban familiarizados y dominaban tal elemento, y a los profesores se les preguntó si pensaban que sus estudiantes estaban familiarizados y dominan el mismo. En ambos casos, las posibles respuestas eran Sí o No.

Es importante destacar que en el caso de los estudiantes las respuestas son globales, es decir se refieren a todas las materias, mientras que en el caso de los profesores las respuestas son locales, ya que se refieren a la materia que imparten. Esto debe ser tenido en cuenta por el lector en la interpretación de los resultados de las encuestas.

Además, recordemos que antes hemos mencionado que en el segundo año de Grado los estudiantes pertenecientes a la muestra son en realidad repetidores de Matemáticas II, por lo que sus respuestas podrían estar sesgadas hacia una percepción más negativa de las matemáticas. Sin embargo, el cuestionario está formulado de tal manera que la evaluación de la utilidad de un concepto o procedimiento no debe depender, al menos en teoría, del rendimiento académico del estudiante, o si influye esta influencia no sería muy significativa. Un estudiante con una actitud negativa hacia las matemáticas puede, en caso de duda, elegir la valoración 1 más que 2; pero nunca 1 o 2 en vez de 3 o 4.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la encuesta han sido objeto de análisis estadístico elemental, sin entrar en profundidad por falta de espacio. En esta sección se presentan los resultados sobre todo en forma gráfica.

Empezaremos con el análisis de los resultados obtenidos para los procedimientos, y dejaremos los conceptos para el final, ya que su análisis ha resultado ser más sencillo.

3.1. Punto de vista de los estudiantes

Con el fin de reducir el elevado número de procedimientos, en primer lugar los hemos ordenado de acuerdo con su valoración media, para a continuación elaborar la tabla 2 en la cual se enumeran los diez procedimientos más valorados y los diez procedimientos menos valorados, de acuerdo con los estudiantes de la UAH y la UCLM. Los códigos destacados indican los procedimientos que aparecen tanto en la UAH como en la UCLM.

Estudiantes	Los diez más valorados	Los diez menos valorados
UAH	P7, P4, P3, P8, P19, P14, P18, P20, P6, P16	P11, P24, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35
UCLM	P7, P18, P26, P19, P21, P8, P20, P16, P12, P13	P11, P9, P8, P25, P10, P34, P30, P35, P6, P1

Tabla 2: Top Ten de los procedimientos para los estudiantes

Vemos que seis de los diez más valorados por los estudiantes de la UAH y los de la UCLM coinciden. Entre ellos nos encontramos: la resolución de sistemas de ecuaciones (P7), la diferenciación de funciones de una variable (P18), o la representación gráfica de funciones de una variable (P19), siendo todos ellos procedimientos que hacen referencia a habilidades matemáticas básicas.

El resto de los diez procedimientos más valorados por los alumnos de la UAH y de la UCLM no coinciden, encontrándonos que para los alumnos de la UAH son muy útiles procedimientos álgebra lineal, como son las operaciones elementales con matrices (P3), el cálculo del determinante de una matriz (P4) y el cálculo del rango de una matriz. (P6), mientras que para los alumnos de la UCLM son más útiles procedimientos de cálculo avanzado, como son el cálculo de derivadas parciales (P21) y el cálculo de primitivas (P26). No es fácil explicar esta divergencia, pero tiene que deberse al enfoque diferente con el que los profesores de estas universidades imparten las matemáticas.

Si nos fijamos en los diez procedimientos menos valorados por los alumnos, es de destacar que el cálculo de límites de sucesiones (P34) y la suma de series (P35) figuran

entre los procedimientos menos valorados tanto para los alumnos de la UAH como para los de la UCLM. Pero las sucesiones y series aparecen cada vez que un proceso que evoluciona en el tiempo tiene que ser estudiado, como por ejemplo la acumulación de las tasas de interés de un préstamo, y esto es lo que muchas veces tienen que hacer los estudiantes de ADE, por lo que los procedimientos P34 y P35 resultan ser muy útiles para estos estudios. Por otro lado, entre los procedimientos menos valorados por los alumnos de UAH aparece el procedimiento P33, el cual se refiere a sucesiones aritméticas y geométricas, las cuales juegan un papel fundamental en la comprensión del cálculo de intereses, que es un tema de vital importancia en los estudios de ADE. Creemos que esto puede ser posible porque los estudiantes aprenden las fórmulas del cálculo de intereses de memoria sin darse cuenta que en realidad están sumando una serie, y calculando un límite.

