

WIRIS QUIZZES: UN SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA CON FEEDBACK AUTOMÁTICO PARA EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN LÍNEA

Resumen: En estudios en línea de ingeniería, el seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes de matemáticas así como el sistema de evaluación son aspectos clave de la estrategia docente. En este artículo se presenta un sistema de evaluación continua con feedback automático, basado en la realización de cuestionarios *Wiris Quizzes* durante un curso de análisis matemático en la Universitat Oberta de Catalunya. Dichos cuestionarios, con enunciados parametrizados, funcionan en el entorno de Moodle con el soporte del programa de cálculo simbólico Wiris (www.wiris.com). Los resultados de la experiencia docente con esta metodología en una aula con 65 estudiantes y la comparación con los de semestres anteriores son claramente positivos: (a) el número de estudiantes que siguen la evaluación continua se mantiene estable; (b) la media de las notas de la evaluación continua aumenta de forma considerable; (c) el número de estudiantes que suspenden la asignatura se ha reducido significativamente y (d) la valoración que los estudiantes hacen de la asignatura, de sus contenidos y de los recursos que se ponen a su disposición ha mejorado notablemente.

Palabras clave: matemáticas en línea, feedback automático, cuestionarios parametrizables, autoaprendizaje interactivo, *Wiris Quizzes*



WIRIS QUIZZES: A CONTINUOUS ASSESSMENT SYSTEM WITH AUTOMATIC FEEDBACK FOR ONLINE MATHEMATICS

Abstract: In online engineering studies, the monitoring of the learning process as well as the assessment system are key aspects of teaching strategy. This paper examines a continuous assessment system with automatic feedback. It is based on *Wiris Quizzes* taken over the semester in a Mathematical Analysis course at the Open University of Catalonia. These tests, with parameterized statements, are completed in the Moodle environment with the symbolic calculator program Wiris (www.wiris.com). The results of the teaching experience in a virtual classroom with 65 students and the comparison with earlier semesters are clearly positive: (a) the number of students who follow continuous assessment remains stable; (b) the average of the continuous assessment marks increases considerably; (c) the number of students who fail has been reduced significantly, and (d) the satisfaction level of students regarding the subject, its contents and resources has improved notably.

Key words: online mathematics, automatic feedback, parameterized statements, interactive learning, *Wiris Quizzes*



WIRIS QUIZZES: UN SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA CON FEEDBACK AUTOMÁTICO PARA EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN LÍNEA

Fecha de recepción: 23/01/2013; fecha de aceptación: 08/05/2013; fecha de publicación: 30/07/2013

Remei Calm
calm@ima.udg.edu

Universitat de Girona

Ramon Masià
rmasia@uoc.edu

Universitat Oberta de Catalunya

Carme Olivé
carme.olive@urv.cat

Universitat Rovira i Virgili

Núria Parés
nuria.pares@upc.edu
Universitat Politècnica de Catalunya

Francesc Pozo
francesc.pozo@gmail.com
Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTECH

Jordi Ripoll
jripoll@ima.udg.edu
Universitat de Girona

Teresa Sancho-Vinuesa
tsancho@uoc.edu
Universitat Oberta de Catalunya



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-Vinuesa; Perez-Navarro, 2009), la organización y presentación de contenidos (Sancho; Masià, 2007), la estrategia docente y la interacción entre profesor y estudiantes (Barbera; Badia, 2005).

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 el seguimiento del ritmo de progreso del estudiante y la retroalimentación son elementos fundamentales de gran parte de los modelos educativos en línea, pensamos que es necesario introducir herramientas tecnológicas que permitan gestionar el acompañamiento de forma más eficiente y proporcionar un retorno al estudiante sobre aquello que ha hecho de manera inmediata y personalizada. En la experiencia que aquí se presenta se propone un ritmo de estudio regular, basado en la realización de ejercicios, con la finalidad de asimilar los contenidos de forma progresiva durante el semestre. Efectivamente, muchos estudios demuestran que la única forma de adquirir confianza en las propias capacidades para manipular objetos matemáticos y de lograr un nivel suficiente de dominio de los contenidos básicos es hacer, es explicar, es equivocarse (Prince, M.J. (2004)). Por este motivo la metodología de trabajo consiste en estudiar cada



tema a través de la realización de actividades y de cuestionarios de práctica que sirven para asimilar un contenido muy concreto. Con estos cuestionarios el estudiante recibe la corrección de manera inmediata, lo que afecta positivamente en la motivación para continuar el estudio de la asignatura, tal y como ya apuntaba otra experiencia de este tipo (Mateo-Sanz; Solanas; Puigjaner; Olivé, 2010). Pero además, los enunciados de los cuestionarios incluyen parámetros y, por lo tanto, el estudiante tiene a su alcance una cantidad ilimitada de ejercicios de los cuales recibe la corrección de forma automática. Su aplicación en un curso de iniciación a las matemáticas para la ingeniería en la Universitat Oberta de Catalunya ha dado excelentes resultados: los estudiantes tienen la oportunidad de regular su propio proceso de aprendizaje y el profesorado, tiene la posibilidad de detectar problemáticas y reaccionar con agilidad; por otro lado, fomenta las interacciones con contenido matemático tanto entre estudiantes como entre estudiante y profesor. Además, con esta estrategia docente, el número de estudiantes que abandonan la asignatura se ha reducido notablemente (Sancho-Vinuesa; Escudero-Viladoms, 2012).

