



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE CUESTIONARIOS MOODLE COMO HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS CORRESPONDIENTES A PRIMEROS CURSOS DE TITULACIONES DE INGENIERÍA

Blanco, Mónica (Universitat Politècnica de Catalunya)

Ginovart, Marta (Universitat Politècnica de Catalunya)

Monica.Blanco@upc.edu

Marta.Ginovart@upc.edu

Resumen: En el contexto de los nuevos grados, en que la evaluación formativa resulta esencial, es necesario explorar herramientas alternativas a las metodologías tradicionales, como puede ser el módulo de cuestionarios en el entorno Moodle. En el marco de las ayudas para la mejora de la docencia del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), durante el curso 2008-2009 se llevó a cabo un proyecto cuyo objetivo principal era la creación y posterior implementación de cuestionarios del entorno Moodle para asignaturas de matemáticas y estadística correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería. Con los resultados de la implementación real de esos cuestionarios y a partir del análisis psicométrico proporcionado por el propio Moodle, se vio que se podía mejorar la eficiencia de éstos. Para el curso 2009-2010 fue concedida la continuación del proyecto, con el fin de realizar una revisión exhaustiva de los cuestionarios elaborados en el proyecto anterior y mejorar su eficiencia como herramienta de evaluación. La presente comunicación se centra en un análisis comparativo de la eficiencia de los cuestionarios correspondientes a una asignatura de matemáticas impartida en primer curso en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona de la UPC.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Palabras clave: Cuestionarios Moodle, matemática aplicada, estudios de ingeniería.

Abstract

Given the importance of the formative assessment in the context of the European Higher Education Area, it is necessary to explore new strategies to this purpose. Moodle's quiz module represents an alternative to traditional tools. In 2008 we carried out a project subsidised by the Institute of Education Sciences of the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), whose main aim was to elaborate a substantial range of Moodle question pools and to design, implement and assess a series of quizzes. The project covered the compulsory undergraduate subjects in applied mathematics included in the first- and second-year syllabus for all branches of Engineering. The psychometric analysis provided by Moodle was a great tool for assessing whether the questions were suitable to discriminate between good and bad performers, with an appropriate level of difficulty. Taking into account the psychometric analysis of this first project, in 2009 we started up a new project in which we planned to revise thoroughly the quizzes created in the former project, to improve its suitability as an assessment tool. This contribution focuses on a comparative analysis of the efficiency of the quizzes concerning a course in Mathematics taught in first year at the School of Agricultural Engineering of Barcelona of the UPC.

Keywords: Moodle quizzes, applied mathematics, engineering studies

1. Introducción

El Campus Virtual Atenea es la plataforma virtual de soporte a la docencia de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) cuyo objetivo es impulsar la adaptación de los estudios de nuestra universidad bajo las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Atenea ha sido desarrollada utilizando como base tecnológica la plataforma de software abierto Moodle (Moodle, 1991).



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

La valoración y el conocimiento que tanto el profesor como el estudiante tienen del uso del Campus Atenea, y de la plataforma que la sustenta, Moodle, ha ido evolucionando de forma muy importante desde su puesta en marcha hasta hoy (Cole, 2005; Ginovart et al., 2008).

Ante el diseño de las nuevas titulaciones universitarias de acuerdo con las directrices del EEES y su puesta en marcha, consideramos que es conveniente reflexionar sobre las experiencias docentes que se han desarrollado en los últimos años en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB), y sobre cómo estas experiencias han ido evolucionando, en el ámbito de las asignaturas del área de matemática aplicada (Blanco et al., 2006; Ginovart et al., 2008). De hecho, las autoras de este trabajo son miembros del Grupo de Interés en el Uso de Moodle-Atenea (GIUM-A), que forma parte del proyecto RIMA, centrado en la investigación e innovación en metodologías docentes [<http://www.upc.edu/rima/>]. En particular, en el contexto de los nuevos grados y el EEES, en que la evaluación formativa resulta esencial, es necesario explorar herramientas alternativas a las metodologías tradicionales de evaluación, como las que puede proporcionar el “Módulo de Cuestionarios” disponible en el entorno Moodle (Moodle, 1991).

La utilización de cuestionarios a lo largo de un curso académico permite dar respuesta a las diferentes etapas del proceso de aprendizaje del estudiante (Smith et al., 1996). Estos cuestionarios se pueden utilizar en contextos diferentes, como por ejemplo: pruebas diagnósticas de nivel al inicio de las asignaturas o de un tema específico, pruebas de recapitulación en el transcurso de los módulos docentes, pruebas de autoevaluación no presenciales, o pruebas de evaluación con peso en la nota final de la asignatura. A la vez, estos cuestionarios permiten que el estudiante conozca de forma inmediata la puntuación conseguida, así como las respuestas contestadas correctamente y las contestadas incorrectamente, con su solución al terminar la prueba. Ésta es una buena estrategia para corregir los errores detectados y asegurar los aciertos, solucionando en parte el trabajo sistemático de corrección. Entendemos que



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

éstas son características muy importantes en el proceso de aprendizaje, ya que favorecen el desarrollo meta-cognitivo del estudiante. Un “feed-back” rápido es una buena estrategia para evitar los errores detectados y consolidar los aciertos. Además, como esta actividad de evaluación formativa está integrada en el Campus Virtual Atenea que da soporte a la docencia de la asignatura, el profesor dispone de información muy completa en relación a la realización de cada cuestionario. Para cada estudiante se dispone de la nota conseguida, el tiempo invertido en su realización, las preguntas que ha contestado correctamente y las preguntas que ha contestado incorrectamente o las que ha dejado en blanco. También es interesante indicar que la implementación de estos cuestionarios en el tiempo y espacio de una asignatura puede ser muy flexible, ya que el entorno Moodle-Atenea permite escoger entre diferentes opciones relativas a su ejecución. Esta versatilidad en la aplicación es un valor añadido a su elaboración o diseño.

Es por todo lo anteriormente señalado que una de nuestras apuestas ha sido la generación sistemática de cuestionarios en el entorno Moodle e integrados en la plataforma docente Atenea de la UPC (Ginovart et al., 2008; Blanco y Ginovart, 2009; Blanco et al., 2009). Este tipo de actividad permite modificar la percepción del estudiante del rol que tiene esta plataforma en el contexto de una asignatura, pasando de ser un repositorio de ficheros o una agenda de recogida y entrega de trabajos (si fuera el caso), a algo más dinámico e interesante para su aprendizaje, potenciando de esta forma el uso de la plataforma institucional de la UPC. Para nuestra actividad docente diaria en el ámbito de la matemática aplicada resulta interesante y atractivo potenciar la utilización de la plataforma Atenea en una de sus dimensiones en las que la comunidad matemática de la UPC ha demostrado interés en los últimos años, es decir, la generación y utilización de cuestionarios con la base tecnológica que proporciona el Moodle. Es fundamental intentar utilizar el mayor número posible de recursos que la plataforma Moodle ofrece para esta actividad, ya que son muy diversos e interesantes para las directrices marcadas por el EEES. Estos recursos permiten



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

abordar diferentes formatos de preguntas: de respuesta breve, de respuesta numérica, de opción múltiple, de verdadero-falso, de emparejamiento, de descripción, o de combinación de diversos tipos en la misma pregunta (incrustada o “cloze”). Por otra parte se quiere dar respuesta a las diferentes etapas y características del proceso de aprendizaje del estudiante en el área de la matemática aplicada: conocimiento, comprensión, aplicación, resolución de problemas o selección de estrategias, entre otras (Blanco et al. 2009). Hacer un buen uso de todas estas posibilidades requiere práctica y experiencia, y llegar a elaborar y formular preguntas integrando las opciones de estas herramientas en el ámbito matemático no es una tarea a la que estemos acostumbrados, ya que tradicionalmente las matemáticas en la universidad no han sido evaluadas con cuestionarios. Es por todo ello necesario llevar a cabo un proceso de adaptación, revisión y mejora de este tipo de evaluación formativa basada en cuestionarios.