Una comparación entre estudiantes y profesores. A continuación, en la figura 1 se presentan dos gráficos en los que se comparan la calificación media dada por estudiantes y profesores, segregados por su área, a cada uno de los diez procedimientos más valorados por los estudiantes. El gráfico de la izquierda corresponde a la UAH y el de la derecha a la UCLM.

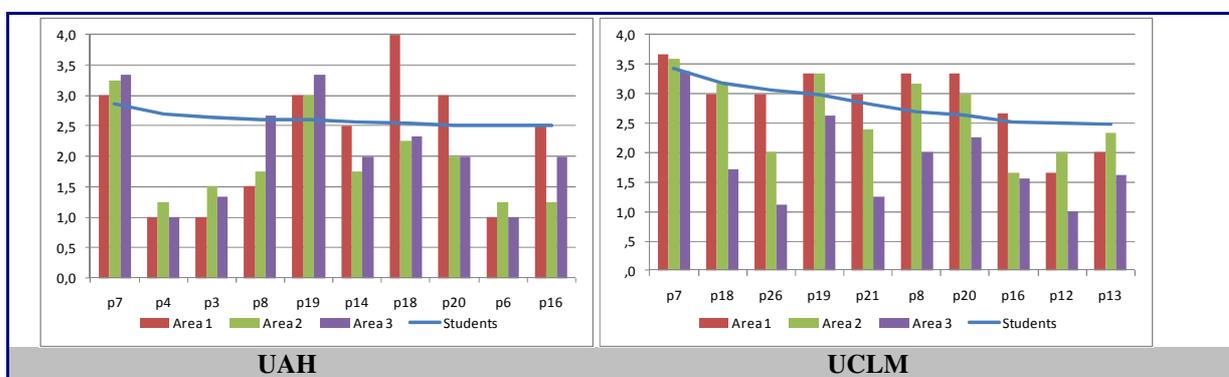


Fig. 1. Calificaciones de estudiantes y profesores a los 10 procedimientos más valorados por los estudiantes

Estos gráficos muestran que tanto en la UAH como en la UCLM hay diferencias bastante significativas entre las calificaciones dadas por los profesores de acuerdo a su área, y las dadas por los estudiantes, lo cual es lógico. Además, observamos que la curva de calificaciones de los estudiantes en la UAH es más plana que en la UCLM, lo cual supone una percepción más homogénea de la importancia de aprender estos procedimientos.

UAH: Los profesores de las áreas 1 y 3 parecen ser los más exigentes. Los profesores de las tres áreas y los estudiantes consideran que son muy importantes los procedimientos involucrados en la representación gráfica de funciones (P14, P18 y P19), y en la optimización (P20). Estas calificaciones asignadas son coherentes con el contenido económico de las tres áreas, tal como la maximización de beneficios, la minimización de costes o la representación gráfica de las curvas de oferta y demanda. Sin embargo, existen diferencias significativas en los procedimientos relativos a operaciones con matrices (P4, P3 y P6), ya que según los estudiantes estas operaciones son muy importantes para el seguimiento de otras materias de ADE (la valoración media es superior a 2.5), pero los profesores no están de acuerdo con ello. Asimismo, cabe señalar, que el procedimiento de discusión de sistemas de ecuaciones lineales (P8) es especialmente utilizado por el área 3, de ciencias empresariales.

UCLM: En términos generales los profesores del área 1 parecen ser más exigentes, con una valoración media superior a 2.5 para ocho de los diez procedimientos más valorados por los estudiantes (P7, P18, P26, P19, P21, P8, P20 y P16). Les seguirían los profesores del área 2, con cinco procedimientos valorados por encima de 2.5 (P7, P18, P19, P8 y P20). Mientras que los profesores del área 3 son los menos exigentes, con sólo dos procedimientos valorados por encima de 2.5 (P7 y P19). Obsérvese como esto contrasta con la valoración dada por los profesores de la UAH, donde los profesores de las áreas 1 y 3 eran los más exigentes. Por otro lado podemos ver como la curva de valoración de los estudiantes se ajusta muy bien a las valoraciones dadas por los profesores del área 1, lo cual nos sugiere que la percepción la utilidad, y por tanto de la importancia, de estos diez procedimientos por parte de estudiantes y profesores del área 1 en el grado de ADE es bastante similar. Una excepción la encontramos en el procedimiento de la representación de regiones descritas por ecuaciones e inecuaciones (P12) al cual los estudiantes le dan una valoración alta, pero los profesores no.