2.- UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN CONTINUA Y EL AUTOAPRENDIZAJE BASADA EN LOS CUESTIONARIOS WIRIS QUIZZES.

2.1.- Descripción

La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior ha obligado a rediseñar estrategias de enseñanza y a elaborar nuevos contenidos. La estrategia docente que aquí se presenta ha sido aplicada en la asignatura de Análisis Matemático del Grado en Ingeniería Informática y en la asignatura Matemáticas II del Grado en Tecnologías de Telecomunicación, ambos grados de la Universitat Oberta de Catalunya.

A grandes rasgos, la asignatura se organiza en 14 semanas a través de una propuesta semanal de actividades orientada a mantener un ritmo de estudio regular. El sistema de evaluación consiste en un examen final presencial cuyo resultado puede matizarse con el de la evaluación continua, consistente en un conjunto de ejercicios que los estudiantes deben entregar durante el semestre. Con anterioridad a la utilización de wiris quizzes, había 3 o 4 pruebas de este tipo que contenían ejercicios similares a los del examen final y que eran corregidos por el profesor. Su resolución era publicada en el foro del aula y solamente, a requerimiento de un estudiante en particular, se daba respuesta personalizada. En la evaluación continua hemos sustituido las antiguas pruebas (denominadas pruebas de evaluación continua, PEC) por tres cuestionarios *Wiris Quizzes* repartidos a lo largo del curso. Los cuestionarios *Wiris Quizzes* (Wiris,

<http://www.wiris.com/es>) son cuestionarios diseñados en el entorno de Moodle, que cuentan con el soporte el programa de cálculo simbólico *Wiris cas*. La elección de *Wiris* se basa en que la Universidad tiene institucionalizado su uso y, por lo tanto, es el programa de cálculo simbólico natural para los estudiantes. Se listan a continuación algunas de sus características:

- *Cuestionarios autoevaluables*. Una de las principales características es la evaluación automática de la respuesta del alumno según criterios de equivalencia matemática. Esto quiere decir que el sistema es capaz de interpretar la respuesta dada por el estudiante, compararla con la solución dada y decidir si la respuesta y la solución son coincidentes. Por ejemplo, a la cuestión “Calcula la derivada de la función $\tan(x)$ ”, un estudiante podría contestar a través del editor “ $1 + \tan^2(x)$ ”. Pero quizás nuestra solución sería “ $\sec^2(x)$ ”. El sistema es pues capaz de interpretar ambas respuestas y concluir que son, de hecho, la misma.
- *Cuestionarios con enunciados que incluyen parámetros* (aleatoriedad). Esto permite generar enunciados con contenidos aleatorios. De este modo, aunque los estudiantes tengan la misma pregunta, sus contenidos serán distintos. Existen distintos grados de aleatoriedad. Por ejemplo: (a) aleatoriedad en uno o varios parámetros (sólo cambian parámetros en el problema); (b) aleatoriedad en la familia de funciones (se elige de forma aleatoria un tipo de funciones, por ejemplo polinómicas, trigonométricas, exponenciales, etc.); o (c) aleatoriedad en el tipo de problema o en su dificultad (integrales inmediatas, o integrales por partes).
- *Respuestas interpretables por el editor*. Como hemos dicho, dado que *bajo* los cuestionarios se encuentra el software de cálculo simbólico *Wiris cas*, las respuestas son interpretadas y *entendidas* desde el punto de vista matemático.

Las preguntas de los cuestionarios pueden ser de diversos tipos:

- *Verdadero / falso*. La respuesta a la pregunta planteada sólo admite estas dos respuestas.
- *Opción múltiple*. La o las respuestas a la pregunta planteada se eligen entre las dadas.
- *Emparejamiento*. Se pide que se establezca una asociación entre distintos elementos, dos a dos.
- *Respuesta corta simple*. Permite que el estudiante introduzca la respuesta que él desee, en un campo de texto.
- *Respuesta corta compuesta*. En este caso, se permite que el estudiante introduzca más de una respuesta en un mismo ejercicio, en un campo de texto.

- *Respuestas incrustadas.* Con este tipo de pregunta se permite que los diversos campos de respuesta aparezcan incrustados entre el texto de la pregunta.

Los cuestionarios más utilizados, por su versatilidad, como preguntas de autoevaluación son (a) opción múltiple, especialmente cuando se hace referencia a preguntas sobre el estudio de funciones, extremos, crecimiento, puntos de inflexión, concavidad, etc.; (b) respuesta corta simple o compuesta, en la mayoría de los problemas donde el resultado es fruto de varios cálculos; y (c) respuestas incrustadas, ya que permiten respuestas múltiples cerradas en el mismo texto en el que se formulan.

2.2.- *Elaboración de los cuestionarios*

La elaboración de los cuestionarios es la parte más laboriosa para el profesor. De hecho, el esfuerzo del profesor es directamente proporcional a la complejidad y a la cantidad de parámetros que se pretendan incluir. No obstante, como se comentará más adelante, el esfuerzo merece la pena. Este proceso de generación de una nueva pregunta se divide en varias etapas. En un ejemplo sencillo, éstas podrían ser:

1. Elegir el tipo de pregunta que se quiere crear (opción múltiple, respuestas incrustadas, etc.).
2. Dar un nombre que identifique la pregunta.
3. Escribir el cuerpo de la pregunta. En el cuerpo de la pregunta han de aparecer las variables o parámetros.
4. Escribir el nombre de la variable que contendrá la solución.
5. Generar el algoritmo que permite el cálculo de la solución, así como declarar qué valores pueden tomar los parámetros del problema.