Gracias a la ayuda concedida por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC para un proyecto de mejora de la docencia (convocatoria CAPMD-2008), al terminar el curso académico 2008-2009 se disponía de un banco de 1345 preguntas de distintas tipologías que permitieron generar colecciones de cuestionarios (Ginovart y Blanco, 2010). Se generaron 161 preguntas de álgebra lineal, 769 de cálculo diferencial y integral, 181 de ecuaciones diferenciales ordinarias. En el ámbito de probabilidad y estadística, se implementó un conjunto de 234 preguntas. Estos contenidos forman parte de la mayoría de las asignaturas de la materia de matemáticas y estadística de los primeros cursos de cualquier ingeniería. Por tanto, los cuestionarios que se podrían montar serían susceptibles de ser utilizados en la actividad docente de un amplio sector de profesores de matemáticas y estadística de la propia UPC. El material confeccionado se encuentra en el Campus Virtual Atenea, en el curso “Q00: *ProjecteICEQuestionaris2008* (Curs 1)”.

Una vez que se dispuso de estos bancos de preguntas, durante el segundo cuatrimestre del curso 2008-2009 se crearon diversos cuestionarios que respondían a niveles de dificultad diferentes para cada una de las materias que se



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

abordaron. Estos cuestionarios se utilizaron con distintos propósitos docentes en grupos de alumnos de las titulaciones técnicas impartidas en la ESAB. En general, la valoración que se hizo del uso de estos cuestionarios fue realmente positiva, tanto por parte del profesorado implicado, como de los estudiantes que llevaron a cabo con regularidad la realización de los cuestionarios. Sin embargo, el seguimiento detallado de cada una de las preguntas formuladas y contestadas por los estudiantes permitió detectar algunos aspectos que debían ser mejorados en una segunda iteración (Blanco y Ginovart, 2009). Esta primera experiencia con diversos grupos de alumnos permitió supervisar la corrección y adecuación de los cuestionarios, detectar errores e identificar determinados factores que requerían ser mejorados. También, la ejecución de los cuestionarios generados permitió valorar la idoneidad o no de las diferentes modalidades en el tipo de preguntas que componían un cuestionario, así como recoger la percepción que el estudiante tuvo delante de este tipo de actividad.

En la convocatoria de ayudas para proyectos de mejora de la docencia 2009 convocada por el ICE de la UPC (CAMPD-2009) se nos concedió un nuevo proyecto que era la continuación del *ProjecteICEQuestionaris2008*. La finalidad de este nuevo proyecto era poder llevar a cabo durante el curso 2009-2010 una revisión exhaustiva de los cuestionarios elaborados y mejorar su eficiencia como herramienta de evaluación formativa.

En particular, con los primeros resultados de la implementación real de esos cuestionarios, y a partir del análisis psicométrico proporcionado por el propio Moodle, se evidenció que se podía mejorar la eficiencia de éstos. Una vez registrados y detallados los distintos aspectos que requerían de una modificación, e implementadas las mejoras consideradas oportunas, durante el curso 2009-2010 se han continuado utilizando cuestionarios generados con las preguntas ya revisadas y mejoradas de esta base, en las asignaturas de matemáticas de los nuevos grados de ingeniería de biosistemas de la ESAB (Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroambiental y del Paisaje, Ingeniería



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Alimentaria, Ingeniería de Sistemas Biológicos) que la UPC ha iniciado en el marco del EEES.

2. Objetivos

La presente comunicación se centra en un análisis comparativo de la eficiencia de ocho cuestionarios correspondientes a cuestiones básicas de cálculo integral y ecuaciones diferenciales ordinarias implementados en una asignatura de matemáticas de primer curso en la ESAB de la UPC durante dos cursos consecutivos (curso 2008-2009 y 2009-2010). El objetivo principal es llevar a cabo el análisis psicométrico comparativo de los resultados conseguidos en los ocho cuestionarios objeto de estudio a partir de los estadísticos proporcionados por Moodle en estos dos cursos académicos, antes y después haber sido revisados y modificados con ajuste a los resultados observados en el primer año de implementación. También, a partir del análisis del rendimiento conseguido por los estudiantes, su grado de participación y su satisfacción en el uso de este conjunto de cuestionarios, se valorará de forma complementaria, y más general, si la eficiencia de los ocho cuestionarios revisados ha mejorado este curso con respecto al anterior.

3. Descripción del trabajo

Durante el desarrollo del proyecto “Creación de cuestionarios desde el entorno Moodle para asignaturas de matemáticas y estadística correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería” (CAPMD-2008) se generó una base de preguntas substancial. Con algunas de estas preguntas se crearon los ocho cuestionarios objeto de estudio en este trabajo y que se detallan en la Tabla 1 (Ginovart y Blanco, 2010). La ejecución por parte de los estudiantes de dichos cuestionarios se llevó a cabo en el marco de la asignatura de Matemáticas II de la ESAB (UPC), impartida tanto en las titulaciones de Ingeniería Técnica Agrícola (curso académico 2008-2009), como en los nuevos cuatro grados dentro del ámbito de la ingeniería de biosistemas que ofrece actualmente el



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

centro (curso 2009-2010). Entre los descriptores de esta asignatura se encuentran el cálculo integral de una variable y las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs). En el curso 2008-2009 se crearon estos ocho cuestionarios, con contenidos básicos propios de estos descriptores, y que incluían dos modalidades distintas de preguntas: de opción múltiple y respuesta dicotómica del tipo verdadero/falso. Hay que resaltar el hecho de que implementar “buenas” preguntas de integrales y de ecuaciones diferenciales en formato cuestionario, con las herramientas disponibles en el Moodle, no era una tarea inmediata, y entrañó una cierta dificultad en la primera etapa del desarrollo de estos cuestionarios. Tras la realización de dichos cuestionarios en el contexto del laboratorio de prácticas con un total de aproximadamente 30 estudiantes, se procedió al análisis psicométrico de las preguntas de estos cuestionarios, se recogió información tanto sobre las puntuaciones conseguidas por los estudiantes, como sobre la valoración de la satisfacción por parte de los estudiantes que participaron en esa actividad. Además, se analizó la correlación de las puntuaciones medias obtenidas en los cuestionarios con las calificaciones de pruebas escrita de tipo convencional (papel y lápiz) desarrolladas durante el curso (Blanco y Ginovart, 2009).

Tabla 1. Temas considerados por los ocho cuestionarios en Matemáticas II.

| Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|----|
| Integración inmediata | Integración por sustitución | Integración por partes | Integración de fracciones racionales | Conceptos generales de EDOs | EDOs separables | EDOs homogéneas | |

El módulo de cuestionarios de Moodle contiene una herramienta de análisis psicométrico para valorar si las cuestiones propuestas son de un nivel de dificultad apropiado, y si ayudan a discriminar entre prácticas matemáticas buenas y malas (Heck y van Gastel, 2006). Todos los informes relacionados se pueden bajar como fichero Excel, lo cual hace que la información obtenida sea



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

muy manejable. Para llevar a cabo el análisis psicométrico de un cuestionario específico a partir de la información que proporciona la plataforma Moodle (Moodle, 1991) escogimos el Índice de Facilidad (IF) y el Coeficiente de Discriminación (CD) que resulta de cada una de las preguntas que configuraban dicho cuestionario, y que se calculan a partir de las respuestas proporcionadas por los estudiantes (Blanco y Ginovart, 2009).