¿Son los estudiantes competentes en los diez procedimientos más valorados? Al describir el cuestionario mencionado, en el caso de que un procedimiento se evalúe con un 3 o un 4, a los estudiantes se les pidió que especificasen su percepción de si son competentes o no en tal procedimiento (las posibles respuestas eran Sí o No). La tabla 3 contiene las respuestas de los estudiantes y la de los profesores acerca de si los estudiantes son competentes o no en cada uno de los diez procedimientos más valorados

por lo estudiantes. Donde el número de respuestas de Sí y No son iguales en la celda aparece “Sí / No”, donde no se han obtenido respuestas se deja la casilla en blanco.

UAH										
	P7	P4	P3	P8	P19	P14	P18	P20	P6	P16
Estudiantes	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Área 1	Sí				Sí	Sí	Sí	Sí		Sí
Área 2	No			Sí	No	Sí	No	No		
Área 3	No			No	Sí	Sí	Sí	No		Sí
UCLM										
	P7	P18	P26	P19	P21	P8	P20	P16	P12	P13
Estudiantes	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Área 1	Sí	Sí / No	No	Sí	Sí	Sí / No	Sí	No	Sí	No
Área 2	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí / No	Sí	Sí	No	No	No
Área 3	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	No		No

Tabla 3. ¿Son los estudiantes competentes en los 10 procedimientos más valorados?

Vemos que, tanto en la UAH como en la UCLM, los estudiantes están seguros de ser competentes en cada uno de los procedimientos considerados. Si nos fijamos en las respuestas dadas por los profesores, observamos que aquellos que pertenecen al área 1, que es la más exigente en cuanto a conocimientos matemáticos de los estudiantes, en la mayoría de estos procedimientos consideran que los alumnos son competentes, a excepción de los procedimientos del cálculo de primitivas (P26), el cálculo de límites (P16) y el dibujo y la interpretación de las curvas de nivel (P13), en los que los profesores de esta área en la UCLM consideran que los alumnos no son competentes. Los profesores pertenecientes al área 2 en la UAH parecen tener una percepción más negativa de las habilidades matemáticas de los estudiantes. Y, en términos generales, los procedimientos de representación de regiones descritas por ecuaciones e inecuaciones (P12), el dibujo e interpretación de la curvas de nivel de una función (P13) y el cálculo de límites de funciones de una variable (P16) son en los que los profesores de la UCLM creen que menos habilidades o competencias tienen los estudiantes.

¿Los planes de estudio de Matemáticas I y II reflejan la importancia atribuida a los diez procedimientos más valorados por los estudiantes? Esta es una cuestión muy importante, y para responderla lo que vamos a hacer es calcular la importancia que atribuyen los estudiantes y el plan de estudios a los procedimientos de Matemáticas I y

II en estudio. Para ello vamos a considerar los diez filas numeradas en la tabla 1, que no es más que un resumen de los conceptos y procedimientos de los planes de estudio de Matemáticas I y II. A cada una de estas filas les atribuimos dos porcentajes que reflejarán, respectivamente, (1) la importancia de los conceptos y procedimientos incluidos en cada fila en el plan de estudios de Matemáticas I y II, (2) la importancia que los estudiantes atribuyen a los conceptos y procedimientos incluidos en cada fila. Luego estos resultados los comparamos en la figura 2, pero antes de esto vamos a explicar cómo se calculan estos porcentajes (1) y (2).

(1). Localizamos cada fila de la tabla 1 en las guías docentes de Matemáticas I y II de la UAH y la UCLM. Consideramos el tiempo total que el programa dedica a la fila en particular, y este se divide por el número total de horas lectivas de Matemáticas I y II (45 horas cada una), se obtiene un coeficiente que refleja el peso, la importancia, que el plan de estudios da a los conceptos y procedimientos localizados en esta fila.

(2). Para cada uno de los cuestionarios de los estudiantes realizamos las siguientes operaciones. En primer lugar, se calcula el promedio de las calificaciones de los conceptos y procedimientos correspondientes a cada fila de la tabla 1. Cada uno de estos diez números capta la utilidad que los estudiantes atribuyen a cada fila. En segundo lugar, se agregan estos 10 números, lo que nos dará la “utilidad total” que el alumno atribuye a las matemáticas de grado. En tercer y último lugar, dividimos cada uno de los 10 números por la suma total, los coeficientes obtenidos reflejan la utilidad que los alumnos atribuyen a cada fila.

