

Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»**ARTÍCULO**

Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería

Mónica Blanco

monica.blanco@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

Marta Ginovart

marta.ginovart@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

Fecha de presentación: julio de 2011
Fecha de aceptación: noviembre de 2011
Fecha de publicación: enero de 2012

Cita recomendada

BLANCO, Mónica; GINOVART, Marta (2012). «Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 166-183 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart/v9n1-blanco-ginovart>> ISSN 1698-580X

Resumen

En el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior, en el que la evaluación formativa desempeña un papel esencial, es necesario explorar nuevas herramientas con el fin de implementar estrategias innovadoras de seguimiento y evaluación de los estudiantes. El módulo de cuestionarios en el entorno Moodle representa una alternativa frente a las metodologías tradicionales, como pueden ser las pruebas escritas. En el marco de las ayudas para la mejora de la docencia concedidas por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC), durante el curso académico 2008/2009 se llevó a cabo un proyecto docente cuyo objetivo principal era el diseño de preguntas tipo test y su posterior implementación en cuestionarios del entorno Moodle para asignaturas de matemáticas y estadística correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería. Con los resultados de los cuestionarios realizados por los estudiantes, se vio que era conveniente analizar y revisar su fiabilidad y adecuación para avalar estas actividades de evaluación del proceso de aprendizaje. El análisis de los coeficientes psicométricos facilitados por Moodle resultó ser una herramienta útil a la hora de valorar si las cuestiones propuestas tenían el nivel de dificultad adecuado y si, en consecuencia, eran convenientes para discriminar entre buenas y malas prácticas. En el marco de otro proyecto, también subvencionado por la UPC, durante el siguiente curso académico 2009/2010 se revisaron de forma exhaustiva los cuestionarios implementados con el fin de mejorar su eficiencia como herramienta de evaluación. En este trabajo se presentan: i) los resultados de los cuestionarios realizados por los estudiantes durante esos dos cursos académicos en las asignaturas Matemáticas 1 y Matemáticas 2 de primer año de los cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona de la UPC, así como la opinión de los estudiantes sobre este tipo de actividad, ii) la revisión y adaptación de los cuestionarios a partir de los índices psicométricos para mejorar su eficiencia. Finalmente, a partir de los resultados analizados se hace una reflexión sobre la conveniencia de utilizar este tipo de herramientas para la evaluación formativa de los estudiantes.

Palabras clave

matemáticas, cuestionarios, Moodle, evaluación, análisis psicométrico

On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses

Abstract

Given the importance of formative assessment in the context of the European Higher Education Area, it is necessary to explore new tools to implement innovative strategies for the formative assessment of students. Moodle's quiz module represents an alternative to traditional tools, such as paper-and-pencil tests. In 2008, we carried out a project subsidised by the Institute of Education Sciences at the Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC), the main aim of which was to elaborate a number of Moodle question pools and to design, implement and assess a series of quizzes from these pools. The project covered the compulsory undergraduate subjects in applied mathematics included in the first- and second-year syllabuses for all branches of Engineering. From the students' results, it was then necessary to examine and revise the reliability of the quizzes as an assessment tool of the teaching and learning process. The analysis of the psychometric coefficients provided by Moodle proved to be a useful tool for assessing whether the questions had an appropriate level of difficulty and were suitable for discriminating between good and bad performers. Taking into account the psychometric analysis of this first project, in 2009 we initiated a new project, in which we planned to revise thoroughly the quizzes created in the former project, to improve their suitability as an assessment tool. This paper shows: i) the students' results in the quizzes performed in the two academic years in the courses Mathematics 1 and Mathematics 2 – both taught in the first year of the four bachelor's degree programmes in Biological Systems Engineering organised by the School of

Agricultural Engineering of Barcelona at the UPC, as well as the students' attitudes towards activities of this kind; and ii) the revision and fine-tuning of the quizzes from the psychometric analysis to improve their reliability. Finally, the analysis of the results reported leads to a discussion on the advisability of using this tool for the formative assessment of students.

Keywords

mathematics, quizzes, Moodle, assessment, psychometric analysis

1. Introducción

La declaración de Boloña y la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en 2010 han dado lugar a cambios cruciales tanto en los currículos como en las metodologías de enseñanza y aprendizaje de los estudios universitarios (ENQA, 2005). El EEES fomenta un sistema centrado en el alumnado y basado en la carga de trabajo necesaria para lograr los objetivos fijados en los programas de estudio. Estos objetivos deberían articularse en función de los resultados del aprendizaje que debe adquirirse. Se entiende por resultados de aprendizaje una serie de competencias que expresarán lo que el estudiante sabrá, entenderá y será capaz de hacer una vez concluido el proceso de aprendizaje. Las competencias representan una combinación dinámica de cualidades, habilidades y actitudes, que deberían corresponderse con unos resultados de aprendizaje determinados. En este marco, la carga de trabajo estudiantil consiste en el tiempo necesario para llevar a cabo todas las actividades de aprendizaje previstas como asistencia a conferencias, participación en seminarios, estudio independiente y privado, preparación de proyectos y exámenes. La evaluación de los alumnos es una piedra angular del EEES, y su finalidad es «medir los logros en los resultados de aprendizaje previstos y otros objetivos de los programas» (ENQA, 2005). Las directrices de la ENQA relativas a la evaluación del alumnado se refieren también a los procedimientos idóneos que deberían seguirse en los procesos evaluativos.

Según las directrices del EEES, está claro que las prácticas formativas son un factor fundamental de la evaluación del alumnado. Entre los diferentes aspectos que los docentes deben tener en cuenta al diseñar y desarrollar herramientas para la evaluación formativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje, queremos destacar los siguientes: i) la reflexión sobre las acciones antes, durante y después del proceso de aprendizaje, tanto por parte del profesorado como del alumnado; ii) la evaluación de los resultados así como de los procesos del aprendizaje; iii) la información necesaria para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje; iv) la incorporación de procedimientos para la autoevaluación y la autoregulación de los alumnos; y v) los criterios de evaluación, que deben ser explicados y compartidos con los estudiantes.

