

PRÁCTICAS CON ORDENADOR SEMIPRESENCIALES: UNA HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE

Assumpta SABATER-PRUNA, Teresa NAVARRO-GONZALO, Miquel RALLÓ-CAPDEVILA,
María J. ALVAREZ-QUETGLAS, Santiago FORCADA-PLAZA, M^a José JIMÉNEZ-JIMÉNEZ,
Enric MONSÓ-BURGUÉS

Departament de Matemàtica Aplicada III
Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

El proyecto de innovación docente que se presenta tiene por objetivo incorporar prácticas con ordenador semipresenciales en el proceso de aprendizaje. En la búsqueda de combinaciones para el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante técnicas de aprendizaje mixto (blended learning), se explora esta modalidad. Las aplicaciones informáticas permiten hacer muchas tareas en matemáticas y estadística, potencial que se incorpora en el aprendizaje tanto para la resolución de problemas, como para la mejora del aprendizaje teórico; y también para contribuir a las competencias transversales en TIC aplicadas. La gran accesibilidad actual del alumnado a infraestructuras informáticas y al entorno de aprendizaje virtual de la Universidad permite este planteamiento.

Las habituales sesiones de prácticas presenciales eran insatisfactorias por la falta de imbricación con la teoría y aplicación, debido a la logística y calendario. La semipresencialidad permite conseguir la integración deseada. La adaptación del software al nivel y objetivos de las asignaturas permite su uso de manera comprensible para el alumnado.

En el marco del EEES se ha puesto en marcha una experiencia en dos escuelas del Campus de Terrassa para incorporar esta modalidad a asignaturas impartidas por el Departamento de Matemática Aplicada III.

Palabras Clave: *Aprendizaje mixto, TIC, semipresencialidad, matemáticas, estadística, prácticas con ordenador*

1. Introducción

El uso de sistemas computacionales de álgebra (CAS) ya es común en la enseñanza de las matemáticas a nivel superior. Los resultados de una reciente encuesta [1,2,3] sobre este uso de los CAS arrojan que un 54.6% de encuestados los utilizan de forma ocasional o frecuente en Hungría, Reino Unido y Estados Unidos. En la escuela universitaria de ingeniería técnica industrial y en la de óptica y optometría de Terrassa venimos usando los programas informáticos de matemáticas y estadística desde la reforma general de los planes de estudios promovida por la LRU a principios de los 90, concretamente desde 1993, en todas las materias impartidas por la Sección del Campus de Terrassa del Departamento de Matemática Aplicada III. La implementación del uso de estos recursos para el aprendizaje se realizó mediante la introducción de sesiones presenciales de prácticas con ordenador, obligatorias para los estudiantes. Los objetivos asociados a la introducción de esas sesiones prácticas están descritos en [4]. Se trataba de dar una orientación más profesionalizadora a las asignaturas de matemáticas, dando más relevancia a las aplicaciones que a la teoría abstracta. Entendimos que ese objetivo principal requería otros objetivos secundarios: integrar software matemático y estadístico en esas asignaturas para que el estudiante pudiera centrarse en los conceptos, métodos y resultados. Trabajando con casos reales, cuando fuera posible. Nuestras experiencias iniciales no se alejaban de las expuestas en [5] y compartíamos los retos que ahí se plantean: ayudar a los estudiantes a comprender la naturaleza y las estructuras de las matemáticas y las formas en que se utilizan para modelar el funcionamiento de sistemas reales.

Ahora, 15 años más tarde, después de sucesivos cambios y mejoras, ante las puertas de una nueva reforma de los planes de estudios a raíz de la incorporación de nuestro sistema universitario al Espacio Europeo de Educación Superior, nos planteamos una adaptación de esas sesiones prácticas introducidas, con las que pretendemos alcanzar mejoras en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. Este cambio viene precedido de un análisis sobre el uso de programas informáticos, especialmente en titulaciones en las que las matemáticas juegan un rol más instrumental.

Hemos visto aparecer dificultades para alcanzar los objetivos iniciales. Análogas dificultades han sido halladas por otros que estaban en la misma brecha [6]: “Aunque a primera vista los CAS parecen ofrecer a ingenieros, científicos y tecnólogos una potente herramienta que les puede permitir disminuir la necesidad de estudiar una vasta variedad de métodos y técnicas matemáticas durante su formación y educación, la realidad del asunto es que utilizar un CAS es, en sí misma, una actividad matemática. Cualquier uso de un CAS que vaya más allá del nivel más básico pondrá al usuario cara a cara con las estructuras matemáticas subyacentes del CAS.” Ciertamente, hemos detectado la dificultad que representa el uso de los CAS a una pequeña, pero considerable, parte del estudiantado.