Adicionalmente, en función de la respuesta del estudiante, se puede habilitar un sistema de ayuda progresivo.

2.3.- *Puntuación y retroalimentación*

Después de haber generado las distintas preguntas, se crea el cuestionario añadiendo las preguntas al cuestionario de Moodle. En este proceso deben definirse diferentes elementos que le acaban de dar forma:

- La fecha de publicación y la fecha límite para cerrar el cuestionario.
- El valor que se asigna a cada pregunta.
- El número de veces que se puede contestar cada pregunta.
- La penalización por error al contestar una pregunta incorrectamente.
- La retroacción que recibe el estudiante en función de la calificación obtenida.



En los cuestionarios que hemos generado, dada su doble función de herramienta de autoaprendizaje y de evaluación continua, hemos optado por un esquema en el que: (a) no existe limitación del número de veces que se puede contestar una pregunta; (b) no existe penalización por respuesta errónea; (c) a medida que van contestando el cuestionario, se les informa tanto de las respuestas correctas como de las incorrectas; (d) se pide a los estudiantes que, además de contestar el cuestionario, justifiquen suficientemente las respuestas dadas.



3 Puntos: --/2

a) Calcular la integral racional:

$$\int \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx$$

Denotando por F(x) la integral, calcular F(-7), F(7) y F(-7/4).

Dar los resultados que se piden:

F(-7):

F(7):

F(-7/4):

Respuesta corta simple

b) ¿Por qué motivo las siguientes integrales son impropias?

$\int_0^3 \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx$

$\int_3^{+\infty} \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx$

$\int_0^{+\infty} \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx$

Respuestas incrustadas

c) Aplicar el resultado del primer apartado al cálculo de las tres integrales impropias.

Dar los valores de las tres integrales a continuación:

$\int_0^3 \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx =$

$\int_3^{+\infty} \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx =$

$\int_0^{+\infty} \frac{1}{x^2 + 2 \cdot x} dx =$

FORMATO RESPUESTA: Si en algún apartado la respuesta es un número decimal debéis poner al menos 6 decimales correctos. Si en algún apartado la respuesta es $+\infty$ escribir **+infinity** (o **-infinity** en caso de menos infinito).

Explicar el proceso que habéis seguido para resolver el problema en el siguiente Editor de Wiris y después escribir la respuesta correcta en los recuadros correspondientes. En la explicación, ningún cálculo que hagáis con la Wiris se considerará una explicación válida. Las explicaciones tienen que ser solo vuestras.

Respuesta libre

Figura 1. Captura de pantalla de una de las preguntas del cuestionario *Wiris Quizzes*.



Al no limitar el número de intentos ni penalizarlos, los estudiantes continúan trabajando con el cuestionario hasta que lo completan correctamente. Esto permite que el cuestionario sea una herramienta de aprendizaje y no exclusivamente de evaluación. Puede verse una captura de pantalla de estos cuestionarios en la Figura 1.

3.- EXPERIENCIA EN EL AULA.

Los datos que se analizarán en la siguiente sección hacen referencia a la experiencia en un aula representativa de la asignatura *Análisis Matemático* de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. El número de estudiantes en esta asignatura se ha mantenido más o menos constante alrededor de los 65 matriculados en los últimos semestres (con un mínimo de 58 y un máximo de 75). El perfil de estos estudiantes, como en el resto de asignaturas de la UOC, es el de personas en activo que acabaron el bachillerato hace varios años y que por cuestiones mayoritariamente profesionales quieren mejorar su posición profesional cursando una titulación superior. En general, tienen los contenidos matemáticos bastante olvidados; incluso en algún caso, a punto de terminar la carrera, les queda pendiente el *Án*álisis, a pesar de tratarse de una asignatura obligatoria de primer año. Todas estas cuestiones hacen que, para los estudiantes, esta asignatura sea, de algún modo, un peaje a pagar para la obtención del título. La dinámica de trabajo en el aula varía de un grupo a otro. En el aula, el profesor dispone de un espacio llamado Tablón, donde informa de cuestiones generales de importancia diversa para el seguimiento de la asignatura. Pero el espacio de discusión matemática por excelencia es el Foro, donde tanto profesores como estudiantes plantean las dudas y comentarios sobre el temario. Por lo general, en aulas con un tamaño entorno a 65 estudiantes, la actividad en los Foros es intensa (más de 6 mensajes por estudiante), especialmente concentrada en las semanas en las que hay un cuestionario abierto para realizar.

4.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

A continuación se presentan y se analizan los resultados de la introducción de los cuestionarios *Wiris Quizzes* como herramienta de aprendizaje autónomo y de evaluación continua, en el segundo semestre del curso 2010-2011, detallada en la sección anterior. Aunque en los últimos semestres se han introducido otros cambios en la planificación de la asignatura (cambio de los materiales de estudio, uso de vídeos didácticos [8], cambio en la estructuración de las pruebas de evaluación continua), creemos que la información que podemos extraer del análisis de los datos puede ser significativa y relevante.