Por otra parte, varios estudios han puesto de relieve el papel cada vez más importante de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el campo de la evaluación (Delgado y Oliver, 2006; Graff, 2004; Steegmann *et al.*, 2008), hasta el punto de que la *evaluación virtual* ha pasado a ser

un nuevo elemento del ámbito educativo (Brinck y Lautenbach, 2011; Crews y Curtis, 2011; Daly *et al.*, 2010; Ferrão, 2010). Teniendo en cuenta la importancia de la evaluación formativa dentro del EEES, es fundamental explorar nuevas estrategias de evaluación para mejorar los métodos evaluativos. Tal como destaca Ferrão (2010), el sistema de evaluación virtual debe contar con el hardware y el software necesarios para la creación y la administración de pruebas.

La mayoría de universidades españolas ha adoptado el sistema de gestión de aprendizaje (SGA) del entorno Moodle como ayuda al profesorado para crear cursos en línea –asegurando su calidad– y gestionar los resultados del aprendizaje (Steggmann *et al.*, 2008). En este estudio nos centramos en el módulo de cuestionarios del entorno Moodle. Este módulo permite crear cuestionarios con diferentes tipos de preguntas, adaptados a los objetivos específicos de cada una de las etapas del proceso de enseñanza y aprendizaje, que proporcionan un retorno de información automático y rápido. El módulo de cuestionarios del entorno Moodle es una potente herramienta de control y diagnóstico del aprendizaje y constituye una alternativa a los cursos presenciales tradicionales y a los exámenes escritos. En cuanto a la calidad del sistema de evaluación virtual, este módulo de cuestionarios ofrece métodos estadísticos para medir la fiabilidad de las pruebas (Ferrão, 2010). Se ha afirmado que, en relación con el uso de las TIC, se borra la frontera entre la evaluación formativa y la evaluación sumativa (Daly *et al.*, 2010). No obstante, si las tecnologías se utilizan para realizar periódicamente actividades de evaluación de bajo impacto, pueden contribuir a la evaluación formativa. Los cuestionarios del entorno Moodle no solo han demostrado ser útiles para llevar a cabo dichas actividades evaluativas sino que además pueden modificarse y adaptarse según las necesidades de los estudiantes. Tal como dicen Daly *et al.* (2010), la versatilidad es una característica clave de la evaluación virtual, ya que por un lado el alumno utiliza el retorno de información formativamente para adaptar sus concepciones y su forma de enfocar las tareas, y por el otro, le sirve al profesor para adaptar el trabajo a las necesidades de sus alumnos. Somos conscientes de que últimamente se ha extendido mucho el uso de cuestionarios como herramientas de evaluación (Ferrão, 2010). Sin embargo no tenemos noticia de que se haya realizado ningún estudio sobre cómo aprovechar al máximo los índices psicométricos para mejorar los cuestionarios implementados en las asignaturas universitarias de matemáticas.

Este estudio da cuenta de los principales resultados obtenidos en dos proyectos educativos en los que se han implementado los cuestionarios del entorno Moodle como herramientas para la evaluación virtual formativa de dos asignaturas universitarias obligatorias de matemáticas. Los objetivos de estos proyectos son:

1. Diseñar una serie de cuestionarios para evaluar periódicamente los temas de las dos asignaturas, con el subsiguiente análisis de los resultados de aprendizaje de los estudiantes y su correlación con otras actividades de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas, y recoger la opinión de los estudiantes sobre la evaluación virtual.
2. Realizar un análisis psicométrico para obtener información sobre las actividades de aprendizaje con la finalidad de adaptarlas a las necesidades del alumnado y depurar y mejorar así su fiabilidad como herramientas para la evaluación virtual formativa.

2. Material y métodos

Desde 2009, la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB) de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC) ofrece cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas: Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroambiental y del Paisaje, Ingeniería Alimentaria e Ingeniería de los Sistemas Biológicos. Los cursos primero y segundo de los cuatro grados tienen una serie de asignaturas obligatorias comunes, cada una de las cuales proporciona seis créditos del sistema europeo de transferencia de créditos (ECTS). Matemáticas 1 y Matemáticas 2, que se cursan en el primer año, pertenecen al grupo de estas asignaturas comunes a las cuatro titulaciones. Conviene puntualizar aquí que el perfil eminentemente biológico de la ESAB seguramente ha contribuido al escaso interés del alumnado por las áreas de matemáticas y estadística, lo cual explica el bajo índice de aprobados en estas materias. Para mejorar los resultados del aprendizaje y la motivación, decidimos iniciar una serie de tareas de baja repercusión que incentivarán al alumnado (Lim *et al.*, 2011). No obstante, si además de cumplir las pautas del ECTS relativas a evaluación, aumentaba cada vez más el número de alumnos, sin duda la carga de trabajo sobre los profesores también aumentaría. Para realizar una evaluación continua de nuestros estudiantes, sin tener que invertir una gran cantidad de tiempo en evaluar pruebas, parecía conveniente recurrir a las herramientas virtuales disponibles.

En el año 2005, la UPC empezó a utilizar Moodle, SGA de código abierto que contiene una amplia variedad de herramientas para la docencia (Cole, 2005). Para obtener los máximos beneficios de las herramientas disponibles, empezamos a investigar las prestaciones de Moodle en cuanto a evaluación. En 2008/2009 realizamos un proyecto, financiado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC, cuyo principal objetivo era diseñar, elaborar e implementar un banco sustancial de preguntas para integrar en los cuestionarios de Moodle (*Creació de qüestionaris des de l'entorn Moodle per a assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria*). El ámbito de aplicación del proyecto eran las asignaturas de matemáticas aplicadas comunes a los dos primeros cursos de las titulaciones de Ingeniería. En la práctica, se centraba principalmente en Matemáticas 1 (M1) y Matemáticas 2 (M2), dos asignaturas obligatorias para todos los estudiantes matriculados en la ESAB. En este proyecto analizamos las respuestas de los estudiantes y realizamos un análisis psicométrico para identificar la eficacia de las preguntas formuladas en los cuestionarios. Es importante recalcar que un año antes de que se implantara el nuevo sistema de grados se llevó a cabo una experiencia preliminar con un pequeño grupo de alumnos. Dicha experiencia inicial parecía indicar que los cuestionarios de Moodle eran realmente útiles para aumentar el interés del alumnado en las asignaturas de matemáticas.

Sin embargo, es fundamental recordar que todo el proceso requiere una revisión y una actualización continuas. Por ello, gracias al trabajo de evaluación de las distintas experiencias en Matemáticas 1 y Matemáticas 2, el equipo de investigación pudo conocer mejor el proceso evaluativo en su totalidad.

