

Integración de texto y vídeo en un nuevo recurso para el aprendizaje de matemáticas en línea

Remei Calm, Jordi Ripoll

Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada
Universitat de Girona
Girona, España
calm@ima.udg.edu, jripoll@ima.udg.edu

Carme Olivé

Departament d'Eng. Informàtica i Matemàtiques
Universitat Rovira i Virgili
Tarragona, España
carme.olive@urv.cat

Ramon Masià, Teresa Sancho-Vinuesa

Estudis d'Informàtica i Multimèdia
Universitat Oberta de Catalunya
Barcelona, España
rmasia@uoc.edu, tsancho@uoc.edu

Núria Parés, Francesc Pozo

Departament de Matemàtica Aplicada III
Universitat Politècnica de Catalunya-
BarcelonaTECH
Barcelona, España
nuria.pares@upc.edu, francesc.pozo@upc.edu

Resumen: Las características especiales del aprendizaje en línea conllevan la necesidad de disponer de materiales adaptados. El feedback con los estudiantes denota que la notación matemática y los conocimientos previos son a menudo los grandes escollos a superar para la comprensión de la materia. Todo ello ha guiado nuestro esfuerzo por mejorar la calidad de la enseñanza que impartimos, buscando nuevos recursos educativos que ayuden a paliar los problemas detectados. En este documento se presenta la experiencia de la integración de texto y vídeo en un recurso utilizado en asignaturas de Análisis Matemático. Justificamos su elección y detallamos su uso a lo largo de un semestre. Finalmente, hacemos un análisis estadístico de los datos disponibles, que nos lleva a la conclusión que existe una clara tendencia de mejora de los resultados académicos.

Palabras clave: aprendizaje a distancia, recursos TIC, vídeos docentes, resolución dinámica de problemas matemáticos.

Abstract: Special features of online learning involve the need for tailored materials. The feedback from students indicates that mathematical notation and background knowledge are often major obstacles to overcome to the understanding of the subject. This has led our efforts to improve the quality of education we provide, seeking new educational resources to help solve the identified problems. This paper presents the experience of the integration of text and video in a resource used in Mathematical Analysis courses. We justify their choice and detail its use throughout a semester. Finally, we undertake a statistical analysis of available data whose results lead us to the conclusion that there is a clear trend of improving academic outcomes.

Key words: distance learning, ITC resources, learning videos, dynamical resolution of mathematical problems.

1. Introducción

Las asignaturas de matemáticas de las ingenierías son, para la mayoría de los estudiantes, un obstáculo

necesario para obtener el título. Efectivamente, en principio, dicha materia debería proporcionar los mecanismos básicos para abordar problemáticas, modelar sistemas y procesos y, también, interpretar de

forma adecuada las bases científicas de las diferentes áreas disciplinarias. Muy a menudo, un nivel de conocimientos previos insuficiente y una poca aplicabilidad directa a problemas relacionados con el propio ámbito de conocimiento (mecánica, informática, telecomunicación) conllevan una escasa motivación y una desconfianza absoluta en las propias capacidades para manipular objetos matemáticos. Si los estudios son en línea, estas características son significativamente más marcadas, y las razones son básicamente tres: el perfil de los estudiantes, la metodología docente y los recursos de aprendizaje. La mayoría de los estudiantes virtuales son personas adultas con responsabilidades familiares y profesionales, con una disponibilidad para el estudio muy limitada pero una capacidad de autorregulación considerable. En cuanto al proceso de aprendizaje, una metodología basada en la educación a distancia tradicional mediante materiales de estudio textuales presenta dificultades concretas. Ejemplos de ello son la notación matemática en entornos digitales [Sancho et al. 09], la organización y presentación de contenidos [Sancho et al. 07], la estrategia docente y la interacción entre profesor y estudiantes [Barbera et al. 05].

En general, la actividad académica asociada a una asignatura cualquiera pivota sobre una planificación de las tareas y la descripción de las reglas básicas de funcionamiento, una selección de recursos de aprendizaje y un sistema de acompañamiento y evaluación. Si bien la metodología docente y la planificación son fundamentales, la selección de recursos y su correcta administración son clave en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias. En este sentido, nuestra apuesta ha sido la elaboración de videos que, por una parte, guíen al estudiante a través de un tema y, por otra parte, ilustren ejercicios que traten conceptos básicos. En las asignaturas de Análisis Matemático y Matemáticas II de los grados de Ingeniería en Informática y Tecnologías de la Comunicación, la reorganización de los recursos de aprendizaje y la incorporación de videos ha mejorado significativamente el nivel de satisfacción de los estudiantes y sus resultados académicos.