Cabe decir que la evaluación continua es voluntaria por parte del estudiante y consta de tres pruebas que han de ser completadas en un día concreto fijado con anterioridad. La nota final de la asignatura es el resultado de cruzar la nota de la evaluación continua con la nota del examen final. Para optar a una nota de evaluación continua, hay que haber entregado un mínimo de dos pruebas. En el caso de que no haya nota de evaluación continua, la nota final de la asignatura es directamente la nota del examen final.

4.1.- Seguimiento de la evaluación continua semestre a semestre

Los datos de seguimiento de la evaluación continua semestre a semestre se muestran en la Tabla I y en la Figura 2. En la Tabla I se encuentran dos columnas. La primera hace referencia al tanto por ciento de estudiantes que siguen la evaluación continua (EC), mientras que la segunda hace referencia a la proporción de estudiantes que superan la asignatura respecto de los que superan la evaluación continua. El porcentaje promedio de seguimiento se sitúa en torno al 71,9%. Por lo tanto, en los últimos dos semestres, puede verse que el porcentaje de seguimiento de la evaluación continua se mantiene alrededor de la media. Este dato es positivo, porque la dedicación de los estudiantes a la asignatura con el nuevo sistema de cuestionarios es mayor. De alguna manera, podemos decir que si se mantiene el porcentaje de seguimiento de una evaluación continua más exigente en tiempo, las horas de dedicación de los estudiantes a la asignatura aumentan en números absolutos.

TABLE I. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE SEGUIMIENTO DE LA EVALUACIÓN CONTINUA

	Seguimiento EC	Superan / Superan EC
2008-09/1	63,8	56,0
2008-09/2	71,2	70,1
2009-10/1	69,4	74,3
2009-10/2	73,9	75,0
2010-11/1	86,3	71,2
2010-11/2	73,1	57,7
2011-12/1	65,8	77,3

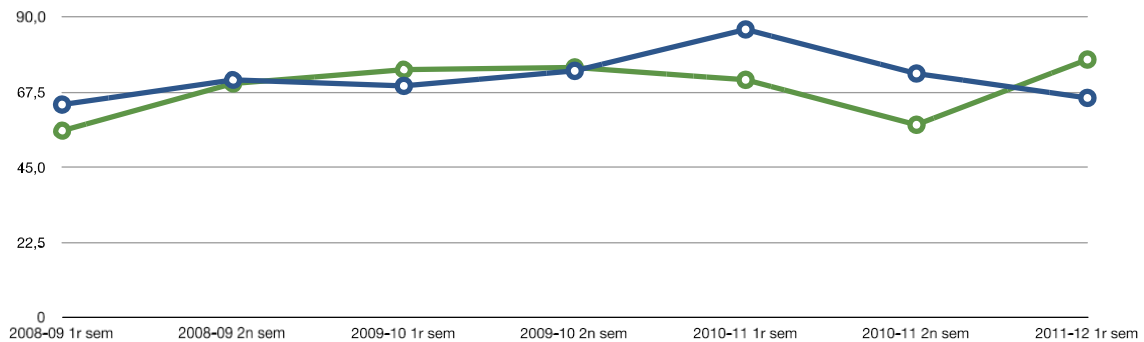


Figura 2. Evolución del número de estudiantes que siguen la evaluación continua (EC) respecto del número de matriculados (azul) y de la proporción de estudiantes que aprueban la asignatura respecto de los que aprueban la EC (verde).

En relación a los datos de la segunda columna, el valor promedio se sitúa alrededor del 69,2%. Este dato refleja lo importante que es el seguimiento de la EC de cara a aprobar la asignatura. Sería, en cierta manera, como un indicador del nivel de preparación que se consigue con la EC para preparar el examen final de la asignatura. En este caso, los datos del último semestre son muy esperanzadores, ya que el 77,3% de los estudiantes que superaron la EC, también superaron la asignatura. Este dato supera en más de 8 puntos porcentuales el valor promedio, y da a entender que este método está ayudando a los alumnos comprometidos y con interés por la asignatura a aprobarla, aunque sea a costa de dedicarle un tiempo extra.

4.2.- Distribución de notas de la evaluación continua semestre a semestre

En la Tabla II y en la Figura 3 se incluyen los datos de la distribución de notas de las últimas 8 pruebas de evaluación continua, PEC, (correspondientes al segundo semestre del curso 2010-2011, al primer semestre del curso 2011-2012 y al curso actual) y las notas finales de la evaluación continua incluyendo también el porcentaje de no presentados (N). La equivalencia entre las notas cualitativas y las notas cuantitativas sería, de forma aproximada, como sigue: A, entre 8,5 y 10; B, entre 6,5 y 8,5; C+, entre 5 y 6,5; C-, entre 3,5 y 5; y D, menor que 3,5. La primera PEC que se realiza con el método de los cuestionarios *Wiris Quizzes* corresponde a la PEC2 del primer semestre del curso 2011-2012. Las evaluaciones anteriores corresponden a pruebas entregadas en formato PDF a través de un sistema de recepción de documentos. El promedio de notas A en estas últimas

8 evaluaciones es de un 39%, mientras que este porcentaje es claramente superado en las últimas cuatro PEC con cuestionarios *Wiris Quizzes*, alcanzando cifras del 54%, 42%, 55% y 58%. Es quizás este el aspecto que llama más la atención: aunque el número de estudiantes que siguen la evaluación continua no aumenta (como se vio en la Figura 1), sí aumenta de forma notable la calificación de estas pruebas. Se puede decir, además, que esta mejora en la nota de las pruebas de evaluación continua tiene un reflejo en el resultado final de la asignatura, como se ha visto en la proporción de aprobados de la asignatura en relación al número de estudiantes que superan la evaluación continua.