A partir de estas primeras experiencias, decidimos crear unos cuestionarios mejores y más adecuados a las asignaturas de matemáticas mencionadas. El análisis psicométrico que ofrece Moodle resultó ser una herramienta muy útil para evaluar si las preguntas servían para discriminar entre buenas y malas habilidades matemáticas y si el nivel de dificultad de las preguntas era el adecuado.

Teniendo en cuenta el análisis psicométrico de aquel primer proyecto, en 2009/2010 emprendimos un nuevo proyecto cuyo objetivo era someter los cuestionarios creados para el primer proyecto a una revisión exhaustiva con la finalidad de mejorar su fiabilidad como herramientas de evaluación (*Revisió i millora de l'eficiència de qüestionaris MOODLE implementats en assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria*).

Para supervisar el progreso de los estudiantes en las diferentes etapas de su proceso de aprendizaje (Heck y Van Gastel, 2006), creamos cuestionarios para ser utilizados en diferentes contextos: pruebas diagnósticas y de evaluación de conocimientos adquiridos, sesiones en aulas de ordenadores y pruebas de recapitulación al término de los módulos. Nuestra contribución se centra en el conjunto de cuestionarios de Moodle diseñados para ser contestados en casa como actividades encomendadas y en un tiempo determinado. Los temas de cada uno de los cuestionarios para Matemáticas 1 y Matemáticas 2 se correspondían con los objetivos de aprendizaje y los resultados esperados de estas asignaturas (Tablas 1 y 2). Puesto que distintos modos de formular las preguntas permiten desarrollar diferentes habilidades (Smith *et al.*, 1996; Blanco *et al.*, 2009), se utilizaron diferentes tipos de pregunta: respuesta múltiple, verdadero o falso, respuesta numérica, emparejamientos y respuesta incrustada (*cloze*) (Tabla 3).

Para la evaluación sumativa de ambas asignaturas se aplica una fórmula ponderada que computa como sigue: dos o tres pruebas escritas durante el semestre (45%); un examen final escrito acumulativo (40%); sesiones en el aula de ordenadores (5%); cuestionarios (5%); y varias tareas para hacer en casa y trabajos de curso (5%). Dentro de este marco es donde debemos considerar los cuestionarios.

Tabla 1. Temas incluidos en los cuestionarios de Matemáticas 1

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Funciones de una variable real	Funciones de varias variables reales	Determinantes y sistemas de ecuaciones lineales	Números complejos	Optimización de funciones de una variable real	Optimización de funciones de varias variables reales

Tabla 2. Temas incluidos en los cuestionarios de Matemáticas 2 (EDOs: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias)

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Integración básica por sustitución	Integración por sustitución	Integración por partes	Integración por fracciones parciales	Temas generales sobre EDOs	EDOs separables	EDOs homogéneas	

Tabla 3. Número de preguntas y tipos de preguntas del primer proyecto (los cambios introducidos en el segundo proyecto van entre paréntesis)

	Número de preguntas	Opciones múltiples	Verdadero/falso	Emparejamientos	Respuesta breve/Numérica	Incrustadas
M1	83	65 (60)	10 (18)	3	5 (2)	
M2	59	19	38			2

3. Resultados y discusión

Los cuestionarios de Moodle, en tanto que herramientas interactivas y dinámicas, tienen un impacto sobre la actitud del profesorado y del alumnado respecto a la evaluación asistida por ordenador. Por otra parte, teniendo en cuenta que en los últimos años se ha incrementado el número de matrículas universitarias, debemos cumplir las directrices que marca el EEES (ENQA 2005) con grupos de sesenta alumnos o incluso más. Por esta razón, una de las ventajas de las evaluaciones automáticas mediante cuestionarios es que los profesores ganamos un tiempo que podemos dedicar a otros aspectos del proceso de aprendizaje (Blanco *et al.*, 2009). Como hemos comentado anteriormente, el sistema de gestión del aprendizaje (SGA) de la UPC –Atenea– se basa en Moodle. Desde el principio la estrategia de la universidad ha sido fomentar entre profesores y alumnos el uso de este sistema de gestión para avanzar en el proceso de enseñanza y aprendizaje como se entiende dentro del EEES. El uso del módulo de cuestionarios de Moodle, tal como se describe en este trabajo, es, pues, un paso en esta dirección. El trabajo se organiza a continuación en los siguientes subapartados: en el primero se analizan los resultados de los estudiantes obtenidos en los cuestionarios de los dos cursos académicos (2009/2010 y 2010/2011). En el segundo se presentan los principales resultados del análisis psicométrico de los cuestionarios. En el tercer y último subapartado se discute la opinión de los estudiantes sobre los cuestionarios.

3.1. Análisis de los resultados de los estudiantes

En el contexto de nuestros proyectos, el módulo de cuestionarios Moodle nos proporcionó información sobre las preguntas que nuestros estudiantes respondían mal o parcialmente bien, sobre resultados globales de los cuestionarios y sobre respuestas individuales. En ambos proyectos realizamos un análisis de regresión lineal relacionando la media de las puntuaciones obtenida en los cuestionarios con la nota final en Matemáticas 1 y Matemáticas 2, para cuyo cálculo se aplicó la fórmula ponderada mencionada anteriormente (Figura 1). En conjunto, el análisis fue significativo y mostró una buena correlación lineal positiva, con los siguientes coeficientes de correlación: 0,69 (p -valor $<0,001$) para M1 en 2009/2010 (con $N_1=91$ estudiantes); 0,55 (p -valor $<0,001$) para M2 en 2009/2010 (con $N_2=78$ estudiantes); 0,44 (p -valor $<0,001$) para M1 en 2010/2011 (con $N_3=176$ estudiantes); y 0,67 (p -valor $<0,001$) para M2 en 2010/2011 (con $N_4=154$ estudiantes). Vistos estos resultados, nuestra conclusión fue que los cuestionarios de Moodle pueden considerarse una herramienta útil para que los estudiantes conozcan su evolución y su rendimiento durante su proceso de aprendizaje, en sintonía con lo que comenta Ferrão (2010).

