



Memoria del proyecto CONSOLIDACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN INTENSIVAS ON-LINE YA IMPLEMENTADAS POR EL GIE E4

Creada por JOSE IGNACIO HERNANDO GARCIA

1. Consecución de objetivos

1.1 De todos los OBJETIVOS PREVISTOS en la solicitud de su Proyecto, describa cómo ha sido la consecución de cada uno de ellos:

Los objetivos incorporados en la solicitud del PIE, seleccionados por la ETSAM de entre los indicados en el Anexo II de la convocatoria 2012 de Ayudas a la Innovación Educativa, eran:

- OBJ2: Mejorar los sistemas de evaluación y calificación. Integrar efectivamente los sistemas de evaluación de las materias del Grado

Las herramientas de evaluación y calificación desarrolladas se han utilizado de forma sistemática en la evaluación y calificación de 12 grupos (600 alumnos) de las asignaturas Estructuras 2 (plan 2010) y Análisis de Estructuras (plan 96) de la ETSAM, con un peso en la calificación global de hasta un 30%. Asimismo, las herramientas desarrolladas se han utilizado en la evaluación de algunos ejercicios de varios grupos de la asignatura Estructuras 1 (plan 2010, ETSAM)

- OBJ9: Desarrollar repositorios de prácticas, recursos docentes, y actividades, que faciliten la experimentación así como el aprendizaje autónomo. Oferta de asignaturas en extinción en plataformas de tele-enseñanza

Actualmente está disponible un repositorio de 161 prácticas de las asignaturas Estructuras 2 (plan 2010) y Análisis de Estructuras (plan 96) en <https://moodle.upm.es/formacion/course/view.php?id=2182>. Todos los ejercicios del repositorio permiten la auto-evaluación y son accesibles para cualquier alumno de la UPM, en particular para los alumnos de la asignatura en extinción Análisis de Estructuras (plan 96) de la ETSAM

- OBJ11: Mejorar la eficiencia en los procesos de adquisición de los resultados de aprendizaje por parte de los estudiantes, con especial atención a la incorporación de metodologías activas para el aprendizaje. Reforzar la orientación práctica de asignaturas del bloque propedéutico del nuevo grado.

Las herramientas desarrolladas, que luego se detallan, permiten la auto-corrección de forma inmediata y **GRÁFICA** de los ejercicios del repositorio, lo cual ha fomentado una metodología activa del aprendizaje. Por otra parte, un número sustancial de los modelos estructurales de los ejercicios de la asignatura del nuevo grado, incorporados al repositorio antedicho, tratan sobre estructuras reales, o cuando menos su geometría y cargas son las que se pueden encontrar en estructuras reales de edificación.

2. Fases y actuaciones

2.1. De las FASES Y ACTUACIONES PREVISTAS, describa cómo ha sido su desarrollo y temporalización en los dos cursos académicos que ha durado el PIE, distinguiendo aquellas que se hicieron en el curso 2012-13 y aquellas que se hicieron en 2013-14:

En la solicitud presentada a la convocatoria 2012 de "AYUDAS A LA INNOVACIÓN EDUCATIVA Y A LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA" se preveían las siguientes actuaciones (se resalta en **negrita** el momento en que se han desarrollado)

- **Desarrollo de las prácticas de las asignaturas Estructuras 2 y Análisis de Estructuras como herramienta de evaluación.**

Se han elaborado cuatro nuevos conjuntos de ejercicios de curso y sus correspondientes cuestionarios de moodle durante **los cuatro semestres de los cursos 2012-13 y 2013-14**. Todos los cuestionarios de moodle permiten la auto-evaluación y el aprendizaje autónomo de los alumnos. Se actualizaron las prácticas y cuestionarios de la asignatura Análisis de Estructuras como medios alternativos al aprendizaje de los estudiantes matriculados en el plan en fase de extinción, incorporándose en muchos de ellos las herramientas gráficas de auto-evaluación que luego se detallan. Mediante estos cuestionarios se han complementado las técnicas de evaluación clásica para lo cual ha sido

necesario gestionar y evaluar algunas decenas de miles de preguntas.