TABLE II. EVOLUCIÓN PORCENTUAL DE LAS NOTAS DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA Y DE LA NOTA DE EVALUACIÓN CONTINUA. SE INCLUYE EL PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE NO LAS PRESENTAN.

	2010-11/2				2011-12/1				2011-12/2	
	P1	P2	P3	EC	P1	P2	P3	EC	P1	P2
A	33	18	37	27	15	54	42	26	55	58
B	24	24	19	30	28	7	8	29	18	12
C+	15	22	7	10	15	3	7	6	6	4
C-	3	4	3	1	14	0	0	3	1	0
D	1	4	1	4	4	3	3	3	3	0
N	24	27	31	27	24	33	39	33	16	25

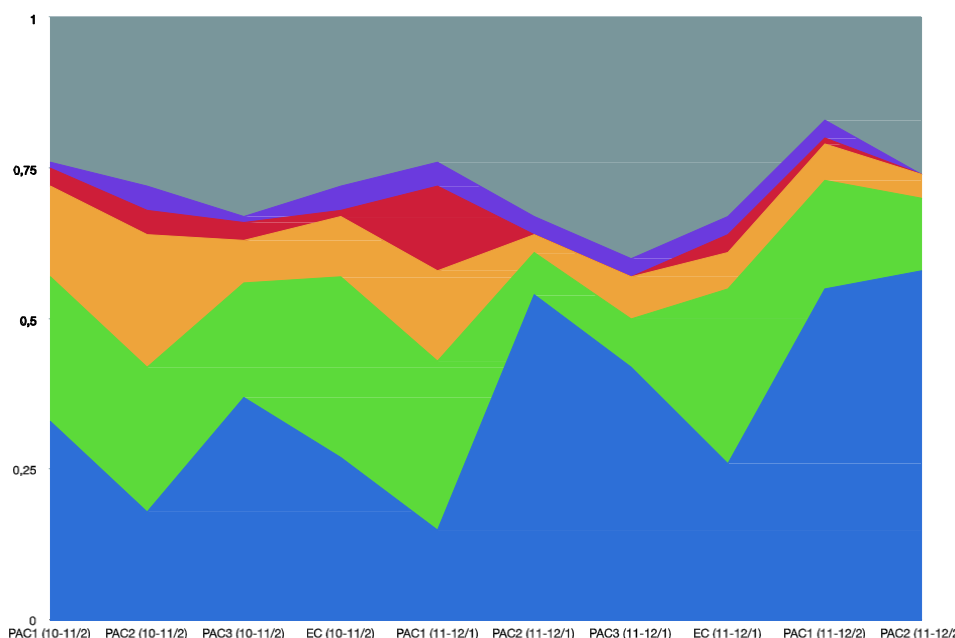


Figura 3. Evolución de las notas de las pruebas de evaluación continua (PAC, en sus iniciales en catalán) y de la nota de evaluación continua (EC). El código de colores es A (azul), B (verde), C+ (amarillo), D (lila) y N (gris).

En la Tabla III y en la Figura 4 se presentan estos mismos resultados sin tener en cuenta los estudiantes que no presentan las pruebas de evaluación continua. En estos gráficos aún es más claro el aumento significativo de las notas.

TABLE III. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA NOTAS DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA Y DE LA NOTA DE EVALUACIÓN CONTINUA, SIN INCLUIR A LOS NO PRESENTADOS. LOS CUESTIONARIOS SE IMPLANTAN A PARTIR DE LA PEC2 (11-12/1).

	2010-11/2				2011-12/1				2011-12/2	
	P1	P2	P3	EC	P1	P2	P3	EC	P1	P2
A	43	25	54	37	20	81	69	39	65	77
B	32	33	28	41	37	10	13	43	21	16
C+	20	30	10	14	20	4	11	9	7	5
C-	4	5	4	1	18	0	0	4	1	0
D	1	5	1	5	5	4	5	4	4	0