Es interesante indicar que, a partir de los datos, pueden identificarse las distintas estrategias de los estudiantes para superar la asignatura. Los diferentes comportamientos explican algunas de las observaciones atípicas o extremas recogidas durante los dos cursos académicos estudiados. El curso 2009/2010 fue excepcional porque en las dos asignaturas todos los alumnos eran nuevos, es decir no hubo ningún alumno que repitiese la asignatura. En cambio, en el curso siguiente en una misma clase había alumnos nuevos y alumnos repetidores. Es destacable el comportamiento

de los que repetían la asignatura; los resultados de sus cuestionarios fueron diferentes a los de los alumnos nuevos (Figura 1). Por otra parte, es evidente que los resultados de Matemáticas 2 fueron mejores que los de Matemáticas 1, sobre todo en 2009/2010, lo cual es comprensible en el siguiente contexto: i) los temas tratados en esta segunda asignatura de matemáticas son de distinta naturaleza que los de la primera, ya que algunos temas son nuevos para todos los alumnos y, en cierto modo, independientes de los tratados en los cursos previos de matemáticas en bachillerato (Tablas 1 y 2); ii) los alumnos de Matemáticas 2 ya habían cursado una asignatura de matemáticas previa y, por lo tanto, ya habían aprendido a adaptarse bien al entorno; y iii) los alumnos que optan por una segunda asignatura de matemáticas son los que han logrado un buen rendimiento en el semestre anterior (es decir, han aprobado Matemáticas 1) o, en el caso de repetir la asignatura, posiblemente tienen ciertas ventajas sobre aquellos alumnos que cursan la asignatura por primera vez. Este aspecto resulta mucho más evidente en 2010/2011, Matemáticas 2, como puede verse en la Figura 1. Los cuatro diagramas de dispersión muestran una mayor concentración de puntos en la primera y la tercera sección. Es cierto que en Matemáticas 2 en 2010/2011 las notas se concentran principalmente en la primera sección. Ello significa que la mayoría de los estudiantes que contestó a nuestros cuestionarios superó tanto los cuestionarios como la asignatura en general, lo cual es otro argumento a favor de la particular naturaleza de Matemáticas 2 observada en el segundo año académico.

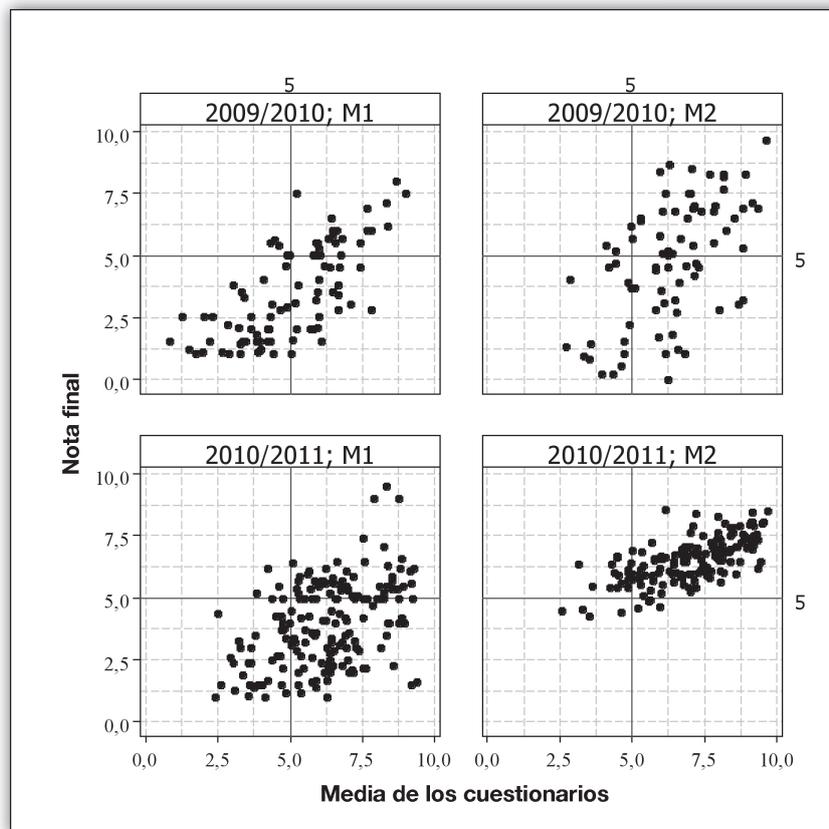


Figura 1. Diagramas de dispersión de la media de las puntuaciones de los estudiantes en los cuestionarios y de la nota final en ambas asignaturas (M1: Matemáticas 1, y M2: Matemáticas 2) en 2009/2010 y 2010/2011.

3.2. Análisis psicométrico

Como afirma Ferrão (2010), el sistema evaluativo virtual ofrece un conjunto de herramientas para analizar la fiabilidad de las pruebas y, por consiguiente, asegurar la calidad del sistema. El análisis psicométrico es una gran herramienta para evaluar la fiabilidad de los cuestionarios como instrumentos de medición del desempeño, la actitud y las habilidades de los alumnos (Heck y Van Gastel, 2006). El propio módulo de cuestionarios de Moodle, mediante una herramienta específica psicométrica, realiza el análisis de ítems de un cuestionario. Una vez concluido el análisis de ítems, el módulo permite exportar todos los informes estadísticos a una hoja de cálculo, lo cual facilita el manejo de la información.

En este apartado examinamos dos de los parámetros que ofrece el análisis de ítems de los cuestionarios: el índice de facilidad (IF) y el coeficiente de discriminación (CD). Estos parámetros, calculados según la teoría clásica de pruebas, nos ayudan a saber si las preguntas están bien seleccionadas para demostrar conceptos y si su nivel de dificultad es el idóneo, y también si las preguntas permiten discriminar entre buenas y malas habilidades de los alumnos. El IF describe la dificultad global de las preguntas. Este índice representa la proporción de estudiantes que responden correctamente a una pregunta. En principio, un IF muy alto o muy bajo indica que una pregunta no es útil como instrumento de medición. El CD es un coeficiente de correlación entre las notas obtenidas en el ítem y en el cuestionario en su conjunto, y adopta valores entre -1 y +1. Esta es otra medida de la capacidad discriminadora del ítem para diferenciar entre estudiantes eficientes y menos eficientes. A pesar de que los ítems de discriminación no son completamente fiables (Burton, 2001), optamos por el CD porque es una de las herramientas disponibles en Moodle. Además, puesto que los cuestionarios no contienen temas dispares, como muestran las Tablas 1 y 2, cumplen una de las condiciones que indica Burton (2001) para aplicar un análisis de discriminación por ítems más fiable.

