



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2014

Nº de proyecto 173

Título del proyecto:

Software matemático para un cambio metodológico en la docencia de las matemáticas para economistas.

Nombre del responsable del proyecto: M^a Eugenia Mera Rivas

Departamento: Fundamentos del Análisis Económico I

1. **Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

En el Grado en Economía de la UCM y UAM se imparten tres asignaturas obligatorias de matemáticas. Los porcentajes de suspensos y de no presentados, especialmente en las dos asignaturas del primer curso, son elevadísimos. Los alumnos acceden al grado con una formación matemática muy deficiente, su predisposición hacia las matemáticas es escasa o nula, y además piensan que una buena formación matemática no es un requisito indispensable para llegar a ser unos buenos economistas. En este proyecto pretendemos que el software matemático contribuya a incorporar al aula a algunos de estos alumnos, y que les ayude a superar las deficiencias en su formación matemática previa. Además, este nuevo enfoque basado en la experimentación y las aplicaciones esperamos mejore el grado de satisfacción de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, y su visión de lo que las matemáticas pueden aportarles en su formación como economistas.

OBJETIVOS GENERALES

- 1) Proporcionar a los estudiantes un material docente innovador y estimulante que les permita asimilar mejor los contenidos de la segunda de las asignaturas de matemáticas del Grado en Economía de la UCM y UAM, incrementando el índice de participación y su rendimiento académico.
- 2) Proporcionar a los profesores que imparten la asignatura de Matemáticas II un material que les permita realizar un cambio de enfoque en su docencia, mejorando su satisfacción y su eficacia docente. Este material facilitará la incorporación de nuevos profesores a la asignatura, que no tendrán que realizar el esfuerzo inicial de elaborar el material docente de manera individual.
- 3) Extender en fases sucesivas esta nueva metodología docente a la tercera de las asignaturas de matemáticas obligatorias del Grado en Economía y la asignatura optativa de Optimización Dinámica y Teoría de Juegos.
- 4) Fomentar un debate entre los profesores de matemáticas del Grado en Economía sobre el uso de software matemático en la docencia, buenas prácticas docentes, y de la adecuación de los programas actuales, del material docente y sistemas de evaluación a una mejor formación de los estudiantes.

OBJETIVOS A CONSEGUIR CON LOS ESTUDIANTES

- 1) Fomentar un aprendizaje basado en la participación activa y en la experimentación.
- 2) Fomentar el trabajo en equipo y la sinergia entre estudiantes con diferentes capacidades
- 3) Incrementar la capacidad de cálculo y el número de problemas que un estudiante puede abordar tanto en complejidad como en cantidad
- 4) Conseguir destreza en la utilización del software matemático
- 5) Contribuir al uso del software en otras asignaturas del Grado en Economía.
- 6) Mejorar el grado de satisfacción de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

OBJETIVOS A CONSEGUIR CON EL PROFESORADO QUE IMPARTE ESTA ASIGNATURA

- 1) Contribuir a la formación continua del profesorado y al establecimiento y difusión de buenas prácticas docentes.
- 2) Estimular al profesorado para el uso de software matemático en sus clases facilitándole un material adecuado que sea compatible con el programa de la asignatura.
- 3) Fomentar un debate sobre metodologías que permitan mejorar la efectividad docente.
- 4) Fomentar la colaboración de todos los profesores en la elaboración conjunta de materiales docentes de calidad.

2. Objetivos alcanzados

OBJETIVOS GENERALES

Hemos elaborado material docente para la incorporación paulatina del software matemático a la docencia de la asignatura Matemáticas II. Este material está disponible para todos los profesores que imparten la asignatura en el seminario de trabajo “Software matemático para la docencia de matemáticas para economistas” del campus virtual <https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=54946>. También está disponible para cualquier otro profesor que solicite darse de alta en ese seminario de trabajo. En él hemos alojado no solo los resultados de este proyecto sino también los resultados de un proyecto de innovación anterior, del que éste es continuación, y que estaba dedicado a la asignatura de Matemáticas I. En este momento estamos en disposición de abordar la extensión de esta metodología a la siguiente de las asignaturas de matemáticas del Grado en Economía, Matemáticas III, y tenemos ya algo de material elaborado.