En [7] se presentan los resultados de una encuesta realizada en Australia el año 2005 a estudiantes de primer año de ingeniería, de donde se deduce que los estudiantes han integrado el ordenador como herramienta común de aprendizaje y que los CAS les resultan útiles para el aprendizaje, pero les presentan dificultades sintácticas notables. Las conclusiones de los autores se refieren, esencialmente, a la forma de uso de los CAS en la docencia. “Sugerimos que si los estudiantes van a utilizar CAS, es importante que esté combinado con sus labores diarias de clase. Su introducción a los CAS debe ser sistemática y se les debe exigir su uso. [...] Los estudiantes estarán menos motivados a utilizar el ordenador en su aprendizaje si lo perciben como un añadido u otro tema que aprender o simplemente como ayuda para aprender el mismo viejo temario de siempre.” De hecho, sólo el uso frecuente del CAS elegido evita que los usuarios olviden el detalle de su funcionamiento y acaben viéndolo como una complicación adicional de la materia.

Por una parte, ante la evidencia de que los ritmos de aprendizaje son distintos de un alumno a otro y, porque queremos que las prácticas sean un elemento de soporte importante en su proceso de aprendizaje, entendemos que es preciso permitirles hacer uso de ellas en el momento que más les convenga flexibilizando la rígida planificación actual.

Por otra, cuestiones organizativas y de calendario han hecho difícil, con demasiada frecuencia, que dichas sesiones, consideradas por las escuelas como sesiones de prácticas, coincidan en el tiempo con el resto de sesiones dedicadas a un mismo tema y este desfase les ha restado eficacia y ha fomentado que el alumnado las venga a considerar como algo menor y aparte.

Con la intención de corregir esta situación y en el marco de la adecuación al EEES, un grupo de profesores y profesoras de varias asignaturas de las dos escuelas hemos llevado a cabo una experiencia piloto de semi-presencialidad de las sesiones de prácticas. La experiencia se ha llevado a cabo en asignaturas cuatrimestrales, tanto de Matemáticas como de Estadística, impartidas en los dos cuatrimestres del curso 2007-2008. Para ello contamos con la experiencia previa de estos profesores en la preparación e impartición de una asignatura de matemáticas en la diplomatura de óptica y optometría en modalidad semipresencial con un 90% de no presencialidad.

Al plantear el proyecto de prácticas semipresenciales vimos la posibilidad de que la experiencia permitiera:

- Corregir el desfase en el tratamiento de los diferentes temas sin y con ordenador.
- Romper la visión de las prácticas como algo desconectado del resto.
- Dar un paso más en el proceso de desplazar el peso de la enseñanza al aprendizaje.
- Promover la necesidad en los estudiantes de gestionar su tiempo.
- Incrementar la eficiencia del tiempo de estudio
- Afianzar la confianza de los estudiantes en su capacidad de aprender de manera autónoma.

- Incentivar, en los estudiantes, el sentimiento de responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje.
- Permitir al alumnado experimentar la conveniencia de mantener su esfuerzo de forma continua a lo largo de todo el curso.
- Evidenciar las ventajas de disponer de una herramienta potente que les permita resolver problemas de una cierta complejidad
- Entrenarlos a decidir con criterio cuándo puede serles de utilidad su uso.
- Conseguir una comprensión más profunda y una mejor retención, por el hecho de haber podido manipularlos, de los conceptos trabajados.

2. Características de las prácticas

En este apartado se describen las características de las prácticas con ordenador que se han venido realizando en las asignaturas de matemáticas y estadística en nuestras escuelas en los últimos años. En el apartado siguiente se describen las innovaciones planteadas en la experiencia del último año.

Para estas prácticas se utilizan programas de ordenador, concretamente: para las matemáticas el programa Maple, que permite cálculo, representación gráfica, cálculo numérico y cálculo simbólico; y para la estadística el programa Minitab, que permite cálculos, representaciones y inferencias de datos estadísticos. Se eligieron estos programas por su adaptación a los temarios, dentro de las licencias disponibles en nuestra universidad.