Al principio del primer proyecto, decidimos agrupar los valores del CD en tres categorías: baja ($CD < 0,33$), media y alta ($CD > 0,66$). Para descartar las preguntas con valores de IF que eran o demasiado bajos o demasiado altos, el límite se fijó en 15 y 85 respectivamente. Los cuestionarios que contenían pocas preguntas cuyos valores del IF oscilaban entre 15 y 85 debían ser reelaborados, y lo mismo en el caso de los cuestionarios con unos valores del CD bajos. En 2009/2010, nos propusimos el objetivo de revisar y volver a diseñar aquellos cuestionarios con valores del CD bajos o con valores del IF que eran o demasiado bajos o demasiado altos.

En el caso de Matemáticas 1, a partir de la información proporcionada por Moodle, solamente había que reescribir las preguntas con valores del IF muy bajos o muy altos, y lo mismo con las que presentaban valores del CD bajos. En Blanco y Ginovart (2010b) se describe detalladamente cómo se realizó la revisión de las preguntas. Una vez finalizada la revisión, los cuestionarios volvieron a implementarse y se realizó un nuevo análisis psicométrico. En la tabla 4 puede verse que los resultados del análisis psicométrico obtenidos el segundo año son, en general, mejores que los obtenidos el primer año. Otra forma de presentar los resultados del análisis psicométrico es centrarse en las preguntas individualmente y no en los cuestionarios como unidad. Los diagramas de las Figuras 2 y 3 parecen indicar una mejora en el análisis psicométrico después de la revisión, con valores del CD más altos en el segundo año que en el primero.

Tabla 4. Matemáticas 1: Análisis psicométrico correspondiente a 2009/2010 y a 2010/2011

	M1	IF (%)		CD		
		Rango	% de preguntas con IF entre 15 y 85	% de preguntas con CD bajos	% de preguntas con CD medios	% de preguntas con CD altos
Q1	2009/2010	14-82	93,3	20	80	0
	2010/2011	36-84	100	0	100	0
Q2	2009/2010	32-85	100	13	74	13
	2010/2011	41-91	80	7	80	13
Q3	2009/2010	22-87	94,1	18	76	6
	2010/2011	25-96	64,7	12	82	6
Q4	2009/2010	57-86	90	0	90	10
	2010/2011	23-87	90	20	70	10
Q5	2009/2010	24-73	100	21	50	29
	2010/2011	21-86	92,9	7	86	7
Q6	2009/2010	29-66	100	8	76	16
	2010/2011	18-78	100	8	76	16

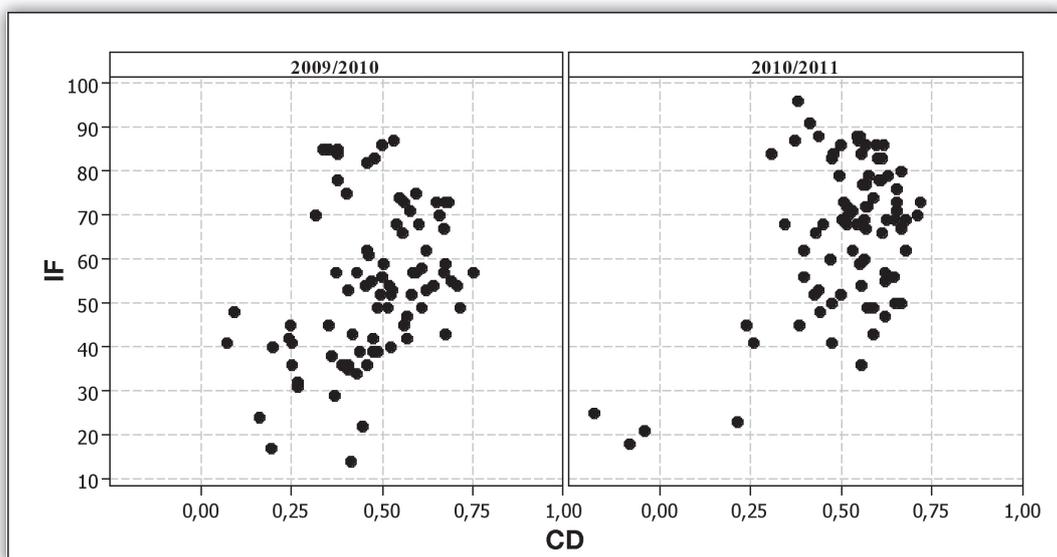


Figura 2. Matemáticas 1: Diagrama de dispersión de IF y CD, correspondientes a todas las preguntas utilizadas en los seis cuestionarios en los años 2009/2010 y 2010/2011.

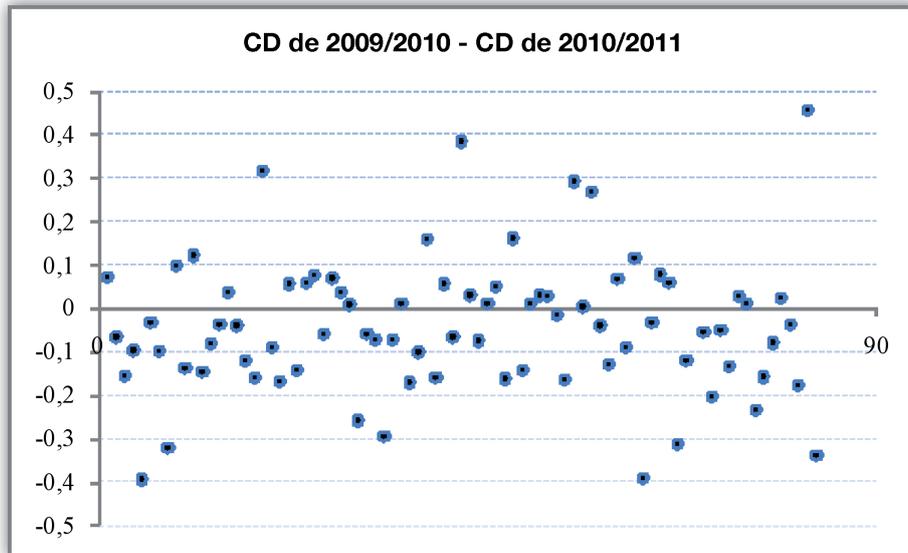


Figura 3. Matemáticas 1: Gráfico de la diferencia entre los valores del CD en 2009/2010 y en 2010/2011 para cada pregunta.