Este proyecto de innovación educativa ha sido el cauce que ha permitido iniciar un debate muy provechoso sobre la adecuación de los programas actuales, y cómo adaptarlos para dar cabida al uso del software matemático en la docencia. Aunque es difícil conseguir un consenso entre los profesores de matemáticas sobre cómo incorporar plenamente el software matemático en la docencia, sí ha sido posible al menos un consenso para su incorporación parcial, a través de la inclusión de un número reducido pero significativo de ejercicios en cada una de las prácticas de la asignatura que solo puedan realizarse con la ayuda de un software matemático. Esperamos que esta pueda ser la semilla para la incorporación plena del software matemático en un futuro cercano en todas las asignaturas de matemáticas de nuestro grado. El software matemático a utilizar se deja al criterio de cada profesor, pero el material elaborado en este proyecto se ha realizado con Maple, pues era el software con el que un mayor número de profesores tenía experiencia previa.

Con la financiación de este proyecto se ha organizado un curso sobre el software matemático sin licencia SAGE, cuyo material está alojado en el seminario del campus virtual “Seminario de Sage” <https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=54001>. Este curso se publicitó convenientemente en nuestra facultad con el fin de que cualquier profesor interesado pudiera asistir. Creemos que con ello hemos contribuido a la formación continua del profesorado, y al establecimiento de prácticas de colaboración entre los profesores de nuestra facultad. Además es un primer paso para orientarnos hacia el software sin licencia.

En este proyecto hemos evaluado además otros software sin licencia además de Sage, como son Maxima, Octave, Scilab y Mathics. Sabemos cuál es el sustituto más adecuado al correspondiente software con licencia, y hemos evaluado el trabajo que requeriría adaptar el material docente que tenemos de los dos proyectos a un software libre. No ha sido posible llegar a un consenso sobre el software libre que se adapta mejor a todas las asignaturas de matemáticas, pues cada uno de ellos presenta ventajas e inconvenientes dependiendo de la asignatura a la que se enfoque.

OBJETIVOS CON LOS ESTUDIANTES

La asignatura a la que va dirigido este proyecto es del segundo cuatrimestre, y será en este curso académico donde puedan verse los resultados que se obtienen con el material elaborado. En el curso 2013-2014 se realizó una experiencia piloto en uno de los grupos con material docente preliminar y los resultados fueron esperanzadores. Esta metodología sí se ha implementado este curso 2014-2015 en la asignatura de Matemáticas I, que es del primer cuatrimestre, en dos de los ocho grupos, y los resultados han sido muy satisfactorios. Sin embargo, para conseguir un mayor grado de eficacia de esta metodología, y de implicación de todos los estudiantes, la competencia en el manejo e interpretación de los resultados que proporciona el software matemático debería ser una parte relevante de la evaluación del alumno. Sin esa condición es difícil conseguir que los alumnos empleen el tiempo inicial que requiere adquirir soltura en el manejo de cualquier software matemático. Fruto de las reuniones que hemos tenido los profesores del área, hemos elaborado un plan para que esa evaluación sea posible.

Dos dificultades con las que nos hemos encontrado para aplicar esta metodología plenamente es la escasez de aulas de informática en relación a la demanda en nuestra facultad, y el excesivo número de alumnos por grupo, más de 90, con lo que incluso en los desdobles las clases en las aulas de informática son con al menos 45 alumnos. Es casi imposible conseguir más de tres horas por alumno en las aulas de informática, por lo que gran parte del trabajo con el software matemático debe realizarlo el alumno en su casa de manera individual. Con ello objetivos como fomentar el trabajo en equipo en el aula o la sinergia entre estudiantes con distintas capacidades son difícilmente alcanzables.

OBJETIVOS CON EL PROFESORADO QUE IMPARTE ESTA ASIGNATURA

Con respecto a los profesores que imparten esta asignatura, el proyecto ha contribuido a la formación continua del profesorado, al trabajo colaborativo, y a fomentar un debate sobre metodologías que permitan mejorar la efectividad docente.

3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología que hemos empleado ha sido:

- Discusión sobre los motivos que provocan el alto índice fracaso en las asignaturas de matemáticas, y posibles soluciones.
- Discusión sobre si el software matemático tiene cabida en la asignatura de Matemáticas II, de cómo adaptar el programa de la asignatura, y cómo esos cambios afectan a las restantes asignaturas de matemáticas del Grado.
- Análisis del software matemático en el que es competente cada uno de los profesores del proyecto, ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.
- Análisis del software matemático alternativo a los que manejábamos los profesores del proyecto y valoración de software sin licencia.
- Curso de formación para evaluar opciones de software matemático sin licencia.
- Elaboración y adaptación de material docente que incorpore software matemático para la asignatura de Matemáticas II.
- Discusión sobre cómo incorporar a la evaluación del alumno la competencia en el uso del software matemático.
- Adaptación del material elaborado a la asignatura análoga del Grado en Economía de la UAM.