- **Creación de un repositorio de prácticas y cuestionarios de Moodle**

Esta fase del proyecto se inició durante **el segundo semestre del curso 2012-2013**, con la ayuda de Miguel Martínez Paneda. Para elaborar este repositorio se realizó una selección de los cuestionarios/prácticas de las asignaturas antedichas y se corrigieron erratas conocidas en las mismas. Esta fase se **continúa cada semestre académico** incorporando los nuevos ejercicios del mismo al repositorio. Así, **la última actualización es de agosto de 2014**.

Actualmente se dispone en <https://moodle.upm.es/formacion/course/view.php?id=2182>, de un repositorio con 161 ejercicios de las asignaturas Análisis de Estructuras y Estructuras 2. Como se ha indicado estos cuestionarios son accesibles por cualquier miembro de la UPM. En todos ellos se puede hacer uso de las facilidades de auto-corrección y auto-aprendizaje, y un número sustancial permite la auto-evaluación gráfica de leyes de esfuerzos merced al software desarrollado que se detalla en 5.1.

- **Desarrollo de colecciones de prácticas/cuestionarios en otras asignaturas**

Como se ha indicado en **los tres últimos semestres** se ha utilizado la aplicación desarrollada en varios grupos de la asignatura Estructuras 1 (plan2010) de la ETSAM

- **“Traducción” del material disponible de la versión 1.9 de Moodle a la versión 2.2 de Moodle.**

Toda la documentación disponible cuando al inicio del PIE fue actualizada a la versión 2.2 Moodle durante el **semestre de primavera del curso 2012-13**. Posteriormente se actualizó a la nueva versión instalada en los servidores del rectorado, la 2.4, de forma automática (frente a lo ocurrido al cambiar de la versión 1.9 a la 2.2, que requirió de una cuidadosa supervisión realizada por el Miguel Martínez Pañeda).

- **Actualización del software propio.**

Durante el **segundo semestre del curso 2012-2013**, con la ayuda de Miguel Martínez Paneda, se inició la actualización de todo el software propio del que se disponía. Esta labor continúa **hasta hoy**. El resultado más sobresaliente de esta actuación se describe en el punto 5.1

- **Tareas de difusión**

Durante **el último año** se han publicado diversos resultados del PIE como se detalla en el punto 5.4.

4. Evaluación del proyecto

4.1. Describa la METODOLOGÍA de evaluación aplicada, con detalle de los instrumentos, técnicas y recursos utilizados para la evaluación del proyecto:

En la memoria del PIE se establecían una serie de hitos cuya consecución permitiría evaluar si se habían alcanzado los objetivos del proyecto. La utilización de los repositorios y las herramientas de evaluación desarrolladas por parte de los alumnos se suponía (sobre la base de experiencias anteriores), por lo que no se consideraba, por si sola, relevante para evaluar los resultados del proyecto. Además, la correlación entre las calificaciones obtenidas en el curso y el uso de la herramienta propuesta era ya manifiesto cuando se inició el PIE. Los hitos antedicho, eran:

- Difusión
- Desarrollo de la herramienta de evaluación:
- Creación de un repositorio de prácticas y cuestionarios de Moodle:
- Desarrollo de colecciones de prácticas/cuestionarios en otras asignaturas, “Traducción” del material disponible de la versión 1.9 de Moodle a la versión 2.2 de Moodle, Actualización del software propio.

En el apartado 2.1 ya se ha detallado de que manera y en que momento se han alcanzado los objetivos anteriores.

En la evaluación de los resultados del proyecto debe destacarse que en la actualización del software propio se ha superado la mejor de las previsiones. En 2012 se escribió: “Para poder realizar los objetivos anteriores será necesario actualizar el software propio con el cual se han creado los cuestionarios de Moodle de cursos anteriores (...)”. No sólo se ha alcanzado este resultado, la actualización del software propio se ha traducido en el diseño de una nueva pregunta gráfica de Moodle que permite valorar tanto cualitativa como cuantitativamente diagramas de esfuerzos (momento flectores, esfuerzos cortantes y esfuerzos axiales). Es una pregunta gráfica pues el estudiante la responde on-line con ayuda de una pequeña aplicación de CAD diseñada por GIE. De los muchos tipos de preguntas que pueden encontrarse en la página oficial de Moodle la desarrollada por los miembros del GIE es la primera con estas características. La pregunta está plenamente operativa en el Moodle del rectorado.