La siguiente figura 2 muestra los resultados obtenidos. En el eje vertical se cuantifican los porcentajes calculados, y en el horizontal se reflejan las 10 filas de la tabla 1. En el gráfico de la UAH no se cuantifica la fila 5, ya que los conceptos y procedimientos de esta fila no están cubiertos por su plan de estudios.

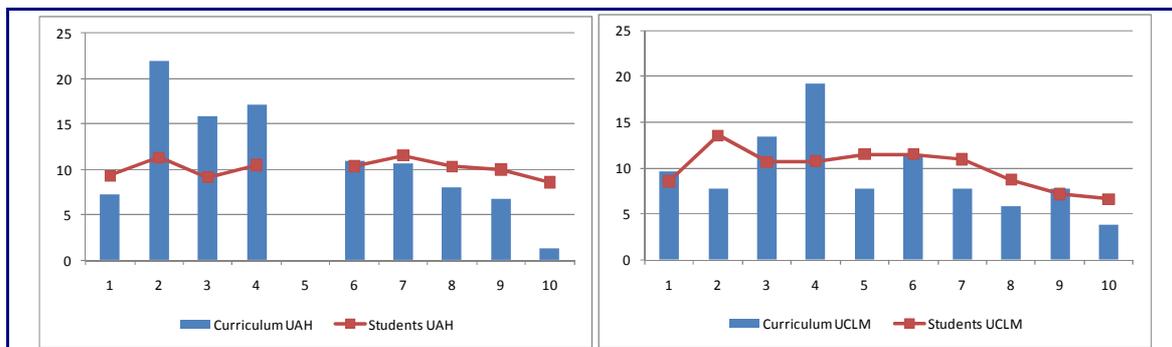


Fig. 2. Comparación de la importancia atribuida en el plan de estudios y por los estudiantes

Los gráficos sugieren que:

En la UAH dedican más tiempo del que realmente es necesario a la enseñanza de las funciones de una variable, la integración de funciones de una variable y las funciones de varias variables (filas 2, 3 y 4), mientras que, tal vez, deberían de hacer más hincapié en la enseñanza de la diagonalización de matrices y en las formas cuadráticas (filas 9 y 10).

En la UCLM vemos que, de nuevo, se dedica más tiempo del que realmente es necesario a la enseñanza de la integración de funciones de una variable y a las funciones de varias variables (filas 3 y 4), mientras que en la enseñanza de las funciones de una variable, la integración de funciones de varias variables, las matrices, las operaciones con vectores y formas cuadráticas (filas 2, 5, 7, 8 y 10) debería hacerse más hincapié.

Representatividad de la media: La mayoría de nuestros gráficos y tablas son el resultado de promediar las calificaciones dadas por los alumnos y profesores a cada uno de los conceptos y procedimientos del cuestionario. No tenemos espacio suficiente para entrar en una discusión profunda sobre si la medida que la media nos proporciona es representativa o no de la muestra, pero la siguiente tabla contiene el coeficiente de variación de la muestra de los estudiantes para los 10 procedimientos más valorados por ellos.

UAH	P7	P4	P3	P8	P19	P14	P18	P20	P6	P16
	0,346	0,339	0,348	0,384	0,377	0,386	0,366	0,361	0,376	0,399
UCLM	P7	P18	P26	P19	P21	P8	P20	P16	P12	P13
	0,241	0,303	0,320	0,379	0,407	0,419	0,445	0,456	0,461	0,489

Tabla 4. Coeficientes de variación de la muestra de estudiantes

La UAH muestra unos coeficientes de variación más homogéneos, mientras que en la UCLM sus coeficientes de variación crecen a medida que avanzamos en la lista. Eso demuestra que la opinión de los estudiantes es menos unánime conforme se avanza en la lista. En cualquier caso, los coeficientes de variación no son superiores a 0.5 que es la mitad de la longitud de los intervalos en la escala de calificación, por lo tanto podemos estar bastante seguros de que las medias representan con exactitud a las muestra de todo.