2. Nuevas formas de enseñar y aprender, nuevos recursos de aprendizaje

La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior ha obligado a rediseñar estrategias de enseñanza y elaborar nuevos contenidos. El material

básico de las asignaturas de Análisis Matemático y Matemáticas II fue elaborado teniendo en cuenta el contexto (aprendizaje a distancia a través del Campus Virtual), las competencias fijadas en el currículum y el diseño global del grado, el perfil de los estudiantes y una estrategia docente basada en el Método de Enseñanza por Investigación Orientada [Guissola et al. 01]. Nuestra propuesta se basa en un modelo de enseñanza-aprendizaje progresivo-cíclico, donde los conceptos importantes se revisan constantemente en un in crescendo que responde a unos objetivos de aprendizaje determinados y facilita el aprendizaje significativo [Sancho et al. 10].

La necesidad de organizar los recursos de aprendizaje de acuerdo con una planificación semanal de actividades del estudiante, nos obligó a repensar la importancia de cada material y la necesidad de situar y orientar al estudiante al principio y al final de cada bloque. Una forma de introducir y cerrar cada módulo temático, con indicaciones para un buen seguimiento de los materiales de estudio era el video o la secuencia de imágenes. Este recurso, además, nos ofrecía la posibilidad de sincronizar imagen y sonido y, en consecuencia, mostrar la secuencia real de la exposición de un contenido matemático. El video ha sido desde hace algunos años un recurso de apoyo a la docencia muy utilizado en los distintos ámbitos de conocimiento y niveles educativos. En particular, en asignaturas de matemáticas, a parte de la proliferación de videos docentes en la red, existen experiencias de éxito en educación superior [Medina 08]. Nuestra intención es ir un poco más allá y usar tecnologías que, además, permitan al estudiante disponer del mismo material en versión estática.

3. Elaboración de los videos

El objetivo principal de nuestra propuesta docente es el de proporcionar al estudiante un material docente que integre texto y video. En particular, los recursos dinámicos deben permitirle orientarse durante el estudio y comprender la resolución de un problema en el contexto matemático. La elaboración de estos recursos permite aproximaciones y tecnologías diversas. La más simple consistiría en la grabación de una clase con una cámara de video con un formato de adecuado [Cañavete et al. 08] para que pueda ser reproducida a través de internet.

Existen otros sistemas más o menos estandarizados para la grabación de vídeos: herramientas ligadas a tablets pc (por ejemplo el Scriblink [Scriblink, 12] o ScreenChomp [ScreenChomp, 12] para iPad), tabletas digitalizadoras y grabadores de pantalla, herramientas de realización de presentaciones y herramientas de anotación manual¹.



Figura 1. Bolígrafo inteligente escribiendo sobre papel punteado con comandos de control de grabación.

Nosotros hemos escogido una herramienta de este último tipo, el bolígrafo Livescribe [Livescribe, 10,12]. Los motivos son diversos:

- La facilidad de uso: en pocos minutos es posible empezar a producir vídeos de calidad sin necesidad de instrucciones complejas o excesivamente largas. La producción de vídeo se reduce al mínimo, ya que solo se necesita el tiempo estricto de grabación, que puede ser totalmente ininterrumpido. El resto de proceso para la obtención del vídeo-pencast expuesto es muy sencillo y extremadamente rápido.
- La facilidad de acceso, tanto para el creador del vídeo como para el espectador: aparte de su precio asequible, no requiere ningún software ni hardware extra, excepto los más habituales (específicamente, flash o lector de pdf).
- La adecuación a las necesidades de la materia: en una asignatura de análisis matemático es suficiente, para realizar explicaciones, un sistema sin despliegue audiovisual alguno. En las materias en que éste fuera necesario, el Livescribe no sería una buena elección.
- La calidad visual y auditiva del vídeo-pencast (de navegación muy sencilla y con recursos que

permiten un salto de un punto a otro de la grabación mucho más ágil que en los sistemas más tradicionales), así como, muy importante, su tamaño reducido, aproximadamente 5 veces más reducido que un vídeo convencional

El proceso para elaborar un video docente requiere un primer paso de reflexión acerca del objetivo que quiere conseguirse, por lo que primero debemos disponer de un esquema claro de lo que vamos a componer. A continuación se empieza la grabación y se graba en tiempo real la voz y la escritura.

El bolígrafo inteligente de Livescribe es un equipo basado en un papel punteado y un bolígrafo que registra todo lo que oye y escribe, sincronizando el audio con lo que escribe. Para captar la escritura, el bolígrafo inteligente utiliza una cámara de infrarrojos que graba lo que se está escribiendo sobre un papel con un patrón de puntos especial.