El módulo de cuestionarios de Moodle ofrece una serie de medidas para llevar a cabo el análisis psicométrico de un cuestionario particular: el Índice de Facilidad (IF), el Índice de Discriminación (ID) y el Coeficiente de Discriminación (CD). El índice IF cuantifica la dificultad general de las preguntas. Este índice representa la razón de usuarios que han contestado correctamente la cuestión expresado. En principio, un valor de IF muy alto o muy bajo indica que la cuestión no es útil como instrumento de medida. Cuanto mayor sea el IF, más fácil es la pregunta. Se calcula a partir de la fórmula $IF = 100 * (X_{media} / X_{max})$ donde X_{media} es la puntuación media obtenida por todos los usuarios que han contestado una determinada pregunta, y X_{max} es la puntuación máxima otorgada a esa pregunta. Por otro lado, el ID y el CD son dos descriptores que miden la eficiencia, ambos con un rango de valores entre -1 a +1. Resulta más ventajoso usar el CD que el ID porque el primero usa información de toda la población de usuarios y no sólo los tercios situados en los extremos superior e inferior, como ocurre con el ID. Así, el CD resulta ser un parámetro más sensible a la hora de detectar la “actuación” de cada pregunta (Moodle, 1991). El CD es un coeficiente de correlación entre las puntuaciones de cada pregunta y la calificación total del cuestionario. Este coeficiente es una medida que sirve para separar la potencia de cada pregunta, para poder distinguir entre estudiantes que tienen dificultades de aprendizaje y estudiantes competentes. En este caso, valores positivos indican preguntas que sirven para discriminar a los estudiantes competentes, mientras que valores negativos señalan preguntas que son mejor respondidas por los estudiantes con calificaciones más bajas, con lo cual no



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

ayuda a distinguir entre buenos estudiantes y estudiantes con dificultades. Tales preguntas reducen la validez de la calificación global del cuestionario.

Con el fin de presentar todo este conjunto exhaustivo de información para cada una de las preguntas utilizadas de forma compacta, para cada uno de los ocho cuestionarios se procedió de la manera que detallamos a continuación. En relación al índice IF, se anotó el rango de valores obtenido por el conjunto de preguntas que configuraban cada cuestionario, así como el porcentaje de preguntas con valores de IF entre 15 y 85. En cuanto al coeficiente CD, las preguntas se clasificaron en tres categorías: Bajo ($CD \leq 0.33$), Medio, Alto ($CD \geq 0.66$) y se controló el porcentaje de preguntas del cuestionario que se encontraban en cada una de las categorías definidas anteriormente. La Tabla 2 presenta los resultados psicométricos obtenidos a partir de los datos generados por Moodle con las respuestas de los dos grupos de estudiantes, Grupo A y Grupo H, que respondieron los ocho cuestionarios durante el curso 2008-2009 (Blanco y Ginovart, 2009). En total el tamaño de la muestra oscilaba entre 24 y 31 estudiantes (Grupo A: 11-12 estudiantes; Grupo H: 13-19 estudiantes).

Por ejemplo, en uno de los grupos participantes el rango de IF para las preguntas del cuestionario Q1 se encontraba entre 45 y 91, con el 60% de las preguntas dentro del intervalo (15, 85). Por otro lado, el 70% de las preguntas de este primer cuestionario presentaban un CD bajo y un 30% tenían un CD medio. Las preguntas con IF por debajo de 15 o por encima de 85 y con CD bajo debían ser revisadas por no resultar eficientes.

Tabla 2. Resumen de los resultados psicométricos obtenidos a partir de la información generada por Moodle con los resultados de los ocho cuestionarios de Matemáticas II contestados durante el curso 2008-2009 por dos grupos de estudiantes.

| Cuestionario | % IF | | CD | | |
|--------------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Rango | (15,85) | % Bajo | % Medio | % Alto |
| Q1 | | | | | |
| Grupo A | 45-91 | 60 | 70 | 30 | - |
| Grupo H | 68-100 | 80 | 40 | 40 | 20 |



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

| | | | | | |
|-----------|--------|-----|----|----|----|
| Q2 | | | | | |
| Grupo A | 18-100 | 80 | 50 | 50 | - |
| Grupo H | 32-89 | 90 | 20 | 70 | 10 |
| Q3 | | | | | |
| Grupo A | 58-92 | 57 | 29 | 57 | 14 |
| Grupo H | 68-95 | 57 | 29 | 29 | 42 |
| Q4 | | | | | |
| Grupo A | 55-100 | 66 | 50 | 33 | 17 |
| Grupo H | 68-95 | 66 | 33 | 33 | 33 |
| Q5 | | | | | |
| Grupo A | 45-100 | 20 | 40 | 40 | 20 |
| Grupo H | 78-100 | 20 | 40 | 40 | 20 |
| Q6 | | | | | |
| Grupo A | 58-100 | 60 | 40 | 40 | 20 |
| Grupo H | 74-100 | 20 | 60 | 40 | - |
| Q7 | | | | | |
| Grupo A | 9-73 | 83 | 33 | 33 | 33 |
| Grupo H | 56-83 | 100 | - | 33 | 67 |
| Q8 | | | | | |
| Grupo A | 55-100 | 60 | 20 | 40 | 40 |
| Grupo H | 38-92 | 60 | 40 | 20 | 40 |

En la convocatoria 2009 ICE-UPC de ayudas para la mejora de la docencia se concedió el proyecto “Análisis de la eficiencia de cuestionarios Moodle utilizados en asignaturas correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería” (CAPMD-2009) entre cuyos objetivos se encontraba la revisión de los cuestionarios elaborados en el proyecto de la convocatoria anterior. La detección de coeficientes psicométricos no totalmente satisfactorios implica modificar algún aspecto del enunciado de la pregunta, o de las posibles respuestas si las hubiera, diseñar de nuevo algunas preguntas y reformular el tipo de preguntas utilizadas si se considera necesario.

En función de los resultados del primer análisis psicométrico realizado se revisaron un total 24 preguntas de los ocho cuestionarios de Matemáticas II. Las revisiones que se llevaron a cabo fueron de tres tipos: i) Cambio en la tipología de la pregunta, ii) Incorporación de alguna indicación en el enunciado, iii)



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Nuevo redactado del enunciado de la cuestión. A continuación ilustramos cada uno de los tipos de cambio con algún ejemplo concreto.

i) Cambio en la tipología de la pregunta

La Tabla 3 muestra el número de cuestiones de cada tipo usados en los cuestionarios en el curso 2008-2009 y 2009-2010, respectivamente. Como las preguntas de tipo Verdadero/Falso fueron las que presentaron peores índices de eficiencia, seis cuestiones de este tipo han sido transformadas en cuatro preguntas de respuesta de opción múltiple, y en dos preguntas incrustadas (o “cloze”). Así, por ejemplo, la pregunta P32 originalmente era de tipo verdadero/falso:

$$\int \left(1 - \frac{1}{x}\right)^3 \left(\frac{1}{x^2}\right) dx = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{x}\right)^3 + C$$

La P32 se transformó en la siguiente pregunta de respuesta de opción múltiple:

La Integral Indefinida de $\int \left(1 - \frac{1}{x}\right)^3 \left(\frac{1}{x^2}\right) dx$ és:

- a) $\frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{x}\right)^3 + C$ b) $\frac{1}{4} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^4 + C$
c) $\frac{1}{4} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^3 + C$ d) $\frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{x}\right)^4 + C$

La pregunta P115 también era de tipo verdadero/falso:

L'equació $(x^2 - y^2) + 3xyy' = 0$ és una edo homogènia

y en este caso fue transformada de la siguiente forma:



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

L'edo $x^2 - y^2 + 3xyy' = 0$ és una edo homogènia perquè:

A) La funció $f(x, y) = x^2 - y^2$ és funció homogènia de grau 2.

B) La funció $f(x, y) = \frac{y^2 - x^2}{3xy}$ és funció homogènia de grau 0.

C) La funció $f(x, y) = 3xy$ és una funció homogènia.

D) Cap de les altres.

Trieu una resposta.

| | |
|-----------------------|----|
| <input type="radio"/> | D) |
| <input type="radio"/> | C) |
| <input type="radio"/> | A) |
| <input type="radio"/> | B) |

La pregunta P109, de tipo verdadero/falso, que es la que sigue:

$y = x^3$ és la solució de $xy' - 3y = 0$ que verifica la condició $y(0) = 1$

pasó a ser la pregunta incrustada que muestra la siguiente pantalla capturada de la plataforma directamente:

Previsualització ED0109MM01

1 $y = x^3$ és solució de l'equació $xy' - 3y = 0$? que verifica la condició $y(0) = 0$?