Aunque en la memoria inicial del PIE se escribía “La utilización de la herramienta por parte de los alumnos se presupone, por tanto, no se considera, por si sola, relevante para evaluar los resultados del proyecto. Se conoce, por las experiencias previas ..., la buena acogida de la misma por el alumnado y el uso intensivo de la misma”, es de justicia señalar que la posibilidad de auto-evaluar e introducir gráficamente los diagramas de esfuerzos ha aumentado el interés de los estudiantes por los ejercicios prácticos de las asignaturas Análisis de Estructuras y Estructuras 2.

4.2. Describa las FASES de definición de criterios, recogida de información, procesamiento y análisis de la información:

(ver apartado siguiente)

4.3. Especifique los RESULTADOS O EVIDENCIAS obtenidas del proceso de evaluación del PIE:

Cuando se elaboró la memoria inicial del PIE se escribió "la correlación entre las calificaciones obtenidas en el curso y el uso de la herramienta propuesta es manifiesto, como se expone en el artículo que actualmente se está elaborando". Los resultados obtenidos del proceso de la evaluación del PIE están incluidos en la ponencia luego referida "Learning analytics for intensive use of MOODLE", extensión de otras ya documentadas por el GIE incluso antes de iniciarse el Proyecto de IE (pueden consultarse en la memoria del GIE <http://innovacioneducativa.upm.es/consulta-gies-2?grupo=272>). Como se indicaba en la memoria de la solicitud presentada a la convocatoria 2012 de "AYUDAS A LA INNOVACIÓN EDUCATIVA Y A LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA", y es manifiesto en su propio título el PIE este parte de una experiencia docente ya contrastada en 2012.

5. Resultados e impacto del proyecto

5.1. Indique los PRODUCTOS CONCRETOS Y TANGIBLES (aplicaciones, material didáctico, informes, guías, etc.) que se previeron en la solicitud del Proyecto. Describa y valore cómo se han logrado cada uno de ellos :

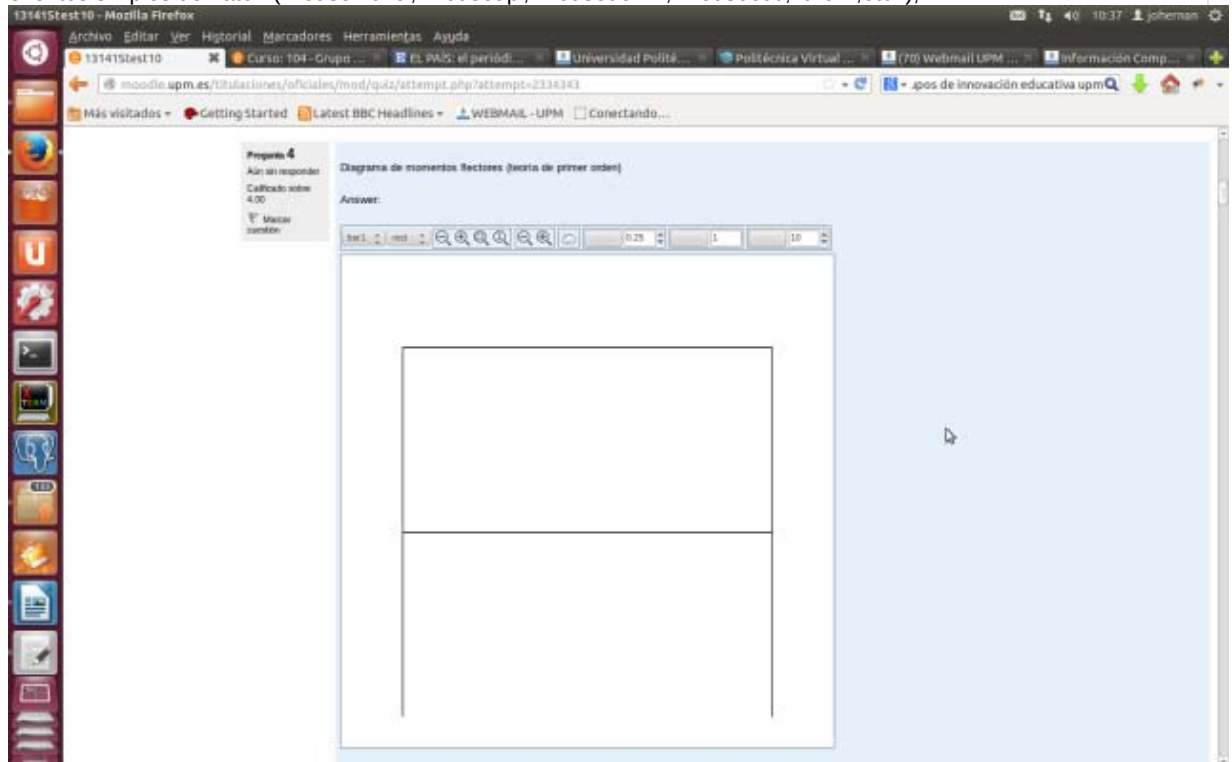
Actualmente está disponible un repositorio de 161 prácticas de las asignaturas Estructuras 2 (plan 2010) y Análisis de Estructuras (plan 96) en <https://moodle.upm.es/formacion/course/view.php?id=2182>.