4. Recursos humanos

Además de los profesores integrantes del proyecto hemos contado con la colaboración de los profesores Jesús Escribano y Jorge Carmona (Sección Departamental de Sistemas Informáticos y Computación, Facultad de Matemáticas), que han impartido un curso de formación en SAGE. Toda la financiación del proyecto se dedicó a la impartición de este curso.

SAGE es un software matemático sin licencia cuya motivación es proporcionar una alternativa al software matemático comercial (Derive, Maple, Mathematica, Matlab, ...)

Pocas semanas antes de finalizar esta memoria hemos sufrido la inesperada y repentina pérdida de Gregorio Serrano, profesor participante en este proyecto. Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a Gregorio por todo lo que nos ha aportado científica y personalmente, en este proyecto y a lo largo de tantos años de esfuerzo y dedicación a nuestra universidad.

5. Desarrollo de las actividades

- Charlas informales y reuniones periódicas para poner en común la experiencia de los profesores integrantes del proyecto en el manejo de software matemático para la docencia o la investigación.
- Seminarios en los que los profesores que imparten docencia con software matemático comparten su experiencia con los restantes integrantes del proyecto.
- Reuniones para determinar si es posible implementar el software matemático en la docencia de las asignaturas de Matemáticas del Grado, discusión sobre las limitaciones de aulas de informática, y de recursos que proporciona nuestra facultad para esta implementación.

Curso de formación en software libre. El material de este curso está alojado en el seminario de trabajo <https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=54001> del campus virtual “Seminario Sage”. Toda la financiación del proyecto se dedicó a este concepto.

- Elaboración de material docente para la asignatura de Matemáticas II.
- Revisión del material docente elaborado.

6. Anexos

Como resultados de este proyecto incluimos:

- Seminario de trabajo del Campus Virtual: “Seminario Sage”
<https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=54001>
que incluye el material del curso sobre el software SAGE, que se celebró en Diciembre de 2014 y financiado con el proyecto.
- Seminario de trabajo del Campus Virtual “Software matemático para la docencia de matemáticas para economistas”
<https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=54946>
que incluye el material elaborado en este proyecto, y el material del anterior proyecto de innovación educativa del que este proyecto es continuación.
- Material docente elaborado para la asignatura de Matemáticas II.
 - Clase de introducción al software matemático
 - Material de prácticas con software matemático (consiste en tres prácticas con explicaciones introductorias a la teoría y al software, que incorporan las soluciones a los ejercicios planteados, y que cubren la totalidad de la asignatura de Matemáticas II)

Este material se ha elaborado usando el software matemático Maple, para el que la universidad proporciona licencias tanto para profesores como para estudiantes. Con el fin de que las personas que no tengan instalado este software en su ordenador puedan visualizar y evaluar el material elaborado, se proporcionan volcados pdf de los documentos Maple.

En el repositorio E-Prints se han subido los siguientes documentos:

- Memoria del proyecto
- Archivo comprimido anexos.rar que contiene:
 - Clase introductoria al software matemático Maple para la asignatura objeto de este proyecto. El fichero Maple se llama intro-algebra-maple.mw y su volcado en formato pdf se llama intro-algebra-maple.pdf
 - Tres prácticas resueltas que cubren el programa de la asignatura en documentos Maple y sus volcados pdf. Se llaman
 - i. práctica1demaple (soluciones).mw y el volcado pdf del enunciado y soluciones se llaman Práctica1(enunciado).pdf y Práctica1(soluciones).pdf

- ii. práctica2demaple(soluciones).mw y el volcado pdf del enunciado y soluciones se llaman Práctica2(enunciado).pdf y Práctica2(soluciones).pdf
- iii. práctica3demaple (soluciones).mw y el volcado pdf del enunciado y soluciones se llaman Práctica3(enunciado).pdf y Práctica3(soluciones).pdf

Posteriormente a la entrega de esta memoria nos han notificado que no es posible subir al repositorio E-prints los archivos .rar por lo que únicamente se subirá esta memoria y, si lo autorizan, los volcados pdf de los ficheros fuente Maple. Aunque en los volcados pdf no puede apreciarse toda la potencialidad del software en la docencia, al menos sí puede verse en qué consiste el material elaborado. Las personas interesadas en los ficheros fuente pueden conseguirlos poniéndose en contacto con M^a Eugenia Mera a través del correo electrónico mera@ucm.es.