El pie del papel tiene unos comandos que, entre otras opciones, permiten controlar el inicio y final de grabación y la pausa (Fig. 1). Una vez realizada la grabación, el bolígrafo se conecta a un ordenador mediante un dispositivo con cable USB, que permite, aparte de recargar la batería del bolígrafo, exportar el contenido del bolígrafo usando un software específico distribuido con el equipo. De las páginas que nos interesen puede guardarse únicamente el audio o el texto o ambos en un solo fichero pdf. Estas páginas exportadas pueden guardarse en el ordenador o ser enviadas directamente, por ejemplo, a Facebook para ser compartidas.

Conseguir el material definitivo no es una tarea sencilla ni tampoco rápida. Vista nuestra experiencia, dado que el audio y la imagen están sincronizados, un error en la grabación puede ser corregido en la imagen pero se rompe la sincronización con el audio. Puede optarse por corregir la errata al final del video, manteniendo así el ritmo de grabación aunque se haga posteriormente al final de grabación, pero en muchas ocasiones se debe repetir la grabación por completo para conseguir un documento que cumpla con los estándares de calidad.

Además del formato pdf, que ya hemos comentado anteriormente, el documento también se puede grabar en un formato específico de Livescribe llamado *pencast* que permite incrustar el video en un sitio web (Fig. 2).

¹En la web <http://toolbox.llab.dtu.dk/> se evalúan algunos de ellos.

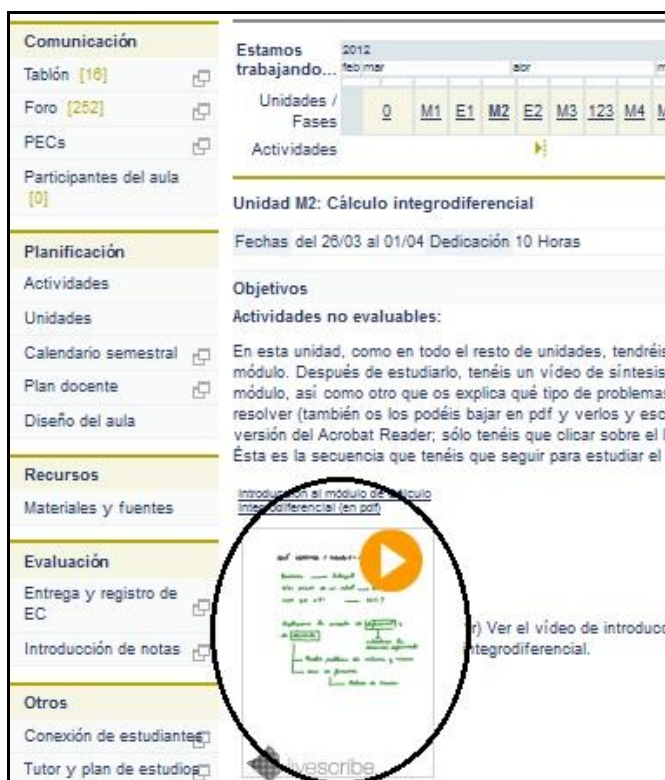


Figura 2. Integración de un video en el aula virtual.

3.1. Características del producto final

Los videos que se han realizado permiten seguir la secuencia en la que se realizan los cálculos matemáticos, lo que no queda reflejado en un documento de texto fijo. A la vez, el soporte sonoro incorporado en el documento que va comentado el proceso de resolución, ayuda al alumno a comprender de manera más fácil el desarrollo y la intención de la estrategia resolutiva.

Para cada módulo hemos generado un conjunto de videos que se ha estructurado de la siguiente forma:

- Video de introducción al módulo correspondiente: “Qué veremos”. Véase un ejemplo en la Fig. 3.
- Video de síntesis del módulo: “Qué hemos visto”. Véase un ejemplo en la Fig. 4.
- Video donde se explica los tipos básicos de ejercicios que se pueden resolver del módulo “Qué tipo de ejercicios y/o problemas podemos resolver”.
- Colección de videos de ejercicios resueltos. En la Fig. 5 se puede observar un ejercicio generado con el bolígrafo Livescribe donde se ha detenido el video en un punto de su ejecución. El color negro corresponde

al texto que se visualiza antes de empezar el video, el texto de color verde corresponde al texto/audio que se está escuchando y el texto gris (texto *semioculto*) la parte que queda por visualizar y escuchar.