The top screenshot shows the Moodle course page for 'Grupo de Innovación Educativa de Exploración de Enseñanza en Estructuras de Edificación. E4'. The page title is 'Grupo de Innovación Educativa de Exploración de Enseñanza en Estructuras de Edificación. E4'. The main content area lists 10 exercises: 1. Introducción, 2. Estructuras articuladas planas, 3. Estructuras articuladas espaciales, 4. Vigas, pórticos y arcos isostáticos, 5. Análisis lineal de estructuras hiperestáticas por el método de las fuerzas, 6. Análisis lineal de estructuras hiperestáticas por el método de los desplazamientos. Vigas continuas, 7. Análisis lineal de estructuras hiperestáticas por el método de los desplazamientos. Pórticos, 8. Sistematización del método de los desplazamientos. Aplicación a estructuras de edificación, 9. Análisis en teoría de segundo orden de pórticos desplazables, 10. Análisis límite - Cálculo plástico. Vigas continuas.

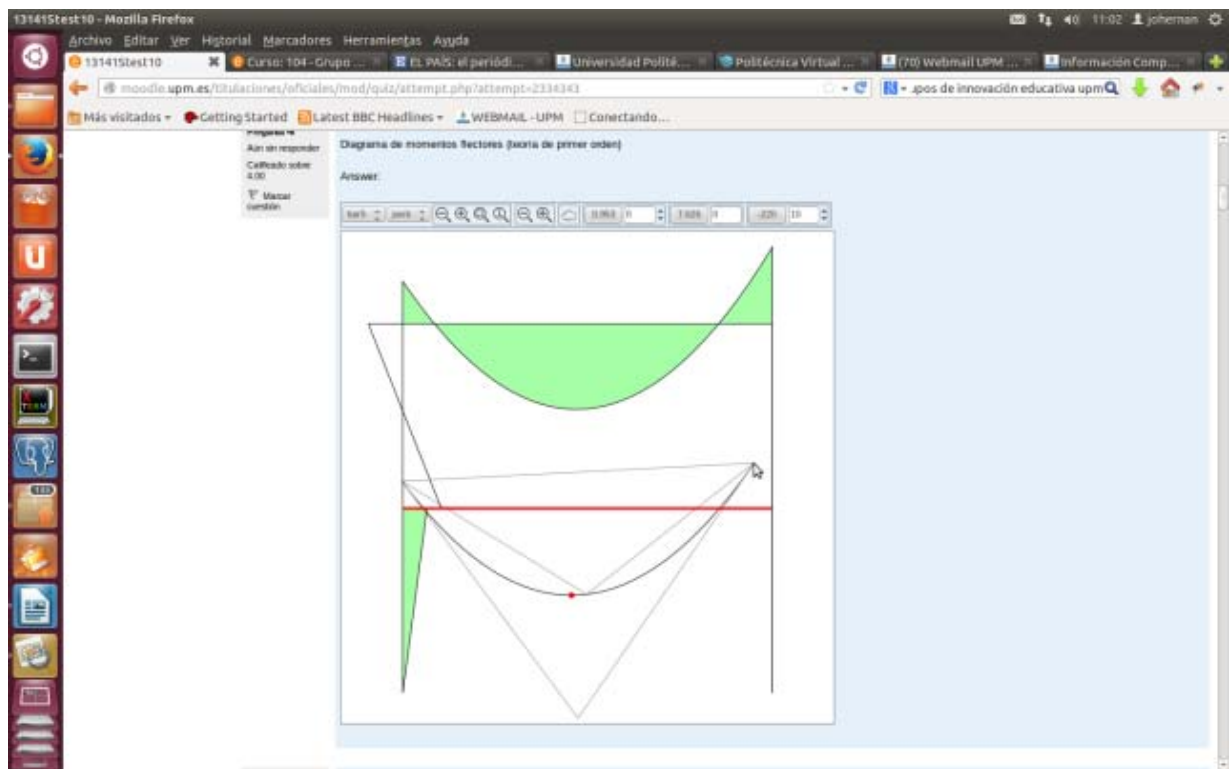
The bottom screenshot shows a specific exercise page titled 'Análisis lineal de estructuras hiperestáticas por el método de los desplazamientos. Pórticos'. The page contains a grid of diagrams and text, likely representing the exercise content. The diagrams show various structural frames and load distributions.