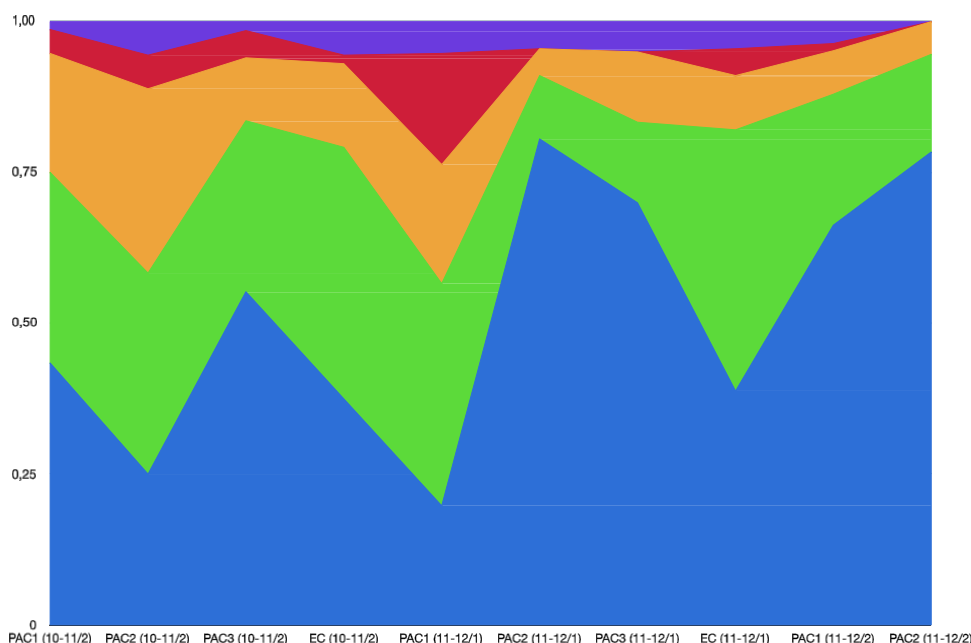


Figura 4. Evolución de las notas de las PEC (PAC, en sus iniciales en catalán) y de las notas de EC, sin tener en cuenta los estudiantes que no las presentan. El código de colores es A (azul), B (verde), C+ (amarillo) y D (lila). Los cuestionarios *Wiris Quizzes* se implantan a partir de la PAC2 (11-12/1).

Pero, ¿por qué este aumento en la promedio de notas de la evaluación continua? Según la experiencia en el aula, la actitud del estudiante es muy distinta ante una prueba estática (realizar un trabajo sin saber la solución) y la realización de un cuestionario con *feedback* automático. En el primer caso, el estudiante realiza las actividades sin saber si lo hace bien. Cuando entrega el trabajo, se libera de la carga. En el segundo caso, el estudiante recibe una retroacción inmediata en cada respuesta que introduce en el cuestionario. Si la respuesta es correcta, sigue avanzando. Si la respuesta es incorrecta, repasará los cálculos, buscará en los materiales o planteará una consulta en el Foro de la asignatura o al profesor. Y esto lo hace para cada problema, no quedando satisfecho hasta que no completa el cuestionario casi completamente. Claramente, el tiempo que se dedica a cada PEC es mayor que el dedicado en un sistema clásico de realización de ejercicios sin *feedback* automático.

4.3.- 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, consideran esta materia muy poco útil para su formación y difícil de superar. De hecho, es una asignatura que acostumbran a cursar en los últimos semestres aunque esté programada para el primer año. Si, además, tenemos en cuenta las restricciones de tiempo para el estudio nos encontramos con un contexto que marca definitivamente el éxito de una innovación docente como la que hemos presentado. Los resultados académicos de los estudiantes, medidos en función de la nota final de la asignatura, pueden encontrarse en la Figura 5.

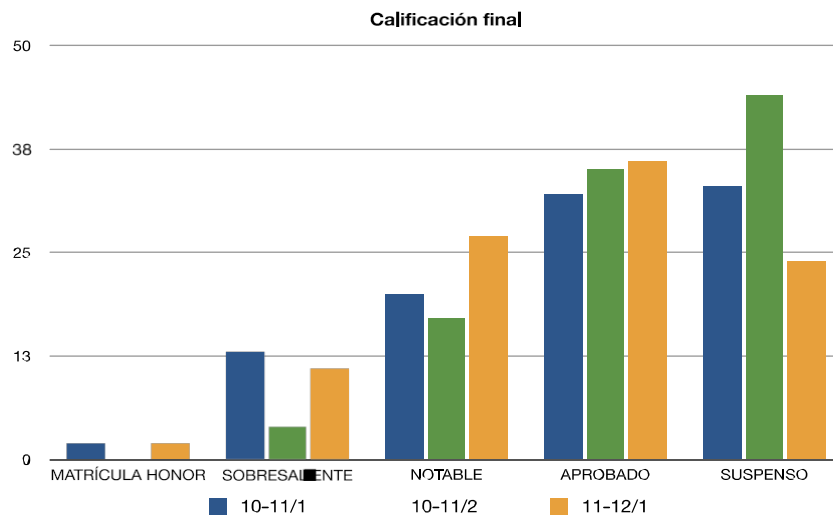


Figura 5. Distribución, en tanto por ciento, de las calificaciones finales en los tres últimos semestres.

En esta figura se muestra la evolución en los tres últimos semestres. Lo más significativo de los datos es la clara disminución del número de suspendidos, ya que se pasa de un 44% en el segundo semestre del curso 2010-2011 a tan sólo un 24% en el primer semestre del curso 2011-2012. El número de notables también aumenta de forma destacable. De alguna manera, y para relacionar los datos de seguimiento de la evaluación continua (Tabla I), la distribución de notas de esta evaluación continua (Tabla II) y los resultados académicos, podemos concluir que aunque no se consigue aumentar el número de personas que siguen

el modelo de evaluación continua, sí que mejoran las calificaciones de los que la siguen y esto tiene como consecuencia directa la disminución del número suspensos.