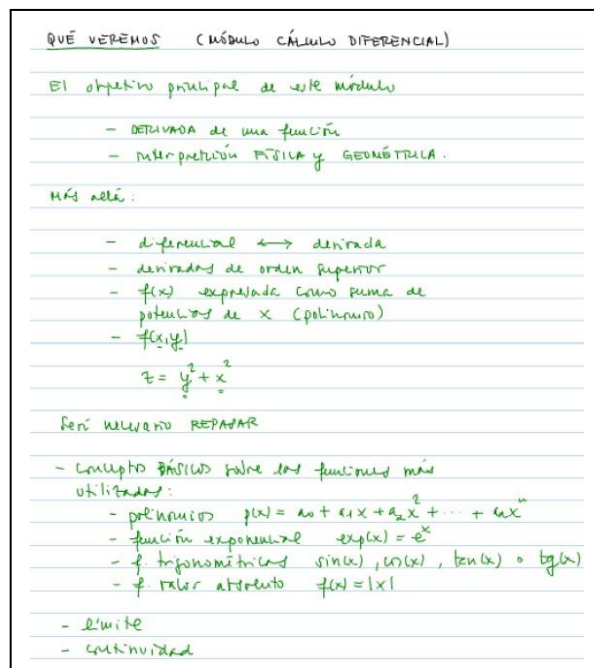
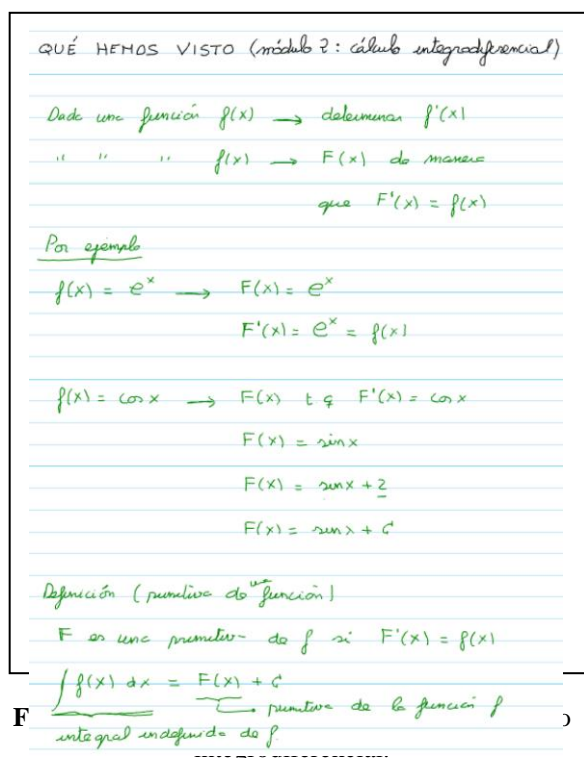


Figura 3. Video de introducción al módulo de cálculo diferencial.



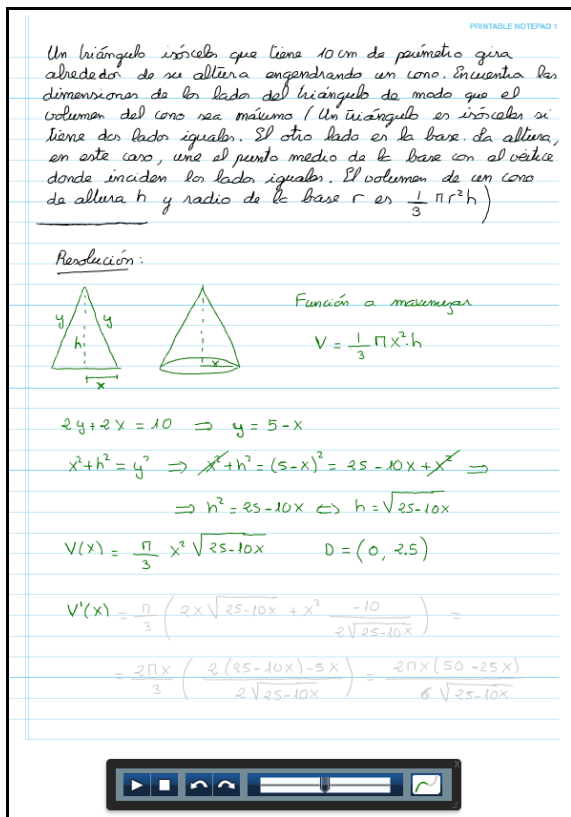


Figura 5. Ejemplo de un ejercicio realizado con Livescribe. Captura en un instante intermedio de la ejecución del video.

Todo este material se ha integrado en las diferentes unidades en las que se ha dividido la asignatura y completa la documentación de los módulos teóricos y lista de ejercicios (Fig. 2).

4. Experiencia en las aulas

En esta comunicación se presenta la experiencia iniciada en el curso 2011-12 en dos asignaturas similares de análisis matemático de dos titulaciones distintas. Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos son similares, presentaremos los datos agregados (Fig. 6). Los datos hasta el curso 2009-10 corresponden únicamente a la asignatura Análisis Matemático de Ingeniería Informática y en los cuatro últimos semestres se han incorporado los datos de dos aulas de Matemáticas II del grado de Tecnologías de la Comunicación. La información se da siempre separada en los dos semestres que forman un año académico,

por ejemplo, el primer semestre del curso 2010-11 sería 10-11 1º y el segundo semestre sería 10-11 2º.