El software propio disponible cuando se inició el PIE se ha reescrito completamente dando lugar a un nuevo tipo de pregunta de Moodle, disponible en el servidor del rectorado, que permite dibujar dentro de la aplicación y auto-evaluar gráficamente las leyes de esfuerzos de las estructuras de edificación. A continuación se describen las características del nuevo "producto", las cuales permiten afirmar que se han sobrepasado las expectativas previstas en la solicitud del PIE:

- El nuevo tipo de pregunta tiene las mismas facilidades que una pregunta tipo de Moodle para incluir en su enunciado cualquier texto, formato u objeto HTML. Este requisito era prioritario pues es casi inviable definir una buena pregunta de Análisis de Estructuras o Eestructuras 2 sin apoyo de información gráfica.
- La nueva pregunta reproduce todas las posibilidad de autocorrección, corrección automática, corrección continua, libertad de horarios, etc. de las preguntas estándar de Moodle.
- Asimismo, permite la misma libertad para evaluar la respuesta de los estudiantes que las preguntas tipo. Se pueden asignar distintas puntuaciones a varias respuestas posibles, modificar dicha puntuación en función del número de intentos necesarios para encontrar la respuesta correcta, etc.
- El alumno puede introducir los resultados gráficamente con ayuda de una pequeña aplicación de CAD. Es decir, sobre un esquema del modelo estructural representado en la pantalla, puede trazar el dibujo con movimientos y otros eventos simples del ratón ('mousemove', 'mouseup', 'mousedown', 'mouseout', 'click', etc.);