Punts: -/2

Heu entrat com Blanco Abellan Monica (Sortida)



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

El tipo o modalidad de pregunta incrustada (o “cloze”) permite reescribir las cuestiones más completas, enfocándolas a un seguimiento más fiable de la resolución de problemas más complejos. Este tipo de pregunta ofrece un formato muy flexible que permite incorporar diversas preguntas de distintos tipos en el cuerpo del texto. El problema es que el análisis psicométrico no se aplica a este tipo de pregunta, con lo cual no podemos valorar cuantitativamente la eficiencia de las preguntas incrustadas.

ii) Incorporación de alguna indicación en el enunciado

La P49 continuó siendo de tipo verdadero/falso:

$$\int \arcsin x \, dx = x \arcsin x + \frac{\sqrt{1-x^2}}{2} + C$$

pero se añadió una indicación que pudiera ayudar a su correcta realización, que decía: “Para aplicar el método de integración por partes en este caso, considerad la función constante igual a 1 como una de las partes. Es decir, considerad:”

$$\int \arcsin x \cdot 1 \cdot dx$$

iii) Nuevo redactado del enunciado de la cuestión

La pregunta P62 era de tipo verdadero/falso:

$$\int \frac{x+5}{x^2-4x+20} \, dx = \frac{1}{2} \ln \sqrt{x^2-4x+20} + \frac{7}{3} \operatorname{arctg} \frac{x-2}{3} + C$$

La respuesta correcta era “falsa”. Y se volvió a redactar de la siguiente forma, manteniéndola de tipo verdadero/falso, pero ahora la respuesta correcta pasó a ser verdadera:

$$\int \frac{x+5}{x^2-4x+20} \, dx = \frac{1}{2} \ln |x^2-4x+20| + \frac{7}{4} \operatorname{arctg} \frac{x-2}{4} + C$$

De forma similar se procedió con la P67, que pasó de ser:

$$\int \frac{\sqrt{x+4}}{x} \, dx = 2\sqrt{x+4} - 2 \ln |\sqrt{x+4} + 2| + 2 \ln |\sqrt{x+4} - 2| + C$$

a:



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

$$\int \frac{\sqrt{x+4}}{x} dx = 2\sqrt{x+4} - 2\ln|\sqrt{x+4} + 2| + 2\ln|\sqrt{x+4} - 2| + C$$

Una vez revisadas las preguntas (Tabla 3), los cuestionarios fueron implementados en la asignatura de Matemáticas II durante el segundo cuatrimestre del curso 2009-2010 al grupo de estudiantes de los nuevos grados de la ESAB (Grupo G) y se efectuó de nuevo el análisis psicométrico de los mismos para poder compararlo con el curso anterior.

Tabla 3. Número de cuestiones y tipología de cada cuestión en los ocho cuestionarios de Matemáticas II según el curso académico.

| Curso académico | Numero de cuestiones | Opción múltiple | Verdadero o Falso | Incrustadas |
|-----------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| 2008-2009 | 59 | 15 | 44 | |
| 2009-2010 | 59 | 19 | 38 | 2 |

4. Resultados y discusión

Los ocho cuestionarios revisados y mejorados se volvieron a implementar en la asignatura de Matemáticas II de las cuatro titulaciones de grados que la ESAB ha empezado a impartir en el curso 2009-2010 en el marco del EEES. En este caso se trabajó con un grupo de unos cien estudiantes aproximadamente (Grupo G). Entre 72 y 88 oscila el tamaño de la muestra para cada uno de los cuestionarios revisados. Una vez finalizados los módulos evaluados por el conjunto de los ocho cuestionarios del cuatrimestre, de cada cuestionario se tiene información relativa a los resultados de los estudiantes, así como su valoración de la actividad llevada a cabo. Toda esta información junto con los resultados obtenidos del análisis psicométrico, se valorará si la eficiencia de los cuestionarios revisados es mayor que la de los cuestionarios utilizados en el curso anterior.

La Tabla 4 presenta los resultados psicométricos resumidos siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó previamente, y que permitió compactar toda la



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

información generada por Moodle con las respuestas de este grupo de estudiantes.

Tabla 4. Resumen de los resultados psicométricos obtenidos a partir de la información generada por Moodle con los resultados de los ocho cuestionarios de Matemáticas II contestados durante el curso 2009-2010 por el grupo G de estudiantes.

| | % IF | | CD | | |
|----|-------|---------|--------|---------|--------|
| | Rango | (15,85) | % Bajo | % Medio | % Alto |
| Q1 | 51-86 | 90 | 10 | 90 | - |
| Q2 | 43-78 | 100 | 20 | 80 | - |
| Q3 | 63-84 | 86 | - | 71 | 29 |
| Q4 | 62-87 | 83 | - | 83 | 17 |
| Q5 | 35-78 | 100 | - | 100 | - |
| Q6 | 53-87 | 87 | 13 | 87 | - |
| Q7 | 50-81 | 100 | - | 83 | 17 |
| Q8 | 49-68 | 100 | - | 20 | 80 |

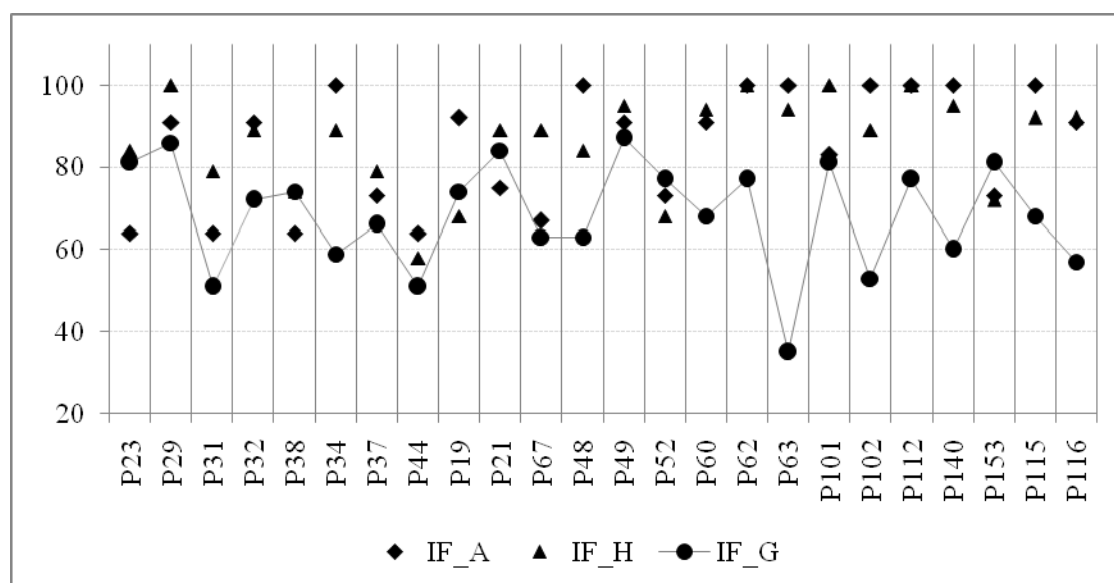
A continuación se comparan los resultados del análisis psicométrico de los cuestionarios utilizados en los dos cursos académicos para verificar que se haya mejorado la eficiencia de los mismos tras la revisión. En general, los resultados del análisis psicométrico de 2009-2010 resultan ser mejores que los de 2008-2009. Como se observa en el gráfico de la Figura 1, los índices de facilidad de las preguntas revisadas en general han disminuido de forma considerable respecto a los de las preguntas originales. También se observa un aumento de los coeficientes de discriminación de las preguntas revisadas (Figura 2). Para facilitar la visualización global del gráfico de los coeficientes de discriminación, en la Figura 2, los índices de signo negativo se han representado como un 0. Por otro lado, las preguntas que en 2008-2009 dieron buenos resultados en el análisis psicométrico, se han mantenido con buenos resultados en 2009-2010.