3.2. Punto de vista de los profesores

Como ya hemos mencionado antes, por limitaciones de espacio no podemos realizar el mismo análisis para los profesores que el que hemos hecho para los

estudiantes. Sin embargo, la siguiente tabla 5 contiene los diez procedimientos más valorados por los profesores de cada una de las áreas en cada una de las universidades del estudio. Los códigos destacados hacen referencia a los procedimientos que también figuran entre los 10 procedimientos más valorados por los estudiantes. Los códigos marcados con asterisco nos indican los procedimientos que los profesores asumen que son bien conocidos por los estudiantes, y por lo tanto no revisan en clase.

Área 1	UAH	P18*, P26*, P27*, P7, P19, P20, P21, P12*, P14*, P15*
	UCLM	P7*, P3, P8*, P19*, P20*, P1*, P4, P5, P6, P18*
Área 2	UAH	P7, P19, P13*, P18*, P20, P21, P8, P14*, P15*, P3
	UCLM	P7*, P19*, P8*, P18*, P20*, P21, P4, P13*, P33*, P23*
Área 3	UAH	P7, P19, P33*, P35*, P8, P18*, P34*, P14*, P15*, P16*
	UCLM	P7*, P19*, P3, P20*, P4, P5, P8*, P18*, P2, P13*

Tabla 5. Clasificación de los procedimientos por los profesores

Se debe de prestar atención a aquellos procedimientos que no están destacados, ya que no se encuentran entre los diez más valorados por los estudiantes, y los que están marcados con un asterisco, al ser procedimientos que los profesores no revisan en clase, todo esto hace que estos procedimientos sean fuentes potenciales de problemas de aprendizaje. Entre ellos nos encontramos en la UAH que los procedimientos de representación de regiones descritas por ecuaciones e inecuaciones (P12), dibujo e interpretación de las curvas de nivel de una función (P13), estudio de la continuidad y derivabilidad de funciones de varias variables (P15), cálculo de límites de funciones de una variable (P16), cálculo de primitivas (P26), cálculo del área comprendida bajo una función (P27), sucesiones aritméticas y geométricas (P33), cálculo del límite de una sucesión (P34) Y suma de series (P35) podrían ocasionar problemas de aprendizaje. Los tres últimos, los cuales hacen referencia a procedimientos relacionados con sucesiones y series, figuran entre los diez menos valorados por los estudiantes. En la UCLM nos encontramos que los procedimientos de operaciones con vectores (P1), optimización de funciones de varias variables (P23) y sucesiones aritméticas y geométricas (P33) son los que podrían ocasionar esos problemas de aprendizaje para los estudiantes. Una vez más aparecen los procedimientos de sucesiones aritméticas y geométricas y la suma de series (P33 y P35), por lo que estos procedimientos son más importantes que lo que los estudiantes creen.

3.3. Conceptos

El promedio de la valoración de los conceptos se muestra en la figura 3, donde el panel de la izquierda corresponde a la UAH y el de la derecha a la UCLM

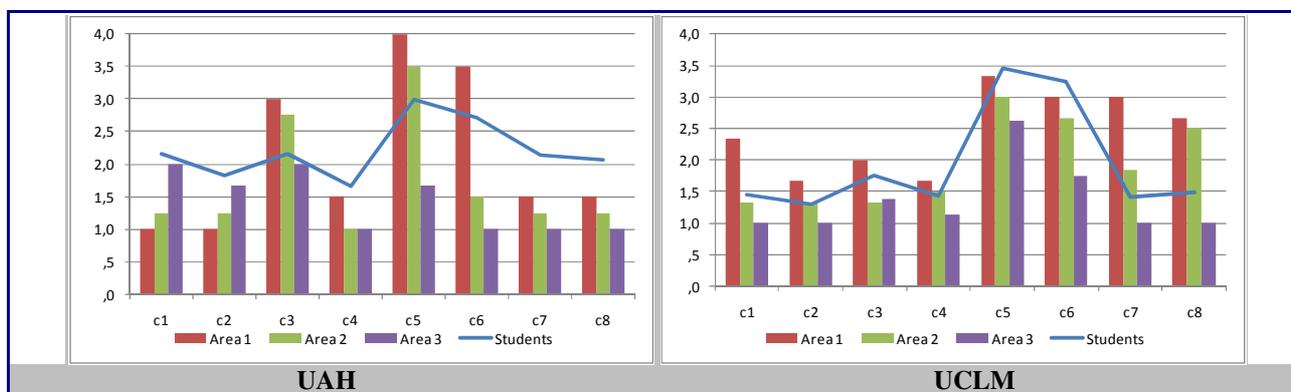


Fig. 3. Valoración media de los conceptos.