4.4.- Percepción del profesorado sobre la experiencia docente

La valoración de la experiencia por parte del profesorado se puede analizar desde dos perspectivas:

- *Cambio del rol del profesor.* Con el modelo de PEC clásica (entrega de la resolución de varios problemas en PDF), la mayor dedicación del profesor estaba centrada en la preparación de ejercicios y la corrección de las pruebas *a posteriori*. Dado el volumen de estudiantes, la respuesta a los estudiantes se hacía de forma general y, probablemente, con un impacto en su aprendizaje no muy alto. En la actualidad, con un sistema de evaluación con feedback automático el esfuerzo del profesor deja de estar en la corrección y se concentra en la comunicación con los estudiantes y a la dinamización del aula. Efectivamente, la cantidad de mensajes en el Foro y en el buzón personal del profesor es muy alto. El promedio de mensajes enviados en el Foro por estudiante matriculado fue en el segundo semestre del curso 2010-2011 de 3,19 mensajes por estudiante, mientras que en el primer semestre de la implantación de los cuestionarios esta cifra se ha doblado a 6,62 mensajes por estudiante. De este modo, la cantidad y calidad del tiempo invertido cambia radicalmente: el profesor se dedica a reconducir situaciones, orientar sobre el feedback proporcionado de forma automática en caso de duda, ampliar conceptos y añadir ejemplos.
- *Creación de contenidos.* A la dedicación a la comunicación con los estudiantes debe añadirse el tiempo de dedicación a la confección de los cuestionarios. Este enorme esfuerzo inicial implica, principalmente, dos mejoras sustantivas. Por un lado, se contribuye a la generación de una base de datos de ejercicios que recubren un amplio conjunto de contenidos de matemáticas básicas y, por la otra, se progresa en el planteamiento de nuevas estrategias didácticas y en una práctica docente reflexiva.

4.5.- Valoración de los estudiantes

Informe de satisfacción. Los estudiantes, al final del semestre y de forma voluntaria y libre, completan un informe de satisfacción con la asignatura. En este informe valoran de forma general la satisfacción con el contenido del curso, la acción del profesor, los recursos de enseñanza-aprendizaje y el sistema de evaluación. En la Figura 6 hemos representado la evolución de la percepción de los estudiantes en los tres últimos

semestres, siendo el último dato el que hace referencia al primer semestre de implantación de los cuestionarios *Wiris Quizzes*. Es destacable la mejora de la valoración de la asignatura. Pero de entre estos resultados cabe también señalar que la pregunta relacionada con la satisfacción general con los recursos de aprendizaje sea la mejor valorada, con un 79%. Entendemos que en esta pregunta se ha incluido la valoración que hace el estudiante del uso de las *Wiris Quizzes* como herramienta de aprendizaje y autoevaluación.

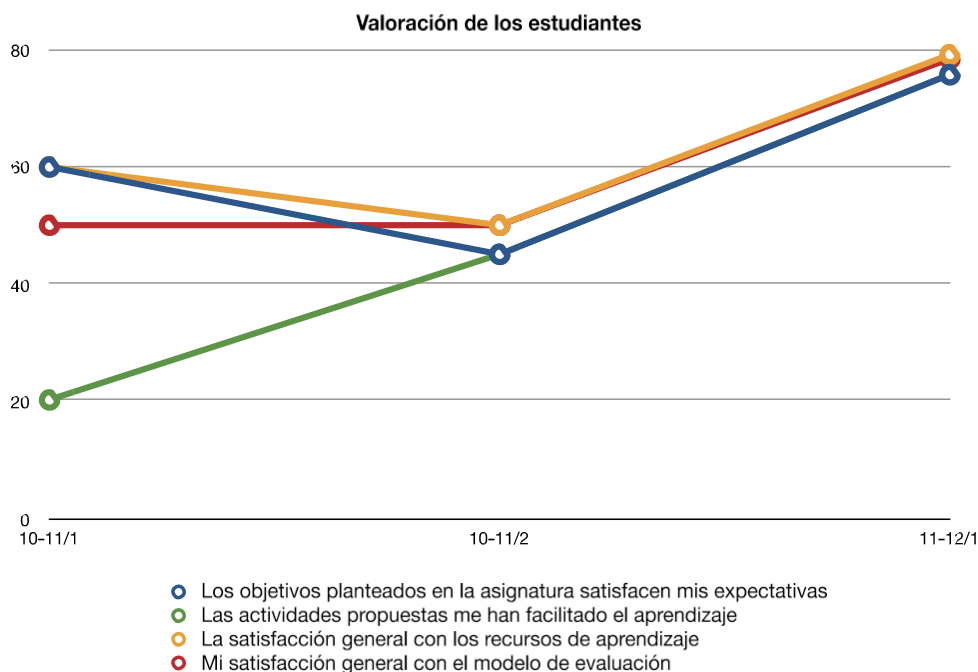


Figura 6. Valoración de los estudiantes en relación a diversos aspectos de la actividad docente y los recursos utilizados, en los tres últimos semestres.

Respuestas abiertas. En el mismo informe de evaluación los estudiantes pueden dar respuestas libres y dejar constancia de su opinión. Algunas de las positivas son:

- “Ha sido de gran ayuda haber realizado las PEC con Moodle [*Wiris Quizzes*]”
- “Las PEC en Moodle ayudan mucho al aprendizaje, son una gran herramienta”
- “Destacable la realización de 2 PEC con Moodle”
- “El uso del Moodle para las PEC me ha parecido genial”

5.- CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURO

El diseño e implementación de los materiales de estudio de las asignaturas de análisis matemático 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.