En relación a las preguntas comentadas en el apartado previo, para las cuales se han explicitado las modificaciones hechas, podemos constatar que:



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

- la pregunta P32 pasó de tener un IF de 91 y 89 (grupos A y H respectivamente) a un IF de 72 en el grupo G, mientras que el CD pasó de 0,529 y 0,032 (grupos A y H, respectivamente), a un valor de 0,578 (grupo G).
- la pregunta P115 pasó de tener un IF de 100 y 92 (grupo A y H respectivamente) a un IF de 68 en el grupo G, mientras que el CD pasó de 0 y 0,211 (grupos A y H, respectivamente), a un valor de 0,663 (grupo G).
- la pregunta P49 con un IF de 91 y 95 (grupo A y H respectivamente) a un IF de 87 en el grupo G, mientras que el CD pasó de 0,469 y 0,653 (grupos A y H, respectivamente), a un valor de 0,411 (grupo G).
- la pregunta P62 pasó de tener un IF de 100 y 100 (grupo A y H respectivamente) a un IF de 77 en el grupo G, mientras que el CD pasó de 0 en los grupos A y H, a un valor de 0,579 en el grupo G.
- la pregunta P67 pasó de tener un IF de 67 y 89 (grupo A y H, respectivamente) a un IF de 63 en el grupo G, mientras que el CD pasó de 0,18 y -0,037 (grupos A y H, respectivamente), a un valor de 0,615 (grupo G).





NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Figura 1: Resultados de los Índices de Facilidad obtenidos por Moodle para cada una de las preguntas que han sido revisadas en este proceso de mejora, antes de realizar los cambios (curso 2008-2009, grupos A y H) y después de haber introducido los cambios (curso 2009-2010, grupo G).

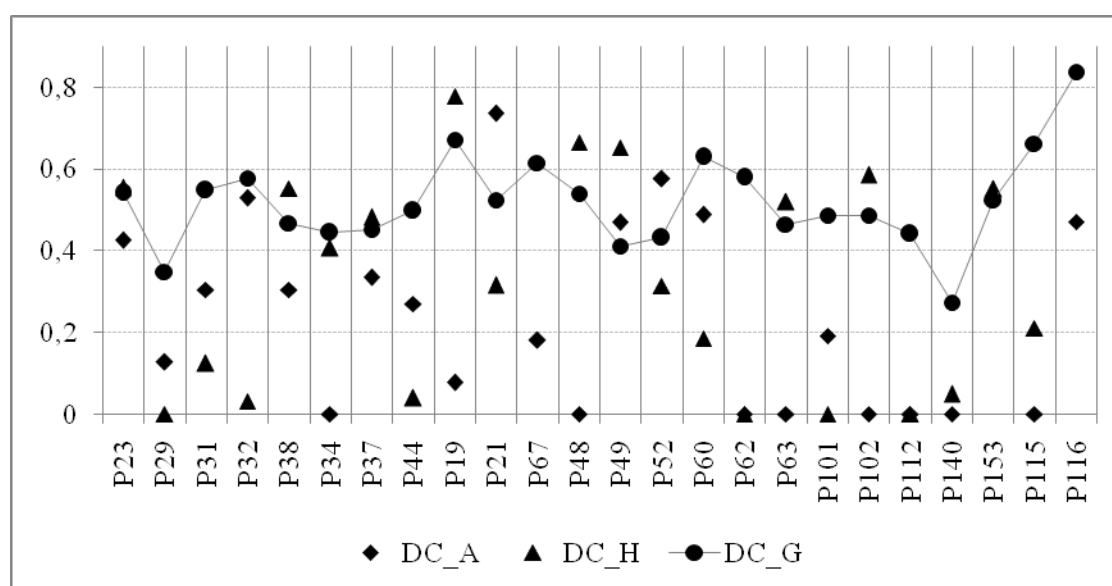


Figura 2: Resultados de los Coeficientes de Discriminación obtenidos por Moodle para cada una de las preguntas que han sido revisadas en este proceso de mejora, antes de realizar los cambios (curso 2008-2009, grupos A y H) y después de haber introducido los cambios (curso 2009-2010, grupo G).

Como ya se ha comentado en la introducción, el módulo de cuestionarios Moodle permite bajar en formato Excel los resultados de los estudiantes que han realizado los cuestionarios, tanto su puntuación global, como la de cada una de las preguntas. A continuación discutiremos el análisis de resultados de los estudiantes. La Tabla 5 muestra el resumen descriptivo de los resultados de los cuestionarios realizados en el curso 2009-2010, junto con el porcentaje de aprobados de cada cuestionario. Lo primero que llama la atención al hacer la comparación de estos resultados con los del curso anterior, es que después de la revisión de las preguntas el porcentaje de aprobados de cada cuestionario ha



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

disminuido. En el curso 2008-2009 el porcentaje mínimo fue 78. Es más, el total de los estudiantes aprobó los cuestionarios Q5 y Q6, mientras que en el curso 2009-2010 el porcentaje de aprobados para estos cuestionarios ha pasado a ser 86,8 y 96,5, respectivamente. En lo que respecta a las medias de cada cuestionario también se ha observado una disminución. Si en 2008-2009 las medias de los cuestionarios se encontraban entre 6,5 y 9, en el curso 2009-2010 el rango ha pasado a ser de 6 a 7,64.

Tabla 5. Análisis descriptivo de las puntuaciones de los ocho cuestionarios obtenidas por el grupo G durante el curso 2009-2010.

| | N | N* | Media | Error estándar | CV | P25% | Mediana | P75% | Porcentaje de aprobados |
|----|----|----|-------|----------------|-------|------|---------|------|-------------------------|
| Q1 | 88 | 19 | 7,08 | 0,222 | 29,38 | 6,0 | 7,0 | 9,0 | 87,5 |
| Q2 | 87 | 20 | 6,19 | 0,226 | 34,09 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 72,4 |
| Q3 | 81 | 26 | 7,42 | 0,286 | 34,71 | 5,7 | 8,6 | 10,0 | 85,2 |
| Q4 | 81 | 26 | 7,32 | 0,237 | 29,15 | 5,0 | 6,7 | 10,0 | 92,6 |
| Q5 | 68 | 39 | 6,79 | 0,278 | 33,79 | 6,0 | 6,0 | 8,0 | 86,8 |
| Q6 | 75 | 32 | 7,64 | 0,183 | 20,77 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 96,5 |
| Q7 | 74 | 33 | 6,67 | 0,304 | 39,26 | 5,0 | 6,7 | 8,3 | 79,7 |
| Q8 | 72 | 35 | 6,00 | 0,400 | 56,50 | 2,5 | 6,0 | 10,0 | 57,0 |

N: Número de estudiantes que respondieron el cuestionario

N*: Número de estudiantes que no respondieron el cuestionario

CV: Coeficiente de variación

P25%: Primer cuartil

P75%: Tercer cuartil

La disminución en las medias de los cuestionarios y en los porcentajes de aprobados parece indicar que los resultados de los cuestionarios se han ido haciendo más coherentes con los resultados obtenidos por los estudiantes en otras pruebas realizadas durante el curso. En ese sentido, estábamos interesadas en seguir el rendimiento individual de cada estudiante. A partir de las medias de los resultados de los cuestionarios de cada estudiante, y de los resultados de una prueba escrita realizada durante la primera parte del curso, estudiamos si existía alguna relación entre estos dos conjuntos de datos. La Figura 3 presenta el diagrama de dispersión para aquellos estudiantes del grupo G que realizaron los



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

cuestionarios y la Prueba 1 (prueba escrita de tipo convencional). Si el análisis muestra una buena correlación, significa que los cuestionarios Moodle resultan ser una herramienta conveniente para informar a los estudiantes sobre su rendimiento a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. En el curso 2008-2009, todos los puntos del diagrama de dispersión se concentraban en los cuadrantes primero y cuarto, revelando en consecuencia una no correlación positiva (puntuaciones altas en los cuestionarios se habían conseguido para puntuaciones de todo tipo en la prueba escrita). Sin embargo, como se observa en el diagrama de la Figura 3, en el curso 2009-2010 la concentración de puntos en el cuarto cuadrante ha disminuido y en cambio aparecen muchos puntos en el tercer cuadrante. Esto es indicativo de que la correlación entre las medias de los cuestionarios y los resultados de las pruebas escritas pasan a tener una tendencia positiva, aunque no óptima, mostrando en cualquier caso, una situación mejor que la situación obtenida en el curso anterior.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