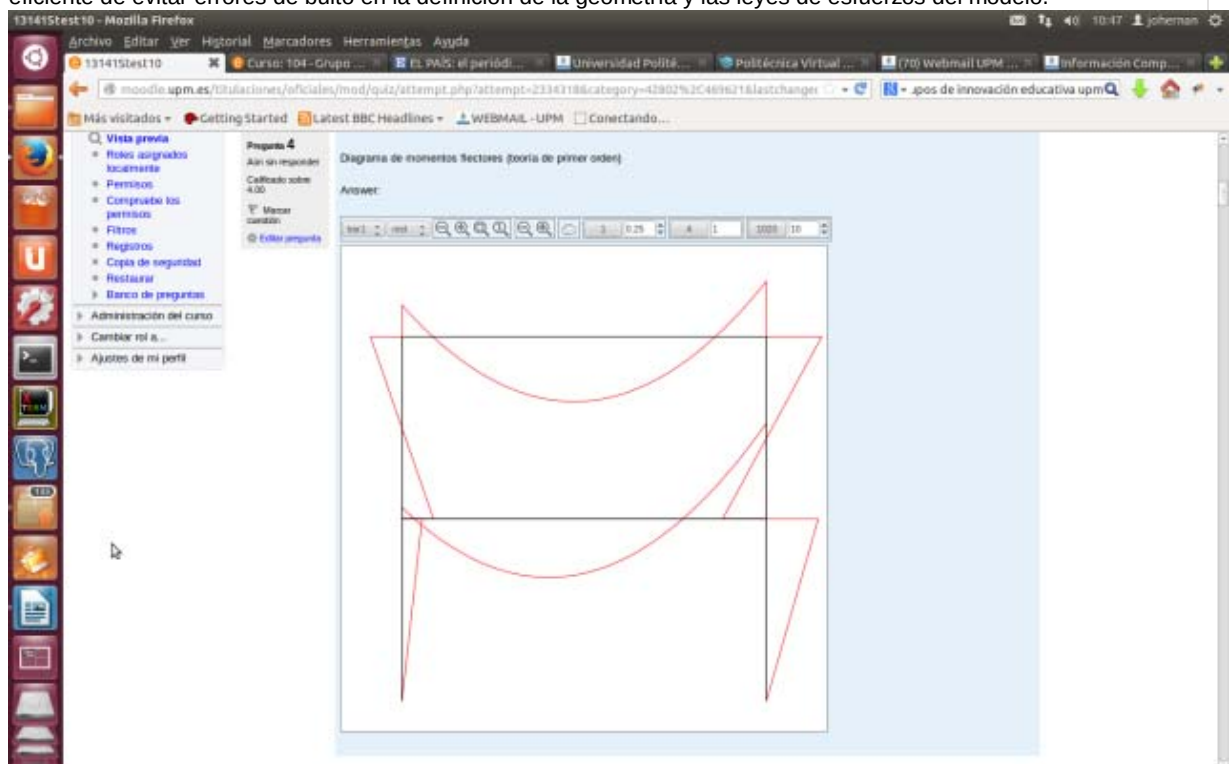


- El uso de la aplicación es similar al de los sistemas de CAD utilizados por los estudiantes de la ETSAM.
- La herramienta facilita la posibilidad de chequear resultados intermedios, incluso la evaluación de estos resultados intermedios.



Los características anteriores hacen referencia al comportamiento de la nueva pregunta cuando es utilizada por un estudiante. A estas se añaden las siguientes desde la perspectiva del profesor:

- Las leyes de cargas de las barras del modelo admiten cualquier combinación de cargas puntuales y cargas uniformemente distribuidas. Otras tipologías de cargas son poco frecuentes en las estructuras de edificación, por lo que no se ha considerado prioritario incluirlas en esta primera versión
- La entrada de datos de la topología y geometría del modelo estructural se realiza en un formato similar al de un programa estándar de cálculo de estructuras
- La definición de las respuestas correctas de las leyes de esfuerzos de cada barra del modelo se realiza proporcionando los valores de dichos diagramas en puntos significativos, pero no preestablecidos, de cada barra.
- Se facilita una vista previa gráfica de las respuestas correctas. Este requisito es obligado pues este es el modo más eficiente de evitar errores de bulto en la definición de la geometría y las leyes de esfuerzos del modelo.



- La evaluación es cualitativa y cuantitativa. Para la segunda se pueden definir unos márgenes de error de las leyes de esfuerzos tanto en ordenadas como abscisas.

- Se pueden valorar resultados parciales de las leyes de esfuerzos.
- El profesor puede definir el criterio de signos de las leyes de esfuerzos.

5.2. Describa el IMPACTO del proyecto en la mejora de los RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES:

Al inicio del PIE la utilización, por parte de los alumnos, de los repositorios y las herramientas de evaluación desarrolladas se suponía sobre la base de experiencias anteriores. Asimismo, la correlación entre las calificaciones obtenidas en el curso y el uso de la herramienta propuesta era ya manifiesto cuando se inició el PIE. La experiencia de estos dos cursos ha permitido corroborar lo que se suponía al inicio del PIE: El uso de las herramientas descritas ha tenido una excelente acogida por parte de los estudiantes, desbordando las previsiones más optimistas y llegando a ser su uso casi adictivo. Lo anterior se traduce en un aumento del tiempo de estudio de los estudiantes y una mejora en su rendimiento.