En el primer semestre del curso 2011-2012 se ha introducido una herramienta novedosa que sirve, por un lado, como material de autoaprendizaje y, por otro, como instrumento de evaluación automática. Dicha herramienta proporciona cuestionarios cuyos enunciados están parametrizados y proporciona feedback automático a las respuestas dadas por los estudiantes. Puesto que *Wiris cas* es el programa de cálculo simbólico que la sostiene, dichas respuestas pueden ser interpretadas por el editor.

Aunque un volumen de datos superior daría mayor consistencia a los resultados obtenidos, es posible concluir que: (a) el número de estudiantes que siguen la EC se mantiene estable; (b) la distribución de notas de la EC aumenta de forma considerable; (c) el número de estudiantes que suspenden la asignatura se ha reducido significativamente y (d) la valoración que los estudiantes hacen de la asignatura, de sus contenidos y de los recursos que se ponen a su disposición ha mejorado notablemente. De forma más general, se puede decir que: (a) este sistema de evaluación es más eficiente, ya que sólo siguen la EC los que tienen posibilidades de aprobar; (b) los resultados son más homogéneos, lo que nos hace pensar que el progreso en la asignatura se hace de forma más uniforme; y (c) aunque la dedicación del estudiante es mayor, la valoración de los estudiantes es muy superior.

La experiencia en el aula con el uso de esta herramienta ha permitido reflexionar sobre distintos aspectos del aprendizaje de contenidos matemáticos en línea: tipología de los recursos de aprendizaje, importancia de la actividad continuada con feedback inmediato y rol del profesorado. Estas problemáticas pueden abordarse desde distintas perspectivas y, tanto desde el ámbito de la innovación como también desde la investigación en educación matemática en línea, pueden hacerse aportaciones que contribuyan a la mejora de la calidad docente. En este sentido, apuntamos dos líneas principales de actuación. Por un lado la ampliación de la base de datos existente, la creación de cuestionarios adaptativos que permitan personalizar la actividad del estudiante y la ampliación de este



repositorio con otro tipo de recursos (por ejemplo, resoluciones de ejercicios en vídeo que permitan buscar y seleccionar ejercicios similares a los de los cuestionarios). Esta experiencia ya se ha empezado a trabajar durante el presente curso con resultados también muy prometedores (Calm; Masià; Olivé; Parés; Pozo; Ripoll; Sancho-Vinuesa, 2012). Por otro, reflexionar sobre la conveniencia de utilizar estos cuestionarios con fines distintos y avanzar en el diseño de nuevas estrategias docentes, tanto en entornos virtuales como en entornos semipresenciales. El análisis e interpretación de los datos de la experiencia en las aulas serán fundamentales en la toma de decisiones de los equipos docentes y, en definitiva, en el rendimiento académico de los estudiantes de matemáticas de carreras científicas y tecnológicas.

6.- BIBLIOGRAFÍA.

Sancho-Vinuesa, T. & Perez-Navarro, A. (2009). Problems posed by Mathematical Notation in E-learning: Transcription and Edition of Formulae. En actas del *7th International Symposium on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA 2009*.

Sancho, T & Masià, R. (2007). A virtual learning environment for pregraduate mathematical students". En actas del *6th European Conference on e-Learning* (pp. 545-553). Academic Conferences Limited. ISBN: 978-1-905305-57-5 cd

Barbera, E. & Badia, A. (2005). Hacia el aula virtual: actividades y aprendizaje en la red. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(9), 1-22. ISSN: 1681-5653.

Prince, M.J. (2004) Does Active Learning Work? A Review of the Research. *J. Engr. Education*, 93(3), 223-231.

Mateo-Sanz, J.M. & Solanas, A. & Puigjaner, D. & Olivé, C. (2010) Refining Statistical Problems: A Hybrid Problem-Based Learning Methodology to Improve Students' Motivation. *Int. J. Engng. Ed.* 26(3), 667-680.

Sancho-Vinuesa, T. & Escudero-Viladoms, T. A Proposal for Formative Assessment with Automatic Feedback on an Online Mathematics Subject" [online article]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 2, pp. 240-260 UOC. [Accessed: 01/01/13].<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n2-sancho-escudero/v9n2-sancho-escudero-eng>>



Wiris, <http://www.wiris.com/es>

Calm, R. & Masià, R. & Olivé, C. & Parés, N. & Pozo, F. & Ripoll, J. & Sancho-Vinuesa, T. (2012) La eficacia del video en el aprendizaje de matemáticas en línea: la experiencia en las ingenierías de la Universitat Oberta de Catalunya. En *XIV Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE*. Andorra.

Para citar el presente artículo puede utilizar la siguiente referencia:

Calm, R., Masià, R., Olivé, C., Parés, N., Pozo, F., Ripoll, J. y Sancho-Vinuesa, T. (2013). Wiris Quizzes: un sistema de evaluación continua con feedback automático para el aprendizaje de matemáticas en línea. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 14(2), 452-472 [Fecha de consulta: dd/mm/aaaa].
http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/10239/10683