En cuanto a los ocho cuestionarios implementados en Matemáticas 2, en el primer año (2009/2010) las soluciones a los cuestionarios estaban disponibles en el campus virtual de la UPC. Corríamos, pues, el riesgo de que los estudiantes, por la facilidad de acceso a las soluciones y porque los cuestionarios eran una tarea para hacer en casa, pudieran copiar las respuestas del año anterior. Para evitarlo, en el segundo año, 2010/2011, rediseñamos los cuestionarios que se habían contestado ya el año anterior introduciendo en ellos algunos cambios, principalmente numéricos, los justos para conservar la esencia y la fiabilidad de los cuestionarios. Pero aun así, factores ajenos a las preguntas, como cambios en la cohorte de estudiantes o en el equipo docente, podían afectar los resultados del análisis de ítems de un cuestionario en particular. Como indica la Figura 4, las modificaciones en las preguntas, por pequeñas que fueran, podían dar lugar a resultados diferentes, dependiendo de las características del grupo de estudiantes del que se tratara. Los resultados positivos obtenidos en el segundo año, como hemos dicho, se reflejan en unos valores superiores del IF en general. La distribución aleatoria de valores alrededor de cero en la Figura 5 concuerda con el hecho de no haber emprendido ninguna acción concreta para mejorar el CD de las preguntas del cuestionario de Matemáticas 2, en contraste con la Figura 3, donde los valores tienden a concentrarse en la zona por debajo de cero. A pesar de los pequeños cambios introducidos en los cuestionarios, podemos afirmar que la mayoría de los valores del CD se mantuvieron, lo cual constituye un argumento a favor de la fiabilidad del CD como parámetro psicométrico en nuestro estudio.

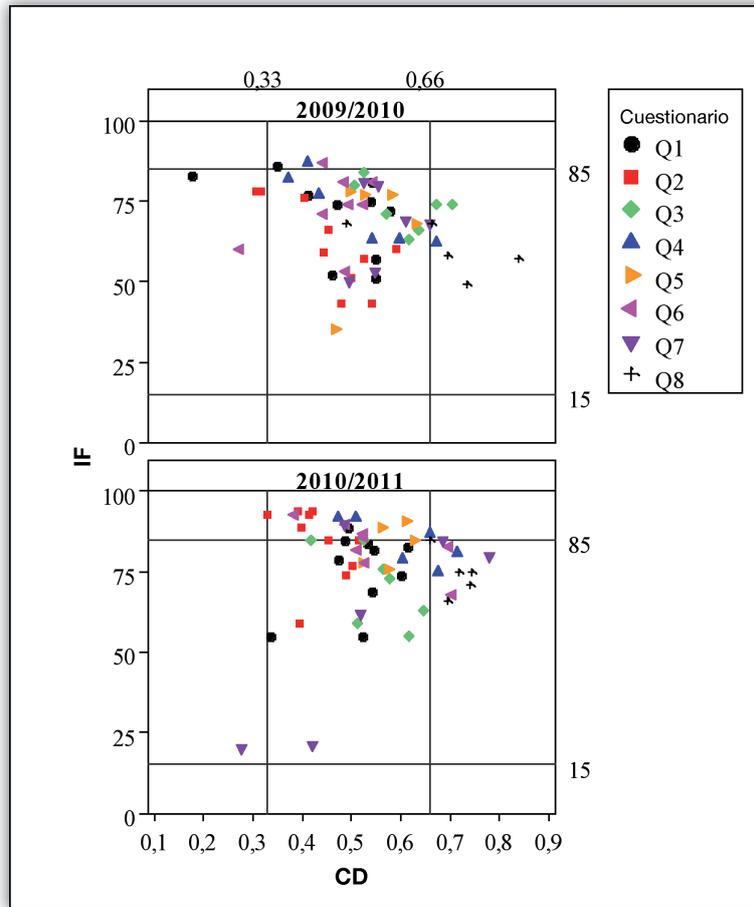


Figura 4. Matemáticas 2: Diagramas de dispersión de IF y CD, correspondientes a todas las preguntas utilizadas en los ocho cuestionarios de los años 2009/2010 y 2010/2011.

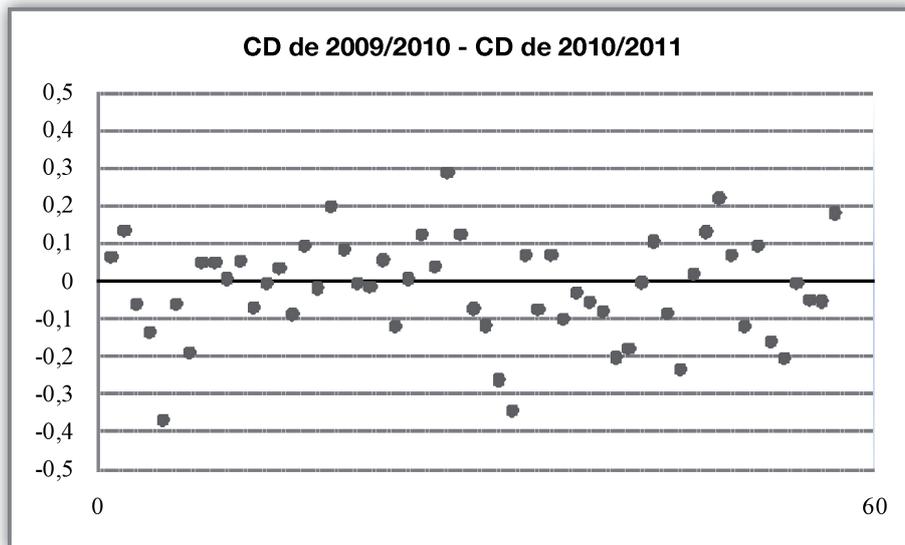


Figura 5. Matemáticas 2: Diagrama de la diferencia entre los valores del CD en 2009/2010 y en 2010/2011 para cada pregunta.

3.3. Análisis de las calificaciones de los estudiantes en los cuestionarios de Moodle

Unos años antes de la creación de los cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas de la UPC, los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas en la ESAB se veían entorpecidos por un escaso rendimiento del alumnado, por su absentismo y por su falta de motivación. Para superar estas deficiencias, decidimos trabajar en un nuevo diseño de las asignaturas e incrementar sustancialmente el uso de metodologías asistidas por ordenador. En este sentido, diseñamos una metodología basada en el uso de herramientas virtuales para resolver problemas estándar y mejorar la comunicación entre profesores y alumnos.