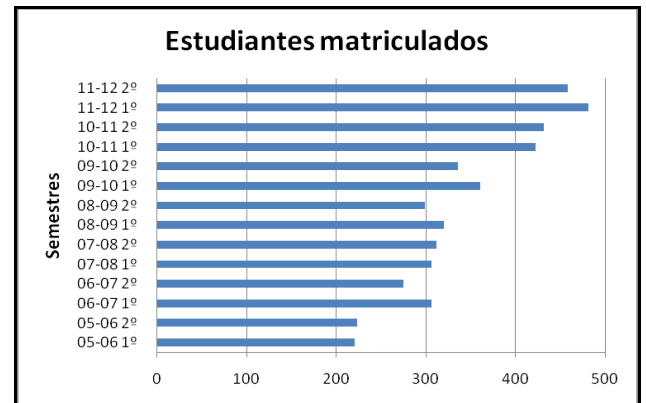


Figura 6. Estudiantes distribuidos cada semestre en 9 aulas de media.

En primer lugar, es necesario recordar el perfil del estudiante de nuestras aulas virtuales, puesto que es significativamente distinto del de las aulas de universidades presenciales. Mayoritariamente son alumnos que dejaron de formarse académicamente para incorporarse al mercado de trabajo hace ya algunos años, con lo que tienen olvidados los procesos y métodos matemáticos de resolución de problemas. Además, a su jornada laboral añaden obligaciones familiares, que sólo les permiten dedicarse al estudio unas pocas horas diarias. Por todo ello, sus necesidades son diferentes a las de un estudiante universitario típico de una universidad presencial. En la Universitat Oberta de Catalunya (en adelante UOC), el material complementario con ejemplos y ejercicios resueltos es muy abundante, pero las dificultades de aprendizaje que muestran los estudiantes nos obligan a replantearnos continuamente nuestra estrategia docente y de acompañamiento en el proceso de leer-entender-aprender.

En las dos asignaturas bajo estudio, la dinámica de trabajo es la misma. La actividad de la asignatura ha sido distribuida en varias unidades de trabajo que se visualizan en el aula virtual (Fig. 7). Cada una de ellas contiene los objetivos, los recursos a utilizar y estudiar, así como el conjunto de actividades que deberían trabajarse. Aunque la temporización es orientativa, el estudiante debería seguir, como mínimo, el ritmo propuesto para alcanzar todos los objetivos de la asignatura.

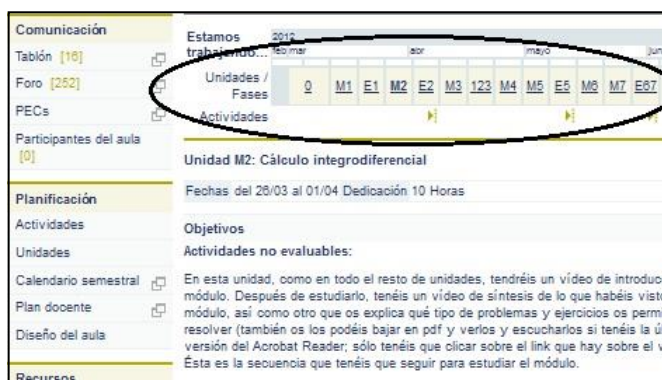


Figura 7. Distribución de la asignatura en unidades.

Es necesario que el estudiante haga todas las actividades que se proponen en el material textual. Éstas incluyen recapitulaciones y esquemas que tratan de orientar a los avances. La comunicación entre estudiantes y profesor se produce fundamentalmente en el foro del aula, donde el profesor contesta las preguntas, si ningún compañero no lo ha hecho antes.

Para facilitar el estudio y para hacer un seguimiento del progreso del estudiante en la adquisición de habilidades y competencias, se proponen tres Pruebas de Evaluación Continua (PEC), de carácter optativo, que consisten en la resolución de actividades y problemas de dificultad algo superior a las del examen final presencial. La calificación final de Evaluación Continua será el promedio de las tres calificaciones de estas PEC. En caso de que no se entregue alguna PEC, ésta contará como una D en el promedio.

Por último, la calificación final de la asignatura es el resultado del cruce de la Evaluación Continua (si el alumno la ha realizado) y el examen final, de acuerdo con un criterio establecido y público a principio de curso.

5. Resultados

5.1. Grado de satisfacción de los estudiantes

En relación al grado de satisfacción de los estudiantes, tenemos dos fuentes de datos. Por una parte, las opiniones expresadas por los estudiantes en el foro de la asignatura o directamente al profesor a través del correo electrónico. Por otra parte, los resultados de la encuesta institucional sobre la asignatura que al final de cada

semestre se envía a los estudiantes y que contestan de manera anónima.