5.4. Describa las acciones de DIFUSIÓN DEL PROYECTO (publicaciones, ponencias, organización de encuentros....) especificando su alcance (en su centro, en la UPM, de ámbito nacional o internacional):

Los resultados del PIE se han presentado en los siguientes congresos:

- Toward the possibility of automatic evaluation of on-line graphics. J.I. Hernando*, A. Aznar, J. Ortiz & J. Cervera. International Congress on Education, Innovation and Learning Technology.Barcelona.Julio Vol 1. pp.205-206. (2014) ISBN: 978-989-95089-1-0
- Learning analytics for intensive use of MOODLE. J. I. Hernando, A. Aznar*, J. Ortiz & J. Cervera. International Congress on Education, Innovation and Learning Technology.Barcelona. Vol 1. pp.20-21. (2014). ISBN: 978-989-95089-1-0
- A new automatic on-line evaluation for graphics applied to building structures. Antonio Aznar*, José I. Hernando, Jesús Ortiz, Miguel Martínez & Jaime Cervera. EDULEARN. IATED (International Academy Of Technology, Education And Development). Vol 1. pp. 3061-3068. (2014) ISBN: 2340-1117/978-84-617
- Novel educational assessment for building structures: Automatic evaluation of on-line graphics. A. Aznar* & José I. Hernando. Proceeding book IETC (International Educational Technology Conference), Boston, (EEUU), 2014.

Participación en encuentros de formación del profesorado:

- V encuentro Internacional sobre Experiencias Innovadoras en la Docencia Universitaria. Organizado por Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Complutense. 12-13 Nov. de 2014. "Experiencia innovadora en la ETSAM: Evaluación automática on-line de diagramas de esfuerzos en Estructuras de Edificación". AZNAR LÓPEZ, Antonio & HERNANDO GARCÍA, José I.

6. Principales conclusiones

6.1. Indique las PRINCIPALES CONCLUSIONES que se han podido extraer del desarrollo y evolución del Proyecto:

En estos momentos la nueva pregunta de Moodle se encuentra operativa en el servidor de Moodle de la UPM y ha sido utilizada en varias asignaturas de la ETSAM. El funcionamiento del nuevo tipo de pregunta no ha dado ningún problema desde su instalación, a pesar de haber sido sometido a situaciones extremas (durante el último semestre se han incorporado 280 preguntas del tipo desarrollado en el servidor del rectorado, alguna de las cuales ha sido respondida varios centenares de veces por los estudiantes según los registros del servidor). Ha tenido una excelente acogida por parte de los estudiantes, desbordando las previsiones más optimistas y llegando a ser su uso casi adictivo.

El uso del nuevo tipo de pregunta desarrollado permite reducir el tamaño de los cuestionarios de las asignaturas Análisis de Estructuras y Estructuras 2. Para definir "por puntos" completamente una ley de esfuerzos, se necesitan multitud de valores numéricos. Las aproximadamente 50 preguntas numéricas que se necesitan de media para definir completamente el comportamiento de una estructura de las analizadas en las asignaturas antedichas, se reducen a 3 del nuevo tipo (aunque actualmente se siguen incluyendo las preguntas numéricas, pero como mera herramienta auxiliar para los estudiantes: su peso en la evaluación total del cuestionario es 0). Súmese a esto las ventajas de las respuestas gráficas respecto de las meramente numéricas y que las respuestas gráficas deben estar razonablemente proporcionadas para que se consideren válidas.

Gracias a esta nueva aplicación se ha solventando la limitación original de Moodle que sólo permitía la valoración de preguntas numéricas. Los beneficios para los alumnos resultan evidentes, como se comprueba en los resultados de las pruebas finales.

7. Dificultades encontradas

7.1. Describa, si no lo ha hecho en apartados anteriores, las DIFICULTADES MÁS RELEVANTES que ha

encontrado en el desarrollo del Proyecto, así como la posible solución que se ha encontrado:

La necesaria actualización de las versiones de Moodle disponibles en el rectorado, requiere un trabajo regular para mantener operativo tanto el repositorio de ejercicios como el nuevo tipo de pregunta desarrollado.

8. Evaluación del servicio de Innovación Educativa

8.1 Valore la ATENCIÓN RECIBIDA por parte del servicio de innovación educativa:

Es obligado agradecer la paciencia y el buen hacer del personal del servicio de innovación educativa, sin las cuales hubiera sido imposible concluir las gestiones necesarias para desarrollar las acciones de difusión del proyecto enumeradas en el punto 5.4