Al final de cada semestre de los años académicos 2009/2010 y 2010/2011, pedimos a nuestros alumnos que evaluaran determinados aspectos de los cuestionarios implementados y del uso de Moodle. Aunque las evaluaciones aportadas por los estudiantes no son nuestra única fuente de información, constituyen una excelente guía para diseñar el proceso de enseñanza y, sobre todo, para evaluar la motivación del alumnado. La interacción entre docentes y estudiantes ayuda a los primeros a adaptar los aspectos de aprendizaje y evaluación a las necesidades de los segundos (Daly *et al.*, 2010). La Tabla 5 contiene un resumen de sus respuestas.

También se invitó a los estudiantes a que anotaran los aspectos positivos y negativos de los cuestionarios. Es importante poner de relieve los siguientes aspectos positivos, tal como lo expresaron los propios alumnos:

Es una manera fácil de poner en práctica los conceptos teóricos que hemos aprendido en clase.

Los cuestionarios son amenos.

Los cuestionarios me corrigen mis respuestas al momento.

Los cuestionarios me ayudaron a estar en contacto con la materia.

Es una forma indirecta de enriquecer el estudio.

En lo concerniente a los aspectos negativos, los estudiantes tendieron a considerar que el tiempo previsto para responder a los cuestionarios era insuficiente y además se quejaron de un retorno escaso una vez contestados los cuestionarios. Además, cuando se les preguntó qué mejoras proponían, hicieron hincapié en obtener más retorno de sus respuestas.

No obstante, a la vista de los resultados que muestra la Tabla 5 y de los aspectos positivos y negativos mencionados, nuestra impresión general es que los alumnos de Matemáticas 1 y Matemáticas 2 tenían una opinión positiva de los cuestionarios, tanto en 2009/2010 como en 2010/2011.

Debemos señalar que las autoras realizaron un proyecto parecido con cuestionarios de Moodle sobre un curso de Estadística (Blanco y Ginovart, 2010a). Los resultados de esta experiencia, coincidentes con los obtenidos para Matemáticas 1 y Matemáticas 2, son un argumento a favor de la conveniencia de utilizar este tipo de evaluación formativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior.

Tabla 5. Matemáticas 1 y Matemáticas 2: Valoraciones de los estudiantes

PREGUNTA	2009/2010 M2 n=83 (%)	2010/2011 M1 n=158 (%)
¿Has utilizado Moodle anteriormente en esta asignatura?		
Nunca	21,7	7,0
Muy pocas veces	30,1	16,5
A veces	32,5	53,8
A menudo	10,8	17,1
Siempre	4,8	5,7
En general, mi valoración de los cuestionarios es		
Muy mala	0,0	3,1
Mala	12,0	8,8
Satisfactoria	41,0	40,9
Buena	33,7	40,3
Muy buena	13,3	6,9
Los cuestionarios me han ayudado a entender algunos temas de las clases teóricas		
En absoluto de acuerdo	4,8	6,3
En desacuerdo	15,7	8,2
Neutra	21,7	36,1
De acuerdo	42,2	41,1
Totalmente de acuerdo	15,7	8,2
Una vez contestados, obtuve suficiente información sobre las respuestas correctas		
En absoluto de acuerdo		
En desacuerdo	4,8	8,2
Neutra	22,9	22,0
De acuerdo	31,3	34,6
Totalmente de acuerdo	30,1	25,8
	10,8	9,4
Al utilizar los cuestionarios ha aumentado mi interés por la asignatura		
En absoluto de acuerdo	2,4	8,2
En desacuerdo	16,9	16,5
Neutra	41,0	52,5
De acuerdo	30,1	17,7
Totalmente de acuerdo	9,6	5,1
Creo que las notas que obtuve en los cuestionarios eran justas		
En absoluto de acuerdo	3,7	2,5
En desacuerdo	4,9	3,8
Neutra	25,6	19,6
De acuerdo	41,5	53,2
Totalmente de acuerdo	24,4	20,9

4. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado los resultados obtenidos en dos proyectos financiados por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC, cuyo principal objetivo era diseñar e implementar una

serie de cuestionarios de Moodle para la evaluación formativa de los estudiantes matriculados en asignaturas de matemáticas de los grados de Ingeniería. Por consiguiente, hemos analizado el grado de fiabilidad de los cuestionarios como herramientas de evaluación para asegurar la calidad del sistema de evaluación virtual propuesto.

De acuerdo con los estándares y directrices del informe de ENQA para asegurar la calidad de la educación superior europea, el diseño y el desarrollo de cuestionarios de Moodle implicó una reflexión claramente motivada por los diferentes aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje, que afecta tanto al profesorado como al alumnado.

En primer lugar, era fundamental comprobar que la solidez del sistema de evaluación virtual utilizado era equiparable a la de las herramientas de evaluación tradicionales utilizadas hasta el momento. La correlación entre las puntuaciones en los cuestionarios y la puntuación final obtenida en cada asignatura (Matemáticas 1 y Matemáticas 2) para los cursos 2009/2010 y 2010/2011 mostraron que los cuestionarios de Moodle podían considerarse unas herramientas útiles para informar a los estudiantes sobre su evolución y rendimiento en el proceso de aprendizaje. Además, el uso de cuestionarios como actividades de evaluación de bajo impacto para la recapitulación de módulos contribuía a fomentar la autorregulación de los alumnos y un trabajo regular a lo largo del curso. Por lo tanto, este trabajo demuestra que los cuestionarios de Moodle son una alternativa sólida a las pruebas de preguntas abiertas en términos de evaluación continua y formativa.

Para responder a las necesidades de la evaluación formativa, el sistema de evaluación virtual tenía que aportar a los docentes unas herramientas que les ayudasen a adaptar las actividades a las necesidades de sus alumnos, y mejorar así su fiabilidad a partir del retorno obtenido. El análisis de ítems que ofrece el módulo de cuestionarios de Moodle resultó ser una interesante herramienta psicométrica para calcular, depurar y mejorar la eficiencia de las preguntas del cuestionario. En cuanto al análisis psicométrico realizado con los 14 cuestionarios y con las respuestas de unos 500 estudiantes, logramos dar un importante paso adelante en el tratamiento y la comprensión de dos indicadores: el índice de facilidad y el coeficiente de discriminación.

Para finalizar, un aspecto clave del diseño y el desarrollo del sistema de evaluación virtual era comprobar si los estudiantes tenían sobre éste una opinión positiva. El hecho de que la valoración que hicieron los estudiantes de los cuestionarios Moodle fuera muy positiva reforzó la idea de que este tipo de actividades eran adecuadas para la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas. Y no solo de matemáticas, puesto que el sistema podría extrapolarse naturalmente a otras materias. Los resultados que aportamos en este estudio, así como la actitud del alumnado, son un estímulo para continuar trabajando con este sistema de evaluación virtual e incluso para ampliarlo a otras disciplinas en el futuro.