El *feedback* recibido en relación a la introducción de estos videos docentes es muy positivo. A modo de ejemplo, un comentario de un estudiante: “El hecho de haber puesto videos explicativos de los ejercicios y demostraciones de análisis matemático ha sido una grandísima ayuda. Es de lo mejor que he visto por la UOC. Creo que se debería aplicar a muchas otras asignaturas.”

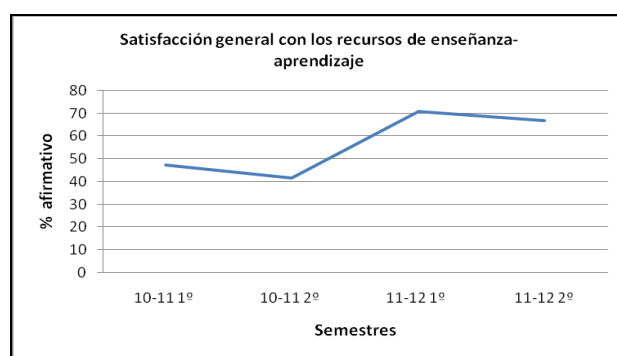


Figura 8. Resultados de la encuesta entre los alumnos acerca de su satisfacción sobre el material docente de la asignatura.

En la Fig. 8 presentamos los resultados de las encuestas de satisfacción del alumnado referentes a los últimos cuatro semestres: los dos del curso 2010-11, cuando aún no se habían puesto a disposición de los estudiantes los videos de resolución de ejercicios, y los dos del curso 2011-12, cuando se inició la experiencia que estamos analizando. En la valoración sobre “la satisfacción general con los recursos de enseñanza-aprendizaje”, el grado de satisfacción ha aumentado en unos 20 puntos en los dos últimos semestres respecto a los dos semestres anteriores.

5.2. Resultados académicos

Por lo que concierne a los resultados académicos, es importante hacer notar que la asignatura se plantea a estudiantes de ingeniería que, en general, la consideran muy poco útil para su formación y difícil de superar. Si además, tenemos en cuenta las restricciones de tiempo para el estudio, nos encontramos con un contexto que marca significativamente el éxito de una innovación docente como la que presentamos. A pesar de todo ello, veremos a continuación que los resultados con la aplicación de los videos presentan una pequeña mejora.

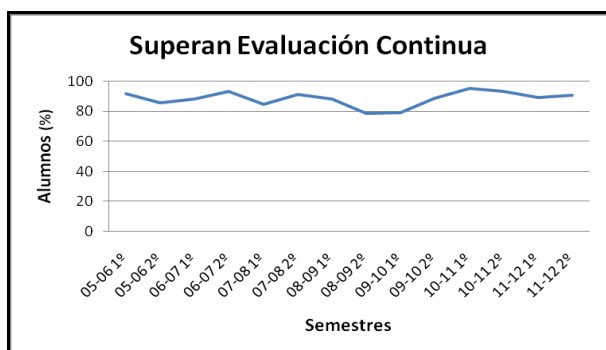


Figura 9. Evolución temporal de alumnos que superan la Evaluación Continua respecto a los que la siguen.

En la Fig. 9, puede observarse una tendencia estable alrededor del 90% del porcentaje de los alumnos que superan la Evaluación Continua, siempre con respecto a los que han participado en ella durante el semestre.

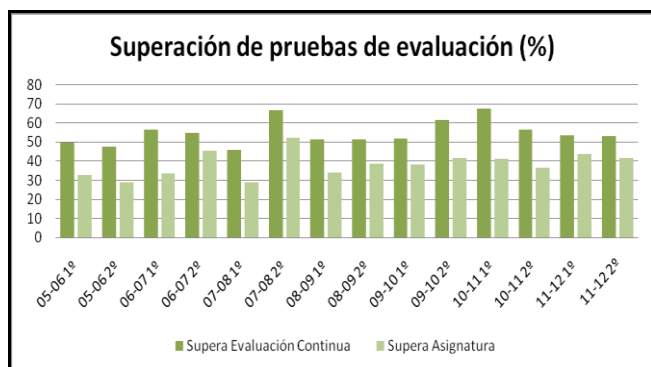


Figura 10. Evolución del porcentaje de estudiantes que superan pruebas de evaluación respecto al número de matriculados.

La evolución del porcentaje de alumnos que superan las pruebas de evaluación de la asignatura se muestra en la Fig. 10. Por una parte, aparecen los que superan la Evaluación Continua, que consta de diversas pruebas que se les plantean durante el semestre, y por otra parte, los que finalmente aprueban la asignatura, donde la nota final es el resultado de un promedio ponderado entre la nota de Evaluación Continua y la nota de un examen presencial. Cabe comentar el elevado número de estudiantes que no participan en las pruebas de evaluación, y que llega a un 35% de media; estos estudiantes están incluidos en la población que genera los gráficos de superación de las pruebas de evaluación en condición de suspendidos, con lo que penalizan la metodología docente de la asignatura, cuando en realidad no han participado de ella.