Se prepararon unos guiones autoexplicativos [8,9,10,11,12,13,14,15,16] para que el alumnado explore de estos programas aquellas partes que se corresponden con el temario y nivel de las asignaturas. Estos guiones incluyen muchos ejemplos resueltos y algunos ejercicios y problemas propuestos; y se han ido actualizando y mejorando con los años.

Las sesiones de prácticas se realizan habitualmente de forma presencial en aulas informáticas de las escuelas con grupos reducidos de alumnado (con máximos de 25 alumnos), de asistencia mayoritariamente obligatoria. En estas sesiones el alumnado, siguiendo los guiones, va ejecutando en el correspondiente programa los ejemplos y ejercicios planteados. La tarea del profesorado en estas sesiones es sobretodo de conducción, temporización, resolución de dudas y evaluación.

Por motivos de organización de horarios, profesorado y aulas, el profesorado de los distintos grupos de prácticas correspondientes a un mismo grupo de teoría y problemas es distinto. Esto conlleva una necesaria coordinación entre varios profesores.

El peso relativo de las prácticas dentro de las asignaturas es variable, siendo en la mayoría de los casos del 20%. Se realizan en la mayoría de los casos en seis sesiones de dos horas en horario quincenal para cada grupo. Esto significa que de unos grupos a otros hay un desfase que puede llegar a ser de dos semanas (o más en caso de festivos). El número de actividades prácticas (guiones) es variable según las asignaturas, siendo en la mayoría entre 4 y 8. Por todo ello se necesita un gran esfuerzo de sincronización temporal, no siempre satisfactoriamente conseguido, para que sean coherentes los temas a tratar en una determinada sesión de prácticas y los tratados en teoría y problemas de los días precedentes o posteriores.

Algunas de las dificultades encontradas en esta organización son las siguientes. En primer lugar, la insuficiente imbricación entre teoría, problemas y prácticas; el alumnado a menudo percibe las prácticas como un elemento separado del resto de la asignatura. También la difícil sincronización temporal del temario entre las sesiones presenciales quincenales de prácticas y las clases de teoría y problemas. En menor medida también se presenta alguna dificultad de asistencia a sesiones presenciales por parte del alumnado por cuestiones de horario. Con la experiencia que se describe se intentan solucionar estas dificultades.

3. Descripción de la experiencia

Este proyecto se realizó en la Secció del Campus de Terrassa del departamento coincidiendo con la participación de varias asignaturas en planes piloto de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior de nuestras escuelas y después de haber realizado con suficiente éxito el curso anterior una experiencia de introducción de cuestionarios Moodle de auto-evaluación. Así, las asignaturas van replanteando su metodología docente para adaptarse a las nuevas situaciones. Por una parte las dificultades mencionadas en el apartado anterior y por otra parte la búsqueda de metodologías con más participación de los estudiantes, llevó al nuevo planteamiento de las prácticas con ordenador.

Además de estas prácticas y de las actividades habituales, como son las clases de teoría y de resolución de problemas, en las asignaturas de este proyecto también se han introducido otras actividades docentes nuevas, como los cuestionarios de auto-evaluación por ordenador ya mencionados y experiencias de aprendizaje colaborativo con la realización y presentación de trabajos en grupo de carácter teórico-práctico. Todas estas experiencias se enmarcan en el camino del aprendizaje combinado o *blended learning* introducido paulatinamente en nuestra labor docente.

Ocho asignaturas participan en la experiencia de prácticas semipresenciales, concretamente: Cálculo diferencial e integral, Álgebra lineal y ecuaciones diferenciales, Métodos estadísticos en la ingeniería, Series de Fourier y transformadas integrales, Fundamentos matemáticos y Matemáticas en la ingeniería correspondientes a las distintas titulaciones de ingeniería técnica (ver programas y descripción en [17]); y Matemáticas II y Estadística para Optometría de la diplomatura en óptica y optometría [18], con diversos grupos de alumnado en algunos casos. Siete profesoras y profesores participan en la elaboración y ejecución del proyecto; además de otras cinco que imparten algunas actividades prácticas, sin haberlas elaborado; coordinándose en todo caso en las asignaturas de áreas más afines. Están matriculados en las asignaturas 538 alumnos, agrupados en los 24 grupos de prácticas participantes, doblando las previsiones iniciales; cada grupo tenía entre 10 y 30 alumnos. Casi todas las asignaturas corresponden al primer curso y algunas al primer cuatrimestre.