UAH. Los conceptos de aplicaciones lineales (C3) y noción de derivada (C5) son de vital importancia para los estudiantes, y en especial para los profesores de en concreto las áreas 1 y 2. Las calificaciones que obtienen el resto de conceptos por parte de los estudiantes vemos que coinciden con la calificación que obtienen por parte de algunas áreas de profesores. Por ejemplo los conceptos de dependencia e independencia lineal de vectores (C1) y base y dimensión de un espacio vectorial (C2), son valorados de igual manera por los estudiantes que por los profesores del área 3. Sin embargo es notable la diferente valoración dada a los conceptos de funciones implícitas (C7) y funciones homogéneas (C8) por parte de profesores y alumnos, ya que estos tienen una valoración muy baja por parte de los profesores teniendo en cuenta que los estudiantes los consideran muy útiles para entender otras materias.

UCLM. Podemos observar que la valoración de los conceptos por parte de los estudiantes coincide, más o menos, con la de los profesores de área 1 y 2, existiendo diferencias notables en los conceptos de dependencia e independencia lineal de vectores (C1), funciones implícitas (C7) y funciones homogéneas (C8). El caso del concepto de funciones implícitas (C7) es especialmente significativo ya que se corresponde con Funciones implícitas que ni siquiera figura en el Plan de Estudios de las Matemáticas en esta universidad y que es valorado con una utilidad de 3 por parte de los profesores del área 1. El concepto de funciones homogéneas y Teorema de Euler (C8) se estudia en matemáticas, pero vemos que son muy valorados por parte de los profesores de las áreas 1 y 2, y la valoración dada por los alumnos nos hace suponer que no se trata con la suficiente profundidad.

4. CONCLUSIONES

Aunque son posibles muchos otros análisis de los datos obtenidos, y en particular el análisis del punto de vista de los profesores, que posiblemente le deberíamos de dar más relevancia, los resultados detallados hasta ahora pueden proporcionarnos algunas pistas en cuanto a la procedencia de las dificultades matemáticas de los estudiantes.

A. En cuanto a los estudiantes de primer año, no puede ser subestimada la importancia de contar con una base matemática sólida antes de entrar en la Universidad. Basándonos en nuestra experiencia, con labores docentes en Matemáticas I y II, los estudiantes que tienen deficiencias en este aspecto crucial tienen problemas para seguir con las materias de matemáticas I y II. Las matemáticas son un campo acumulativo de conocimientos, donde casi todo está construido en la parte superior de los conceptos y procedimientos anteriores. Para dar solución a estas deficiencias se nos ocurren dos posibles vías.

a. Incorporación de los denominados “Cursos Cero”, que los estudiantes pueden realizar opcionalmente, si entienden que sus habilidades matemáticas no son lo suficientemente buenas. Esto fue experimentado algunos años en la UCLM y no funcionó, y la razón de ello fue que los estudiantes, mayoritariamente, optaron por no realizar el curso, ya que como no puede ser obligatorio, al no incluirse en el currículo oficial de la titulación, el realizarlo o no es un problema abierto a la iniciativa del estudiante, el cual no siempre está dispuesto a hacer un poco de trabajo extra.

b. Hacer un esfuerzo deliberado de colaboración con los institutos de secundaria. En esta dirección se han tomado medidas por parte del Comité de Educación de la UAH, que organizó un encuentro con profesores de matemáticas de institutos de secundaria tanto públicos como privados de Alcalá de Henares, con el objetivo de ayudar a los estudiantes en sus problemas de aprendizaje de las matemáticas, según lo sugerido por Gascon et al (2004). Esto permitirá que los estudiantes comiencen sus estudios de ADE con una base sólida de conocimientos y lenguaje matemáticos que garanticen un desempeño académico exitoso.