Se distingue una leve mejoría, respecto prácticamente todos los semestres previos al curso 2011-12, del porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura, aunque no mejora el porcentaje de aprobados de la Evaluación Continua. Lo que sí es evidente es el incremento de la rentabilidad de seguir la Evaluación Continua: como se puede ver en la Fig. 11, de los tres semestres que tienen más pequeña la diferencia entre los que superaron la Evaluación Continua y los que al final aprobaron la asignatura, dos son los del 2011-12.

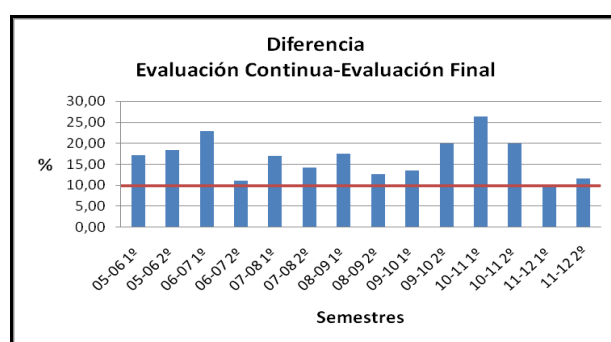


Figura 11. Comparación de los aprobados en la Evaluación Continua y en la Evaluación Final.

Para los cuatro últimos semestres, disponemos de información más detallada de la distribución de las notas finales, así como del número exacto de estudiantes que se presentan al examen final, que prácticamente se corresponden con los que han seguido la Evaluación Continua. Presentamos estos datos en la Tabla I, donde reportamos el promedio entre las diversas aulas de los porcentajes de cada una de las notas respecto al número de estudiantes presentados al examen final. En ella puede comprobarse que el número de suspensos en los dos últimos semestres, los de la implantación de los ejercicios en video, es claramente inferior al de los dos anteriores.

Tabla I. Porcentajes de notas finales. D o C- significa que el estudiante no supera el curso; las otras notas están en orden creciente: C+, B, A, A+.

	Semestre			
	10-11 1º	10-11 2º	11-12 1º	11-12 2º
A+	2,2 %	1,9 %	2,1 %	3,1 %
A	10,0 %	3,4 %	5,2 %	3,8 %
B	21,4 %	15,3 %	20,3 %	17,5 %
C+	30,0 %	38,0 %	44,1 %	44,4 %
C-, D	36,4 %	41,4 %	28,3 %	31,2 %

Además, hemos realizado un contraste de hipótesis estadísticas de regresión lineal para determinar si hay relación lineal significativa entre la nota de Evaluación Continua y la nota final de la asignatura en aquellos estudiantes que se presentaron al examen final presencial. La Tabla II contiene los resultados de este contraste para cada semestre. Como cabría esperar, podemos asegurar la bondad de ajuste del modelo lineal entre las dos notas con un nivel de confianza del 99%, puesto que los p-valores son menores que 0,01 en todos los casos. Sin embargo, téngase en cuenta que el p-valor en los dos últimos semestres es claramente inferior al de los dos anteriores, lo que indica que la relación lineal está mucho más ajustada. Obviamente, si el análisis es a partir del coeficiente de Pearson, éste también lleva a la misma conclusión, puesto que su valor aumenta en los dos últimos semestres. Por lo tanto, se puede concluir que el uso de videos de aprendizaje tiende a formar estudiantes más competentes en la resolución de ejercicios.

Tabla II. Resultados del contraste de hipótesis sobre la bondad de ajuste del modelo lineal entre la Evaluación Continua y la Evaluación Final.

Semestre	Número de estudiantes	R, coeficiente de Pearson	p-valor
10-11 1º	272	0,2820	$2 \cdot 10^{-6}$
10-11 2º	244	0,2802	$9 \cdot 10^{-6}$
11-12 1º	259	0,4645	$3 \cdot 10^{-15}$
11-12 2º	230	0,4998	$1 \cdot 10^{-11}$

En nuestra opinión, la información de estas dos tablas refleja más fielmente el impacto del nuevo material docente, puesto que en los cálculos no intervienen los estudiantes matriculados que no se presentaron al examen final.

6. Conclusiones y líneas de futuro

El diseño e implementación de los materiales de estudio de las asignaturas de análisis de los grados de las ingenierías de la UOC y las sucesivas acciones de mejora de dichos recursos siempre han estado enfocados a la mejora de la calidad del aprendizaje de nuestros estudiantes. Muestra de los buenos resultados de este esfuerzo es la tendencia creciente sostenida de la evolución temporal del porcentaje de estudiantes que aprueban finalmente la asignatura.