El plan de trabajo de nuestro proyecto tiene las siguientes fases: 1) elección del software disponible más adecuado, 2) reelaboración de materiales docentes y utilidades informáticas adaptando el programa a cada asignatura, 3) distribución temporal y temática y planificación detallada de cada una de las actividades prácticas, 4) introducción de las actividades en el Campus Digital, 5) realización de las prácticas en las asignaturas, 6) recogida de los resultados de los estudiantes, 7) realización de una encuesta a los estudiantes sobre la satisfacción en relación a las prácticas, 8) análisis de los resultados, y 9) divulgación de los resultados.

Una de las fases más importantes del proyecto y que más trabajo ha conllevado es la correspondiente a la reelaboración de material docente y utilidades informáticas para adaptarlos al aprendizaje semipresencial. Se realizó un estudio de los elementos del software necesarios para las asignaturas, principalmente buscando mejoras para hacer más accesible el software al alumnado, puesto que en su mayoría se trata de asignaturas de los primeros cursos de las titulaciones. Se ha modificado la redacción y formato de los guiones de prácticas anteriores, haciéndolos más auto-explicativos y pautados, para facilitar la comprensión del alumnado sin necesidad de una continua consulta al profesorado. En la asignatura de Métodos estadísticos se ha creado material nuevo para guiar al alumnado: un sitio web con un tutorial de Minitab en vídeos pensado especialmente para esas prácticas. En general, también se han modificado otros materiales, como las listas de problemas, el material teórico y los cuestionarios de autoevaluación, para incorporar el uso de los programas informáticos. Además se ha creado material nuevo para facilitar el aprendizaje autónomo del estudiantado, como ilustraciones de teoría y problemas resueltos con ayuda del software correspondiente y listas de problemas a realizar con el ordenador. Finalmente también se han elaborado una serie de ejercicios, problemas o trabajos a entregar para el seguimiento y evaluación del alumnado. La experiencia anterior en clases presenciales ha sido muy útil en esta fase.

La distribución temporal y temática de cursos anteriores se basaba en el calendario presencial de prácticas, que eran quincenales, y no permitía la adaptación temática. Con el nuevo planteamiento se planifica cada actividad de prácticas (lectura y comprensión de guiones, realización y entrega de ejercicios, corrección, cuestionarios de autoevaluación, etc.) según el

calendario de las demás actividades del tema correspondiente (clases teóricas, ejecución de problemas manuales, trabajos en grupo, etc.). La distribución temporal de las actividades prácticas presenciales y no presenciales es muy variable según las características de las asignaturas y alumnado. Sin embargo se puede decir que la mayoría de los grupos han seguido un mismo patrón con algunas variantes.

En este patrón se programó una primera sesión presencial para presentar la organización de las prácticas y, sobretodo, superar las dificultades iniciales de lenguaje, sintaxis y funcionamiento del programa utilizado. Esto es de especial importancia en las primeras asignaturas que utilizan cada programa y sobretodo en el primer cuatrimestre de la titulación. Las siguientes actividades de prácticas, correspondientes a algunos guiones, las realiza el alumnado de forma no presencial, según un calendario recomendado por el profesorado en función del avance de las clases teóricas y de problemas. A mitad del curso, y a veces coincidiendo con un cambio temático de la asignatura, se programó una o dos sesiones presenciales más, que permitieron recoger comentarios, resolver dudas y pautar el ritmo de trabajo del alumnado. Posteriormente el alumnado realizó el resto de prácticas sin la presencia de profesorado, también según el calendario del temario. El número de horas de trabajo de prácticas no presencial del alumnado es estimado por el profesorado en una media de 16 horas por asignatura.

Con el fin de evitar que los temas se fueran acumulando y conseguir que los alumnos trabajaran de manera regular a lo largo del curso se programó un calendario de entrega de tareas evaluables, en general dos o tres por asignatura. Estas tareas consistían en la realización con el software de ejercicios propuestos y servían de elementos de aprendizaje además de permitir el seguimiento por parte del profesorado. Los alumnos eran informados regularmente de hasta qué punto los resultados obtenidos en los entregables eran satisfactorios, para reconducir el proceso de aprendizaje y evitar desorientaciones. También los cuestionarios de auto-evaluación son una ayuda en este sentido. Para asegurar que el trabajo fuera realmente personal de todos y cada uno de los alumnos se programó una última sesión presencial con una prueba de validación, donde debían resolver problemas de un nivel similar a los entregados.