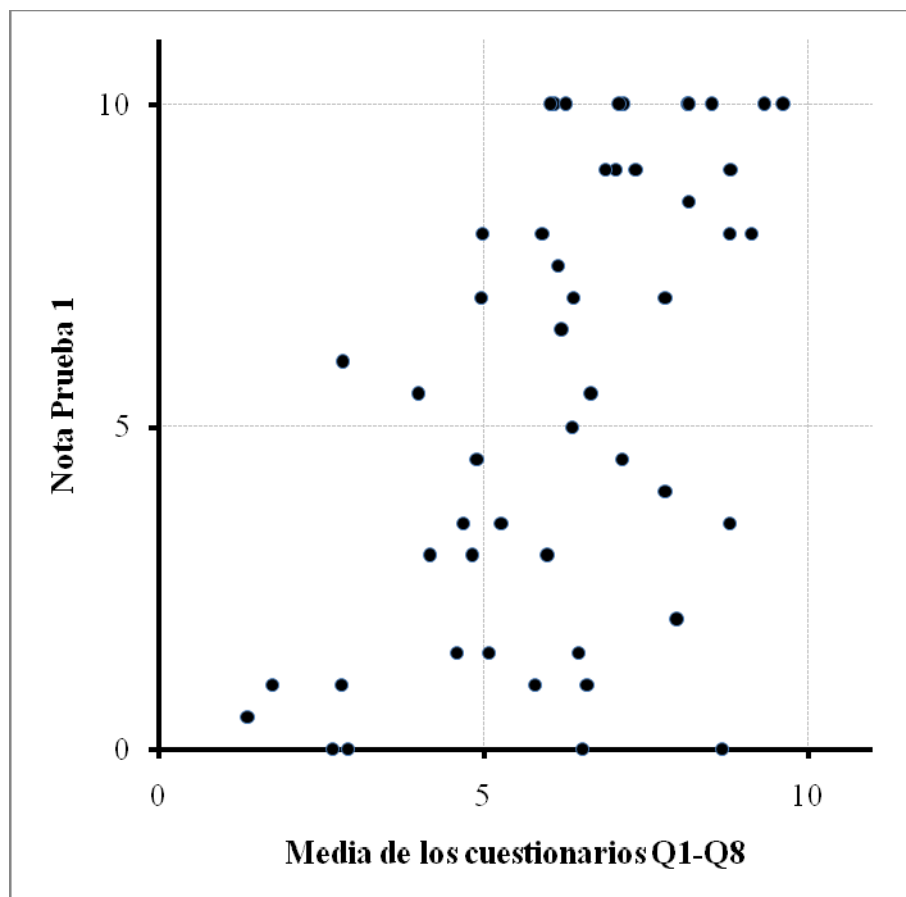


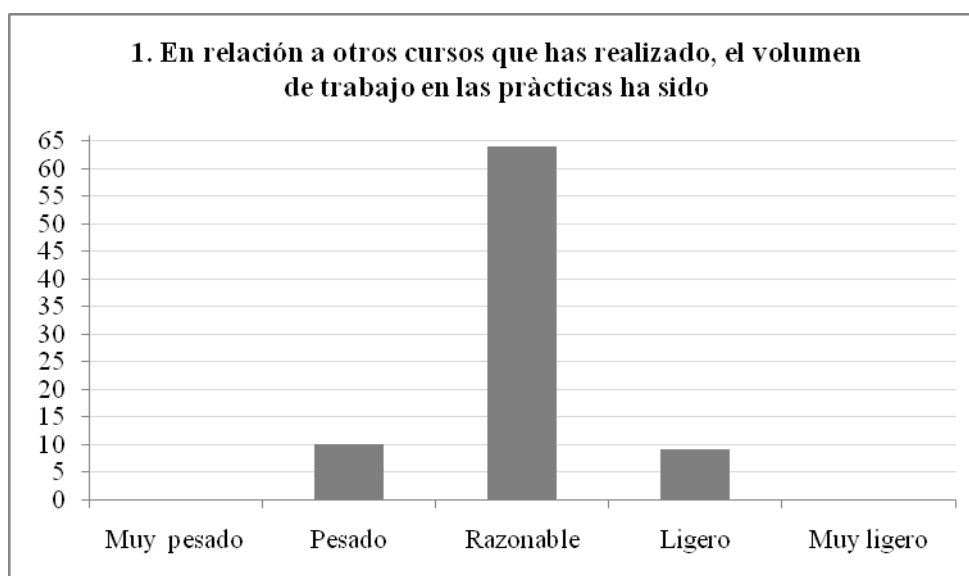
Figura 3: Diagrama de dispersión de la media de las puntuaciones de los ocho cuestionarios con la cualificación obtenida en la Prueba 1 (prueba escrita y convencional) que realizó un subconjunto de estudiantes del Grupo G.

Finalmente, una vez realizados los cuestionarios pasamos la misma encuesta (anónima) que el curso anterior, invitando a los estudiantes a que valorasen la actividad relacionada con los cuestionarios. La mejora de la propia actividad docente se basa, en buena parte, en el conocimiento de la opinión de los participantes en la actividad para reconocer qué aspectos se consideran positivos y qué aspectos necesitan ser revisados y cambiados. Las encuestas de valoración por parte de los estudiantes son una excelente guía a la hora de diseñar el proceso de enseñanza-aprendizaje y, particular, para valorar la motivación de éstos. En la Figura 4 se muestra los aspectos sobre los que se pidió opinión y cuáles han sido los resultados en cada uno de los casos.