B. Un análisis crítico de los programas de estudios de Matemáticas I y II probablemente valdría la pena.

Nuestro estudio sugiere que podría ser útil para la UAH reforzar los procedimientos de operaciones elementales con matrices (P3), cálculo de la matriz inversa (P4), cálculo del rango de una matriz (P6), discusión de sistemas de ecuaciones lineales dependientes de parámetros (P8) y el concepto de noción de derivada (C5), ya que estos son cada vez más importantes conforme los estudiantes avanzan en sus estudios y conforme las asignaturas impartidas por los profesores de las áreas 2 y 3 se hacen más abundantes. Tal vez esto explica las diferencias notables entre las valoraciones de los estudiantes, que reflejan una percepción global de sus materias, y las valoraciones de los profesores, que reflejan una percepción local de sus áreas de conocimiento.

De acuerdo con la figura 2, en la UCLM el tiempo de enseñanza apenas alcanza la curva de utilidad dada por los estudiantes. En relación con la diferenciación de funciones de una variable y operaciones con matrices, que se corresponden con las filas 2 y 7 de la tabla 1, vemos que no tienen suficiente tiempo de enseñanza, pero implican procedimientos que pertenecen a los diez procedimientos más importantes tanto para profesores como para estudiantes (P3, P4, P5, P6, P16, P18, P19). Sin embargo, en lo relativo a funciones de varias variables, curvas de nivel,..., que se corresponde con la fila 4 de la tabla 1, observamos que el tiempo de enseñanza va más allá de la utilidad para los estudiantes, conteniendo sólo dos procedimientos que aparecen en los diez procedimientos más importantes para profesores y estudiantes (P13, P21)

- C. La tabla 3 revela que los estudiantes no son conscientes de sus deficiencias en ciertos procedimientos, como los procedimientos resolución de sistemas de ecuaciones lineales (P7), discusión de sistemas de ecuaciones lineales dependientes de parámetros (P8) y optimización de funciones de una variable (P20) para la UAH, y los procedimientos dibujo e interpretación de curvas de nivel de una función (P13) y cálculo de límites de funciones de una variable (P16) para la UCLM. Es decir los alumnos creen que dominan la discusión y resolución de sistemas de ecuaciones, o el cálculo de límites, cuando en la realidad esto no es así, ya que los estudiantes no saben utilizar estas herramientas en otras materias que no sean Matemáticas I y II. Esto puede deberse al hecho de que los alumnos son suficientemente competentes en estos procedimientos para aprobar Matemáticas I y II, pero luego descubrir que esto todavía no es suficiente para otras materias. Por lo tanto se hace necesario que

los profesores de esas materias y los de matemáticas coordinen sus tareas, con el objetivo de proporcionar a los estudiantes un conocimiento sólido de los procedimientos mencionados.

- D. La figura 1 sugiere, especialmente para la UCLM, que los estudiantes tienen una percepción exacta de la importancia que tiene lo que aprenden en Matemáticas I y II. Lo cual es relevante en relación con su motivación para trabajar las matemáticas, que probablemente sería relativamente alta porque ven que el esfuerzo merece la pena.

Por último, podemos decir que las hipótesis planteadas en el trabajo parecen estar apoyadas por los resultados de la encuesta. Las discrepancias existentes entre estudiantes y profesores sobre qué procedimientos son los más importantes y los competentes que son los estudiantes en los mismos (tercera hipótesis), dejan claro que algunos elementos que pertenecen al programa de estudios de Matemáticas I y II deben adaptarse a las necesidades específicas del Grado en ADE (segunda hipótesis), o incluso dejarlo de lado por completo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guías Docentes de las asignaturas Matemáticas I y II para la empresa de la Universidad de Castilla-La Mancha.

http://fdcs.uclm.es/userfiles/file/CURSO%20I%C2%BA_%2054303_%20MATEMATICAS%20I%20PARA%20LA%20EMPRESA.pdf,

http://fdcs.uclm.es/userfiles/file/CURSO%20II%C2%BA_%2054305_%20MATEMATICAS%20II%20PARA%20LA%20EMPRESA.pdf, a 17/05/2011.

Guías Docentes de las asignaturas Matemáticas Empresariales I y II de la Universidad de Alcalá de Henares.

http://www.uah.es/estudios/asignaturas/programas/G340/340001_G340.pdf,

http://www.uah.es/estudios/asignaturas/programas/G340/340004_G340.pdf,

a 17/05/2011.

Gascón, J.; Muñoz-Lecanda, M. ; Sales, J.; Segura, R. (2004) “Matemáticas en Secundaria y Universidad: razones y sinrazones de un desencuentro”. Comunicación presentada en las “Xornadas sobre Educación Matemática“ Santiago de Compostela 16 al 18 de septiembre 2004.