Un elemento especialmente importante en el aprendizaje semipresencial es la buena comunicación con el profesorado. Esto se cuidó especialmente y el alumnado podía plantear dudas y comunicarse con el profesorado, ya fuera presencialmente en las aulas o despachos en el horario correspondiente, ya fuera virtualmente por correo electrónico, o en el Campus digital con mensajes o en foros de dudas.

Algunas asignaturas, debido a sus especiales características o a las de su alumnado, han diferido bastante del esquema descrito. En algunos casos ha habido más sesiones presenciales, algunas veces con actividades que mezclaban realización de problemas y de prácticas; o se realizaban las prácticas en grupo. En otro caso se han realizado todas las actividades de forma no presencial, de forma voluntaria para el alumnado. En otra asignatura la presencialidad se concentra en una semana por tratarse de alumnado a distancia. Por otra parte, en una asignatura el número de actividades prácticas era mucho menor, por no estar previstas en la asignatura y realizarse por tanto de forma adicional. Finalmente en una asignatura esta experiencia se incluía en una metodología de aprendizaje colaborativo, por lo que casi todas las actividades prácticas, y de problemas, se realizaron en grupo, incluyendo evaluaciones; además de integrar de forma mayor el uso del programa informático con la teoría y problemas.

En este proyecto se han utilizado varias herramientas de docencia proporcionadas por la universidad. Han sido de crucial importancia las aulas informáticas, tanto para las sesiones presenciales como para la realización no presencial con el acceso libre del alumnado en cualquier horario; además de las licencias del software informático específico. El Campus Digital (entorno virtual de aprendizaje de nuestra universidad) ha sido fundamental para la transmisión de material docente, planteamiento y seguimiento de ejercicios y problemas con posibilidad de limitación automática de calendario, canalización de consultas individuales y colectivas y comunicación de resultados y calificaciones. Finalmente el depósito digital abierto de docencia OpenWareCourse de la UPC, se utilizará para poner el material docente a disposición del mundo universitario.

4. Resultados

Una vez finalizado el desarrollo de esta experiencia en cada asignatura, el profesorado y el estudiantado han efectuado una valoración de la misma. El profesorado ha elaborado informes y la opinión del estudiantado se ha recogido a través de una encuesta.

La encuesta que se ha diseñado para los estudiantes recoge información sobre temporización y tiempo dedicado a las prácticas, semipresencialidad y otros aspectos genéricos, y sobre el contenido de las prácticas. Los resultados globales de las encuestas, valorados entre 1 y 5, aparecen reflejados en la tabla 1.

La valoración global que hacen los estudiantes es positiva. Los resultados de las encuestas muestran que los estudiantes valoran bastante bien los aspectos de tiempo y temporización. También es buena valoración de la incorporación de la semipresencialidad en el desarrollo de las prácticas. Esto es importante puesto que se trata del eje central de la experiencia y era una de las preocupaciones iniciales del profesorado. Además, es de destacar la alta valoración que reciben tanto el material elaborado, rediseñado para favorecer el trabajo autónomo, como las vías de comunicación y la atención que han recibido del profesorado, lo cuál puede haber contribuido en esa valoración positiva de la semipresencialidad.

Respecto a los aspectos de contenido destaca la buena valoración de la relación entre los contenidos de las prácticas y los de teoría y problemas lo que permite presumir que se ha conseguido integrar el uso de las aplicaciones informáticas en la resolución de problemas y romper la percepción de las prácticas como algo desconectado del resto de la asignatura. Algo más discretos son los resultados sobre la percepción que tienen los estudiantes del aprovechamiento del tiempo de estudio y de la ayuda en el aprendizaje de la asignatura.