La experiencia adquirida en el desarrollo de los proyectos mencionados, junto con los datos generados a partir de la implementación de los resultados, nos permitió visualizar la mejor forma de impulsar un uso eficaz del módulo de cuestionarios de Moodle para la evaluación formativa de los estudiantes de acuerdo con las directrices del EEES. Queremos poner de relieve que, gracias a este sistema de evaluación virtual, pudimos realizar la evaluación formativa continua de un considerable número de alumnos sin sobrecargar a los profesores con un exceso de correcciones y sin que la ca-

lidad de la evaluación disminuyera. Ello no hubiera sido posible si en nuestra universidad el entorno Moodle no se hubiera utilizado ampliamente como SGA. Esto facilitó enormemente la implementación de herramientas así como la recopilación y el análisis de los resultados. En resumen, a partir de los resultados presentados en este trabajo, podemos concluir que los cuestionarios de Moodle son una herramienta sólida y fiable para la evaluación formativa virtual; por consiguiente, esperamos que nuestro estudio sea una referencia para ulteriores usos de este módulo de cuestionarios.

Agradecimientos

Queremos agradecer la ayuda económica que hemos recibido del Instituto de Ciencias de la Educación (UPC).

Bibliografía

- BLANCO, M.; GINOVART, M. (2010a). «Moodle quizzes for assessing statistical topics in engineering studies». En: K. Resetova (ed.). *Proceedings of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010. Diversity unifies – Diversity in Engineering Education*. Bruselas: SEFI.
- BLANCO, M.; GINOVART, M. (2010b). «Análisis de la eficiencia de cuestionarios Moodle como herramienta de evaluación de asignaturas de matemáticas correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería». En: *Proceedings of the VI CIDUI: New Areas of Quality in Higher Education. A comparative and trend analysis*. Barcelona: UPC.
- BLANCO, M.; ESTELA, M. R.; GINOVART, M.; SAA, J. (2009). «Computer Assisted Assessment through Moodle Quizzes for Calculus in an Engineering Undergraduate Course». *Quaderni di Ricerca in Didattica (Scienze Matematiche)*. Vol. 9, núm. 2, p. 78-84.
- BRINCK, R.; LAUTENBACH, G. (2011). «Electronic assessment in higher education». *Educational Studies*. Vol. 37, núm. 5, p. 503-512.
- BURTON, R. F. (2001). «Do Item-discrimination Indices Really Help Us to Improve Our Tests?». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 26, núm. 3, p. 213-220.
- COLE, J. (2005). *Using Moodle. Teaching with the popular open source course management system*. Sebastopol (CA): O'Reilly Community Press.
- CREWS, T. B.; CURTIS, D. F. (2011). «Online Course Evaluations: Faculty Perspective and Strategies for Improved Response Rates». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 36, núm. 7, p. 865-878.
- DALY, C.; PACHLER, N.; MOR, Y.; MELLAR, H. (2010). «Exploring formative e-assessment: using case stories and design patterns». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 35, núm. 5, p. 619-636.
- DELGADO, A. M.; OLIVER, R. (2006). «La evaluación continua en un nuevo escenario docente / Continuous assessment in the new teaching scenario». *RUSC*. Vol. 3, núm. 1, p. 1-13.

- ENQA (2005). *ENQA report on Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. Helsinki: Multiprint.
- FERRÃO, M. (2010). «E-assessment within the Bologna paradigm: evidence from Portugal». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 35, núm. 7, p. 819-830.
- GRAFF, M. (2003). «Cognitive Style and Attitudes Towards Using Online Learning and Assessment Methods». *Electronic Journal of e-Learning*, Vol. 1, núm. 1, p. 21-28.
- HECK, A.; VAN GASTEL, L. (2006). «Mathematics on the threshold». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 37, núm. 8, p. 925-945.
- LIM, L. L.; THIEL, D. V.; SEARLES, D. J. (2011). «Fine tuning the teaching methods used for second year university mathematics». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. P. 1-9, iFirst.
- SMITH, G. H.; WOOD, L. N.; COUPLAND, M.; STEPHENSON, B.; CRAWFORD, K.; BALL, G. (1996). «Constructing mathematical examinations to assess a range of knowledge and skills». *International Journal for Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 27, núm. 1, p. 65-77.
- STEEGMANN, C.; HUERTAS, M. A.; JUAN, A. A.; PRAT, M. (2008). «E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: oportunidades, retos, estado actual y tendencias / E-learning in the area of maths and statistics in Spanish universities: opportunities, challenges, current situation and trends». *RUSC*. Vol. 5, núm. 2, p. 1-14.

Sobre las autoras

Mónica Blanco

monica.blanco@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada

de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Barcelona y doctora en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona. Su actividad investigadora se centra en la historia de las matemáticas, así como en el análisis estadístico de datos. Ha participado en diversos proyectos de innovación docente para la mejora del aprendizaje de las matemáticas. Imparte docencia en las cuatro titulaciones de grado de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Cataluña y en la Facultad de Matemáticas de esta misma universidad. También ha sido profesora asociada de la Universidad Rovira i Virgili, y tutora de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Marta Ginovart

marta.ginovart@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada
de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

Licenciada en Ciencias, sección de Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona y doctora en Ciencias Matemáticas por la Universidad Politécnica de Cataluña. Su actividad investigadora se centra en la modelización y simulación discreta de sistemas biológicos, así como en el análisis estadístico de datos. Ha participado en diversos proyectos de innovación docente para la mejora del aprendizaje de las matemáticas. Imparte docencia en las cuatro titulaciones de grado de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Cataluña, fundamentalmente en asignaturas de matemáticas y estadística. Ha preparado material docente diverso para poder enlazar su docencia en las titulaciones de Ingeniería de Biosistemas con su experiencia en la utilización de los modelos basados en agentes (o en individuos), los cuales ofrecen ciertas ventajas para el estudio de sistemas complejos y sistemas biológicos frente a las que ofrecen algunos modelos continuos y más clásicos.

Departament de Matemàtica Aplicada III
Universitat Politècnica de Catalunya
Edifici ESAB
C/ Esteve Terradas, 8
08860 Castelldefels (Barcelona)
España



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.