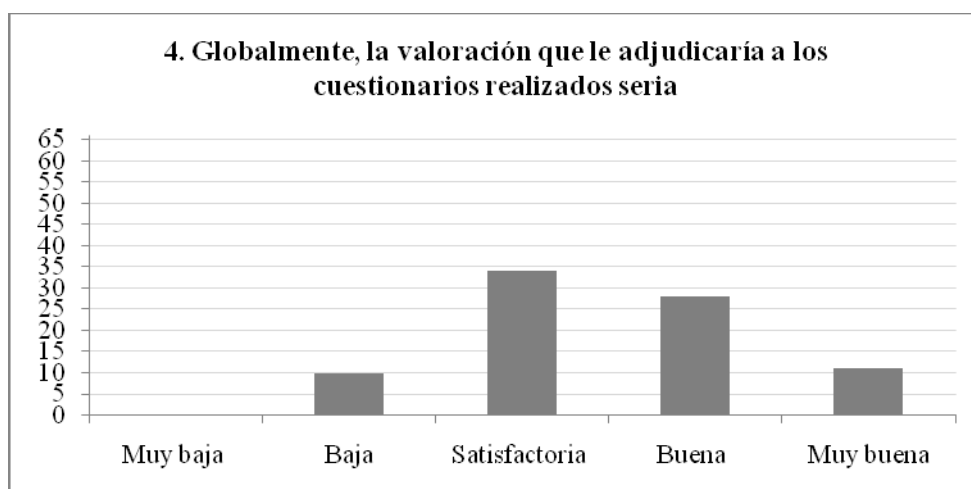
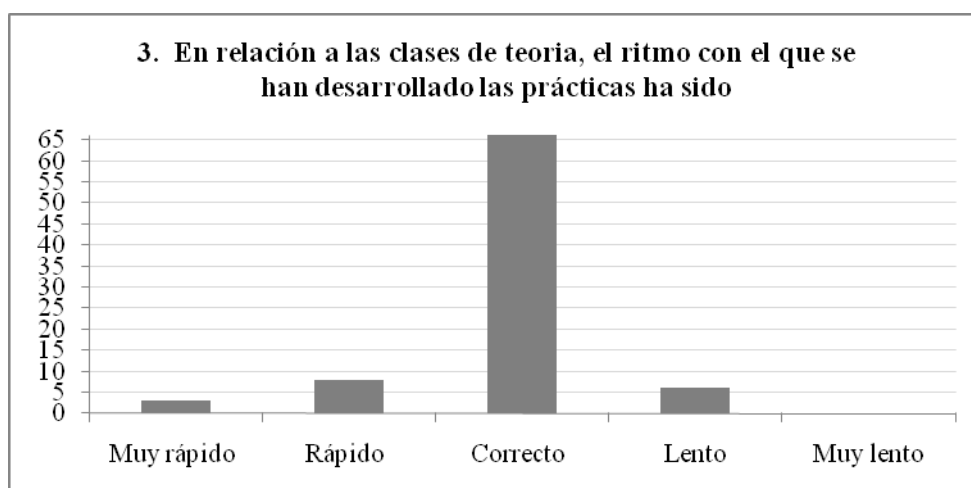
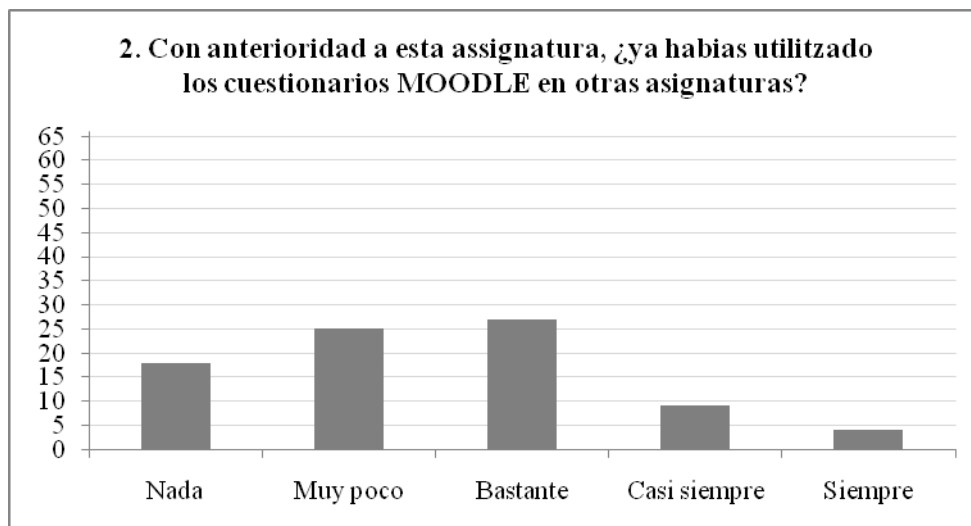
NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Nos gustaría comentar con más detalle la valoración de aspectos más relacionados directamente con los cuestionarios. Globalmente, la mayoría de estudiantes valora de forma Satisfactoria, Buena o Muy buena, los cuestionarios realizados a lo largo del curso (un 88% del grupo de estudiantes). De los estudiantes de Matemáticas II que realizaron los cuestionarios, un 58% considera que los cuestionarios ayudan a entender algunos de los contenidos de las clases teóricas de la asignatura. La información proporcionada una vez los cuestionarios han sido contestados no fue valorada tan positivamente como otros aspectos. De hecho, esta valoración corrobora algunos de los comentarios sobre aspectos negativos que se incluyeron en la encuesta. Alrededor de 40% afirma que su interés por la asignatura ha aumentado al realizar los cuestionarios. Finalmente, 65% están de Acuerdo o Muy de acuerdo con las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios.



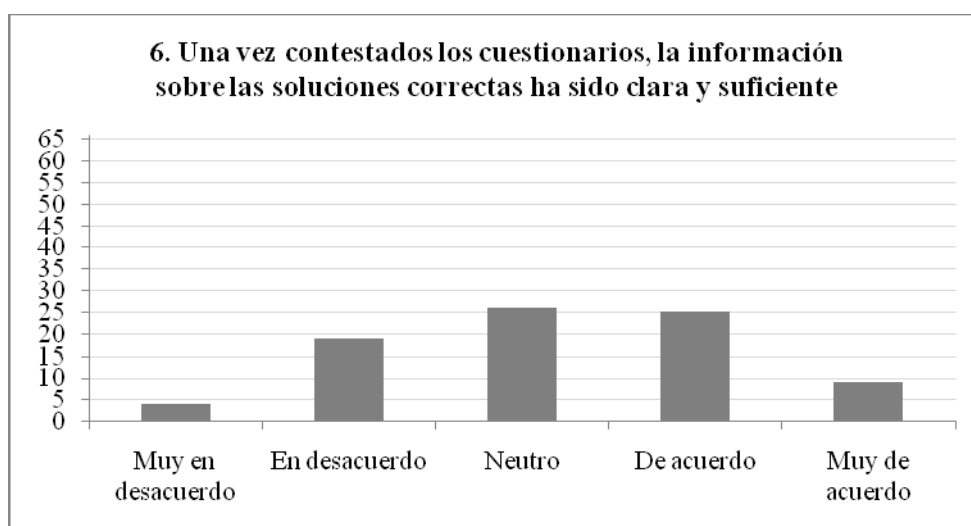
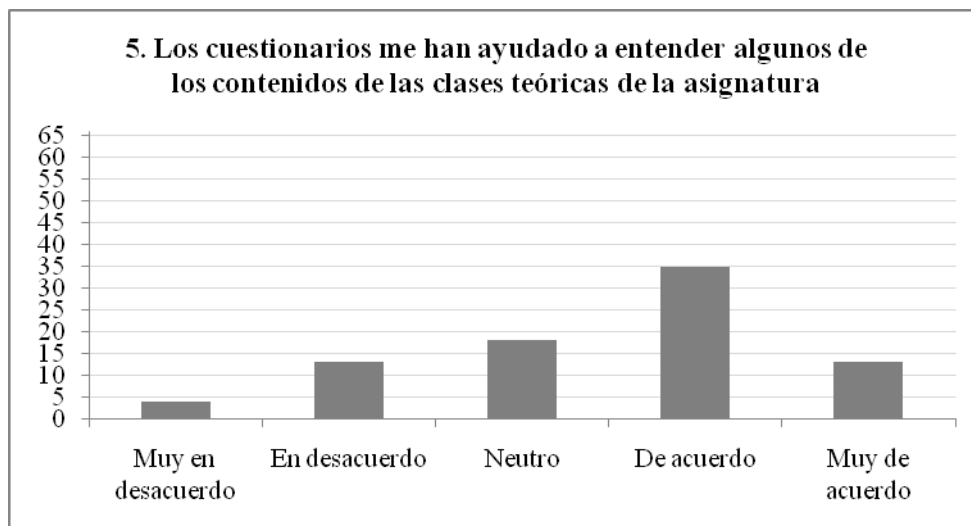


NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.





NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.





NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

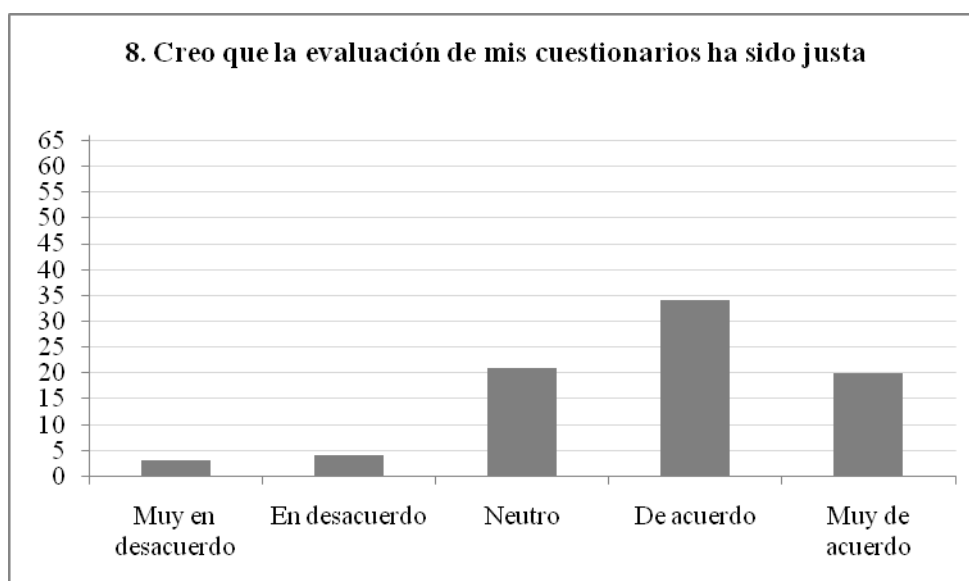
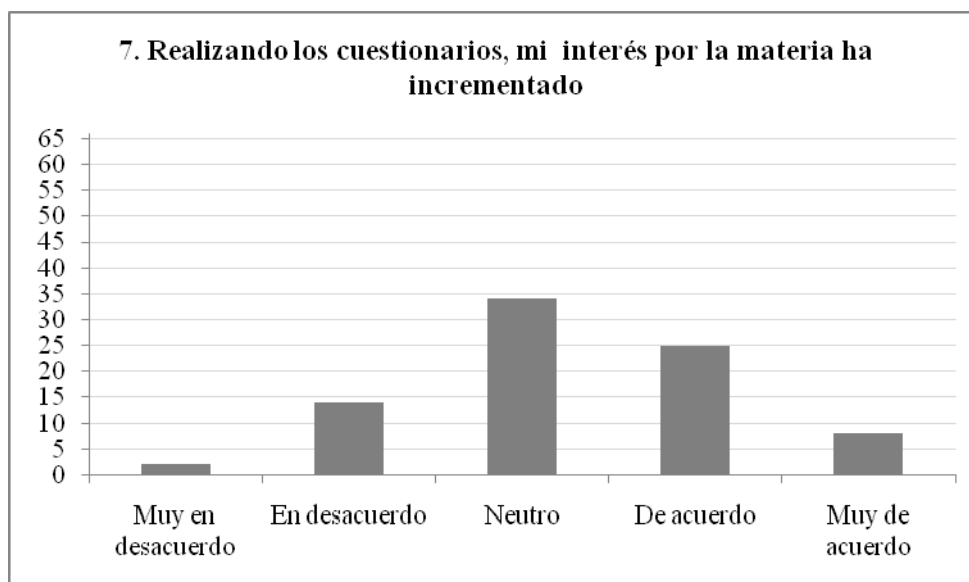


Figura 4: Resultados de la encuesta de valoración anónima que los estudiantes del grupo G (curso 2009-2010) han respondido en relación a la actividad desarrollada con los cuestionarios y su implementación en el campus Atenea-Moodle.

En resumen, nuestra impresión general es que los estudiantes de Matemáticas II valoran de forma positiva los cuestionarios realizados. Por otro lado, cabe



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

destacar que los resultados de estas encuestas de valoración coinciden bastante con los obtenidos en el curso anterior (Blanco y Ginovart, 2009).

5. Conclusiones

El análisis de la eficiencia de los cuestionarios es fundamental en el proceso de aprendizaje. De ese modo, los cuestionarios se transforman en una herramienta válida para la evaluación no sólo sumativa, sino también formativa, especialmente en el marco del EEES, más centrado en el trabajo autónomo del estudiante y en la evaluación de tipo continuo. Por un lado, aunque se ha llevado a cabo una primera revisión de la eficiencia de los cuestionarios realizados, sería conveniente refinarlos para poder conseguir una correlación cada vez mejor con los resultados de otras pruebas. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las preguntas utilizadas en los cuestionarios hasta el momento son una pequeña parte de la base de cuestiones creadas. En consecuencia, sería oportuno crear nuevos cuestionarios y volver a repetir el proceso de análisis de la eficiencia y revisión, tal como se ha hecho con los ocho cuestionarios objeto del presente trabajo. La revisión, depuración y mejora del material desarrollado resulta esencial, ya que estamos trabajando con un material docente diferente del tradicional, innovador, que hay que validar. Es por esta razón que no creemos tener un producto ya cerrado y acabado, sino que es un producto que hay que seguir supervisando. Se trata, a su vez, de una herramienta docente muy versátil, que puede utilizarse de forma distinta según los distintos contextos temporales y espaciales de las asignaturas, según los intereses de los profesores o el ritmo de trabajo de los estudiantes. De esta forma se potencia un aprendizaje más efectivo, dinámico y autónomo. La información, rápida e individual, que proporcionan los cuestionarios, permite al estudiante identificar puntos débiles, reforzar las competencias ya consolidadas y rectificar actitudes. En consecuencia, el uso adecuado de cuestionarios eficientes debería reinvertir en un mejor rendimiento del estudiante, por un lado, y en una valoración más satisfactoria de la asignatura y de los recursos disponibles, por otra.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Sin embargo, nos gustaría hacer una última reflexión sobre un aspecto del módulo de cuestionarios Moodle que, a nuestro entender, podría mejorarse. En las preguntas de opción múltiple y de verdadero/falso las respuestas incorrectas no penalizan. Este hecho puede provocar que las puntuaciones obtenidas resulten “exageradas” o infladas, y no sean un reflejo fiel de la actuación del estudiante. Por ello es necesario ser conscientes de la dificultad que implica un diseño eficiente de preguntas.

Finalmente, los proyectos tratados en este trabajo están directamente relacionados con el uso del Campus Virtual Atenea y con materias involucradas y comunes en los primeros cursos de diversos grados de ingeniería, lo cual permite que el producto resultante pueda tener una gran difusión dentro de la propia UPC.

Agradecimientos: Queremos agradecer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de Catalunya (ICE-UPC) su apoyo económico. Queremos expresar nuestro agradecimiento a los profesores Eusebi Jarauta, Jaume Fabregat e Iñaki Pelayo por su participación en el diseño y realización de los cuestionarios. También queremos agradecer a los estudiantes de la ESAB que fueron contratados en los dos proyectos ICE (Pol Ferrer, Laia Blancafort y Eulàlia Villalta) por el excelente trabajo realizado.

6. Referencias Bibliográficas

Blanco, M., Ginovart, M., Estela, M.R., Jarauta, E. (2006). Teaching and learning mathematics and statistics at an agricultural engineering collage, Proceedings of the CIEAEM 58 “Changes in Society: A Challenge for Mathematics Education”, pp. 152-157, University of West Bohemia, Plzen 2006.

Blanco, M. & Ginovart, M. (2009). Creating Moodle quizzes for the subjects of mathematics and statistics corresponding to the first years in engineering



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

- studies. Proceedings of Edulearn09: International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona
- Blanco, M., Estela, M. R., Ginovart, M. & Saà, J. (2009). Computer Assisted Assessment through Moodle Quizzes for Calculus in an Engineering Undergraduate Course. Proceedings of the CIEAEM 61 “Mathematical activity in classroom practice and as research object in didactics: two complementary perspectives”, Université de Montréal, Montréal /Quaderni di Ricerca in Didattica (Scienze Matematiche), 19 (2): 78-84
- Cole, J. (2005). Using Moodle. Teaching with the popular open source course management system. Sebastopol (CA): O’Reilly Community Press.
- Ginovart, M., Blanco M., Portell X. (2008). Una reflexió sobre la activitat docent en el àrea de matemàtica aplicada en estudis universitaris de ingenieria de biosistemes: present i futur. Actes del XII Congrés THALES de Ensenyament i Aprenentatge de les Matemàtiques XII CEAM. Universitat de Sevilla. *En premsa*.
- Ginovart, M., Blanco, M. (2010) Creació de qüestionaris des de l'entorn moodle per a assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria. JID: Jornada d'Innovació Docent UPC 2010. [<http://hdl.handle.net/2099/8711>]
- Heck A. & van Gastel L. (2006). Mathematics on the threshold. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 37(8), pp. 925-945.
- Moodle For Teachers, Trainers And Administrators. GNU General Public License Version 2, June 1991 [<http://moodle.org/>]
- 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, 27(1), pp. 65-77.