Tabla 1 Resultados globales de la encuesta de los estudiantes

Número de repuestas	358
TIEMPO Y TEMPORIZACIÓN	
El número de prácticas es adecuado	3'49
La distribución temporal de las prácticas es adecuada	3'50
El tiempo necesario para realizar las prácticas es adecuado	3'46
SEMIPRESENCIALIDAD	
La distribución cuantitativa entre actividades presenciales y no presenciales es adecuada	3'63
Las actividades hechas presencialmente son adecuadas para hacerlas así	3'43
Las actividades hechas no presencialmente son adecuadas para hacerlas así	3'45
No he tenido dificultades logísticas (espacio, software...) para las prácticas	3'28
OTROS ASPECTOS	
Las vías de comunicación con el profesorado son suficientes	3'85
La respuesta del profesorado a las consultas ha sido adecuada	4'01
El material de prácticas (guiones, ...) es adecuado	3'82
El peso de las prácticas en la evaluación de la asignatura es correcto	3'44
CONTENIDO	
El contenido de las prácticas está bien relacionado con la teoría y los problemas	3'79
Las prácticas me han permitido resolver problemas inabarcables manualmente	3'45

Las prácticas me han ayudado a aprovechar el tiempo de estudio	2'94
Las prácticas me han ayudado a aprender la asignatura	3'15
GENERAL	
Valoro positivamente las prácticas realizadas en la asignatura	3'52

El profesorado considera que la introducción de la semipresencialidad ha facilitado una mayor imbricación de las prácticas con la teoría y aplicación de la asignatura, y se ha conseguido incrementar la integración del uso de aplicaciones informáticas en la resolución de problemas. Ello ha permitido abordar problemas inalcanzables sin herramientas informáticas y evitar cálculos manuales excesivamente largos o muy complicados. También ha mejorado capacidad del alumnado para combinar de forma autónoma distintas herramientas en la resolución de problemas y su competencia en el uso de las TIC.

Respecto a la mejora de la comprensión de contenidos y la ayuda en el aprendizaje de la asignatura, el profesorado opina que sí se ha producido siendo su percepción superior a la que el alumnado, en términos globales, refleja en los resultados de la encuesta.

Por otra parte, la incorporación de la semipresencialidad, que permite al alumnado seguir ritmos de trabajo diferentes y autónomos, ha exigido del profesorado un incremento de trabajo derivado de la atención personalizada a cada estudiante y de la evaluación de los entregables en el plazo adecuado al aprendizaje de la asignatura. Esta carga de trabajo es permanente e independiente del trabajo que conlleva la puesta en marcha de la experiencia.

En resumen, la valoración global del profesorado es positiva excepto en el incremento de carga de trabajo antes mencionada que no ha llegado a compensarse con la disminución de horas de clase presenciales.

Otro resultado de esta experiencia es el diverso material docente elaborado o reelaborado: guiones o tutorial de las prácticas, cuestionarios de auto-evaluación, listas de problemas propuestos o resueltos que integran el uso de ordenador, ilustraciones y material teórico usando los programas informáticos, y ejercicios y trabajos de evaluación. Se ha divulgado [19] o se divulgará el material elaborado tanto para los entornos más inmediatos en nuestras escuelas, departamento y universidad, como también para el mundo universitario en general a través de un depósito abierto digital de la universidad

5. Conclusiones

Se ha puesto en marcha una experiencia de incorporación de semipresencialidad de prácticas con ordenador en el proceso de aprendizaje en ocho asignaturas de matemáticas y estadística de todas las titulaciones de la escuela de ingeniería técnica y de la escuela de óptica y optometría del Campus de Terrassa. Las innovaciones y objetivos principales de esta experiencia son la integración de las herramientas informáticas específicas como un elemento normal en el proceso de aprendizaje, la coordinación entre actividades prácticas y actividades teóricas y de problemas, y el trabajo semipresencial. El proyecto es importante para la armonización europea puesto que la modalidad semipresencial promueve que el alumnado sea más activo en el proceso de formación y fomenta su trabajo autónomo.

Por otra parte este proyecto es un paso más en el camino iniciado el curso anterior hacia una metodología de aprendizaje mixto con un proyecto de innovación docente para la incorporación de cuestionarios de autoevaluación en las asignaturas.

Se ha elaborado nuevo material docente y adaptado el material existente a la modalidad menos presencial. Este material estará disponible para otro profesorado del Departamento o del mundo universitario a través del depósito de docencia digital y abierto de la UPC.

Se pretende continuar en cursos sucesivos con la experiencia de semipresencialidad, puesto que ha recibido una valoración positiva del profesorado y el alumnado. Pueden producirse mejoras y

ampliaciones del material docente adaptado al aprendizaje semipresencial, reajustes en la distribución y el de las sesiones semipresenciales a lo largo del curso, y la ampliación a más asignaturas.

6. Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente financiado con una ayuda para proyectos de mejora de la docencia (convocatoria 2006-2007) del Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Queremos agradecer a nuestros compañeros profesores de la Secció del Campus de Terrassa de nuestro departamento su colaboración en la puesta en marcha de este proyecto en varias asignaturas.

7. Bibliografía

- [1] LAVICZA, Z. "The examination of technology use in university-level mathematics teaching". *Proceedings of the ICMI Centennial Symposium*. Roma, 2008, <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG4/Papers/LAVICZA.pdf>
- [2] LAVICZA, Z. "A comparative study of the use of Computer Algebra Systems in teaching university mathematics in Hungary, UK, and US". *First Central and Eastern European Conference on Computer Algebra- and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Education*, 2007. <http://matserv.pmmf.hu/cadgmewebproceedings/434/Session%206%20RPDM/Lavicza.ppt>
- [3] LAVICZA, Z. "The use of Computer Algebra Systems in university-level mathematics teaching". *Proceedings of the 11th International Congress on Mathematical Education*, Mexico, 2008, <http://tsg.icme11.org/document/get/238>
- [4] JUAN, A.; HUERTAS, A.; STEEGMANN, C.; CORCOLES, C.; SERRAT, C., "Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 39, nº 4, 2008, pàg. 455 – 471.
- [5] CLEMENTS, R.R. "Computer Algebra For Engineers - The Potentials And The Problems". *IEEE Journal of Engineering Science and Education*, Vol. 6, 1997, pàg. 233-238.
- [6] CLEMENTS, R.R. "Essential Mathematical Concepts Needed by Users of Computer Algebra". *Teaching Mathematics and its Applications*, Vol. 18, nº 4, 1999, pàg. 162-165.
- [7] D'SOUZA, S.; WOOD, L.; PETOCZ, P. "Engineering students' views of computer algebra systems". *Proceedings of the Blended Learning in Science Teaching and Learning Symposium*, UniServe Science, The University of Sydney, 2005, pàg. 37-42.
- [8] NAVARRO GONZALO, T.; RALLÓ CAPDEVILA, M.; SABATER I PRUNA, A. "Pràctiques de fonaments matemàtics" Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2003
- [9] SABATER I PRUNA, A.; ÀLVAREZ QUETGLAS, M.J.; RUBIÓ I MASSEGÚ, J. "Pràctiques d'àlgebra lineal i equacions diferencials: Enginyeria tècnica industrial, especialitat en tèxtil, química industrial, mecànica, electricitat i electrònica industrial". Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004
- [10] GUÀRDIA RIERA, R.; MONSÓ BURGUÉS, E.; NAVARRO GONZALO, N. "Pràctiques de càlcul diferencial i integral: Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa ", Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004
- [11] MAÑOSA, V.; NAVARRO, T. "Pràctiques de matemàtiques a l'enginyeria". Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2002
- [12] FORCADA PLAZA, S.; MAÑOSA FERNANDEZ, V.; RALLÓ CAPDEVILA, M. "Pràctiques de mètodes estadístics". Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004

- [13] FORCADA PLAZA, S.; MAÑOSA FERNÁNDEZ, V.; MONSÓ BURGUÉS, E.; NAVARRO GONZALO, T. "Pràctiques de matemàtiques I: diplomatura en òptica i optometria". Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004
- [14] FORCADA PLAZA, S.; MAÑOSA FERNÁNDEZ, V.; MONSÓ BURGUÉS, E.; NAVARRO GONZALO, T.; RALLÓ CAPDEVILA, M. "Pràctiques de matemàtiques II: diplomatura en òptica i optometria; Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004
- [15] RALLÓ, M. "Estadística per a optometria: pràctiques". Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2006
- [16] FORCADA, S. "Pràctiques d'estadística amb Statgraphics". Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004
- [17] "Web de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa" <http://euetit-ct.upc.edu/cast/index.htm> (febrero 2008)
- [18] "Web de l'Escola Universitària d'Òptica i Optometria de Terrassa" <http://www.euoot.upc.es/esp/estudis/index.php?item=2> (febrero 2008)
- [19] FORCADA, S.; MUÑOZ, C. "Guia de Minitab" Dept. de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, <http://biblioteca.upc.es/bib170/minitab1> (setiembre 2008)