Concretamente, en el primer semestre del curso 2011-12 se han introducido un conjunto de videos con el objetivo de situar a los estudiantes semana a semana, y proporcionarles apoyo en la resolución de ejercicios. La facilidad para visualizarlos desde cualquier dispositivo, la sincronización entre imagen y sonido, el tamaño relativamente pequeño (hasta cinco veces menor) con respecto al de un fichero de vídeo tradicional, así como el desarrollo paso a paso de la estrategia resolutoria del ejercicio, han dado lugar a una valoración muy positiva de la experiencia por parte de los estudiantes, hecho que ha quedado reflejado en la encuesta institucional sobre la asignatura que se realiza al finalizar los semestres.

Cuando se ha dispuesto de estos nuevos materiales de aprendizaje, los resultados académicos apuntan, no solo a una mejoría general, sino también a un mayor ajuste entre el trabajo continuado a lo largo del curso y la nota obtenida: por una parte, los resultados de los dos últimos semestres son mejores que la media de los anteriores en toda la serie; por otra parte, la diferencia del porcentaje de aquellos que han seguido la Evaluación Continua con provecho y los que finalmente aprueban la asignatura es menor en términos absolutos y relativos.

Tanto la valoración positiva como la mejoría de resultados justifican el esfuerzo realizado y la pertinencia del uso de este tipo de recurso.

Uno de nuestros propósitos es la confección de una colección de ejercicios que cubra toda la tipología que se deriva del temario de las dos asignaturas. En particular, queremos tener una base de datos de ejercicios en vídeo que permita a profesores y alumnos buscar y seleccionar según sus intereses o necesidades. También estamos trabajando en la creación de ejercicios auto-evaluables, con enunciados parametrizados y con retroacción automática según la respuesta dada por el alumno [Calm et al. 12]. El reto actual, más logístico que relativo a la metodología docente, es organizar este tipo de material para que sea de fácil acceso para los estudiantes y no provoque un exceso de información. Un posible trabajo futuro podría ser el de publicar todo el material a través de una página web para que cualquier estudiante pueda consultarlo.

La facilidad de elaboración y distribución de este tipo de recurso, así como el éxito de la experiencia, sugiere la generalización a otros entornos en otros ámbitos de conocimiento. En particular el material generado se puede exportar a otros cursos de matemáticas de la

misma tipología tanto dentro de la misma universidad como a otras universidades.

Referencias

- [Barbera et al. 05] E. Barbera, A. Badia, "Hacia el aula virtual: actividades y aprendizaje en la red". En: Revista Iberoamericana de Educación, 36 (9), pp. 1-22. 2005. ISSN: 1681-5653.
- [Calm et al. 12] R. Calm, R. Masià, C. Olivé, N. Parés, F. Pozo, J. Ripoll, T. Sancho-Vinuesa, "Wiris Quizzes: an automatic and self-study tool for online mathematics". *XIV Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE*. Andorra. 2012.
- [Cañavete et al. 08] R.J. Cañavete, M.B. Cobacho, "Vídeos docentes en asignaturas de Matemáticas e Investigación Operativa". *Rect@*, Acta 16 (1). 2008. ISSN 1575605X.
- [Guissola et al. 01] J. Guisasola, L. Perez de Eulate, (Editores), Investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales basadas en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, 2001.
- [Livescribe 10]. Guía del usuario del bolígrafo inteligente, Versión 2.5, 2010, www.livescribe.com/es/media/pdf/support/SmartpenUserManual_ES.pdf [Fecha de consulta: 01 junio 2012]
- [Livescribe 12] www.livescribe.com/es/smarten/pulse [Fecha de consulta: 01 junio 2012]
- [Medina 08] J. Medina-Molina, "Un método para la generación de vídeos docentes". *Rect@*, Acta 16 (1). 2008. ISSN 1575605X
- [Sancho et al. 07] T. Sancho, R. Masià, "A virtual learning environment for pregraduate mathematical students". En: The Proceedings of the 6th European Conference on e-Learning, pp 545-553, Academic Conferences Limited, 2007. ISBN: 978-1-905305-57-5 cd
- [Sancho et al. 09] T. Sancho-Vinuesa, A. Perez-Navarro, "Problems posed by Mathematical Notation in E-learning: Transcription and Edition of Formulae". En: The proceedings of the 7th International Symposium on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA 2009.
- [Sancho et al. 10] T. Sancho-Vinuesa, A. Gras-Martí, "Teaching and learning undergraduate mathematics in an online University". En: Educational Technology in Practice: Research and Practical Case Studies from the field. pp 145-152. Information Age Publishing Inc., 2010.
- [ScreenChomp 12] www.techsmith.com/labs.html [Fecha de consulta: 01 junio 2012]
- [Scriblink, 12] www.scriblink.com [Fecha de consulta: 01 junio 2012]