

# E-learning en prácticas de materiales de construcción

## E-learning in Building Materials Practices

Carmen Vielba Cuerpo  
Universidad Politécnica de Madrid  
carmen.vielba@upm.es

Miguel Ángel Castaño Liedo  
Universidad Politécnica de Madrid  
miguelangel.castano@upm.es

### Resumen

La necesaria adaptación de la enseñanza universitaria al Espacio Europeo de Educación Superior hace imprescindible la incorporación de métodos para promover la participación activa del alumno en su propio proceso de aprendizaje. El desarrollo de las enseñanzas debe realizarse estableciendo entre sus objetivos la adquisición de competencias transversales relacionadas con el trabajo autónomo del alumno. La experiencia que se presenta parte de estas premisas. Se trata de utilizar métodos *e-learning* en el campo de las prácticas con Materiales de Construcción promoviendo con ello que el alumno se implique de forma activa en su propia formación.

Paralelamente se contempla la problemática relacionada con la optimización de los recursos de espacio y tiempo disponibles para este tipo de actividades analizando cómo la incorporación de las TIC permite mejorar en este aspecto.

Se analizan tipos de laboratorios *e-learning* y se propone una metodología de aplicación en el caso de prácticas complejas que requieran realizar varias mediciones y uso de diferentes equipos e instrumentación.

La experiencia se ha realizado los cursos 2012-13 y 2013-14 y ha consistido en la sustitución de una práctica presencial por una virtual en la asignatura de Materiales de Construcción del Grado en Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Politécnica de Madrid con resultados satisfactorios en cuanto a notas obtenidas y grado de satisfacción de los alumnos.

### Palabras clave

e-learning, prácticas virtuales, aprendizaje autónomo.

### Abstract

Adapting university programs to the European Higher Education Area requires the use of methods to promote the active participation of students. New teaching criteria must be considered. The ultimate goal has to be the acquisition of skills related to the autonomous student work. The experience presented is based on those concepts. It deals with the use of e-learning methods in the field of the Building Materials practices trying to promote the active involvement of the students in their training process.

At the same time, the optimization of the resources available in laboratory with reference to space and time is taking into account. We have also analyzed how the use of ICT helps improve those problems.

The paper discusses types of e-learning laboratories and proposes a methodology to be applied in the case of complex practice lessons that require several measurements and the use of different equipment and instrumentation.

The experience has been applied to a practice lesson in 2012-13 and in 2013-14 in the subject of Construction Materials in the Bachelor's degree program in Aerospace Engineering of Polytechnic University of Madrid with satisfactory results in terms of notes obtained and degree of satisfaction of the students.

### Keywords

E-learning, Virtual practices, Autonomous student learning.

## Introducción

La enseñanza universitaria, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, debe desarrollarse siempre a partir de la definición de los objetivos a conseguir con ella. Esos objetivos no pueden ya establecerse con criterios decimonónicos. El Diccionario de la Real Academia Española define enseñar como “instruir, doctrinar, amaestrar con reglas o preceptos”. Es decir, se establece el concepto del enseñante que inculca contenidos y el de aprendiz que mira y observa. Sin embargo, en un mundo como el que nos ha tocado vivir, en constante cambio, técnicas de este tipo sólo pueden conducir al fracaso.

Considerar la enseñanza desde la perspectiva de la transmisión de conocimientos es contemplar el problema desde un único punto de vista. La educación universitaria debe capacitar al alumno para adquirir habilidades que le permitan desarrollarse como persona e integrarse óptimamente en un mercado laboral. Ello supone estar preparado para un continuo reciclaje.

Una vez deja la universidad, el alumno debe saber afrontar los constantes cambios tecnológicos esforzándose por estar siempre al día. Para ello hay que enseñarle a aprender por sí mismo. Una universidad moderna no debe producir estudiantes pasivos que cogen apuntes y estudian libros, sino estudiantes que intervengan activamente en su propio proceso de formación.

En el campo de las Ingenierías adquiere una gran relevancia la formación de carácter práctico y el desarrollo de las competencias relacionadas con ella. Esto es especialmente importante en el caso en las ingenierías relacionadas con las infraestructuras. En ellas se debe preparar al alumno para utilizar en obra los materiales de la manera más adecuada, conociendo el verdadero significado de los valores que cuantifican sus propiedades. La continua incorporación de nuevos materiales, aplicaciones y métodos de ensayo y control en obra, hace necesario prepararle también para afrontar cambios y para desarrollar su capacidad de análisis y crítica.

Por ello la formación científica en este campo no puede basarse sólo en la adquisición de conocimientos teóricos. Es imprescindible comprender cómo se obtienen los valores que se manejan a través de la experimentación en laboratorio, de modo que el alumno:

- Aprenda a ser riguroso en la realización de los ensayos para obtener datos fiables.
- Reconozca la importancia de seguir normas de ensayo para obtener datos comparables.
- Aprenda a analizar, interpretar y valorar los datos obtenidos.

Sin embargo a la hora de plantear la programación de prácticas hay que tener en cuenta dos problemas importantes. Por un lado los recursos de espacio, tiempo y personal de que se dispone no siempre son óptimos. Por otro, hay que tener en cuenta que la actitud del alumno en un laboratorio tradicional muchas veces se convierte en la mera reproducción de los métodos de ensayo explicados por el profesor sin analizar el por qué y para qué de lo que está realizando. El uso de metodologías *e-learning* basadas en el aprovechamiento de los recursos que ofrecen las Tecnologías de la Información y la

Comunicación (TIC), puede ayudar a paliar los problemas espaciotemporales y fomentar la participación más activa del estudiante. En ningún momento se trataría de eliminar la formación presencial, que permite desarrollar habilidades concretas, sino de complementarla, ayudando al alumno a reforzar conceptos en un proceso de autoformación y análisis (Barrio, Parrondo, Blanco y Fernández, 2011).

Aunque de manera simplista se podría entender por *e-learning* cualquier actividad formativa que utilice medios electrónicos en todo o en parte de un proceso formativo, es necesario contemplar este método de enseñanza no sólo desde el punto de vista tecnológico sino también pedagógico (García Peñalvo, 2005). Un proceso *e-learning* no es sólo la exposición de contenidos a través de medios electrónicos. Para fomentar el aprendizaje es necesario presentar la información de acuerdo con modelos pedagógicos definidos e introducir actividades que orienten y faciliten la adquisición de conocimientos y habilidades. En este sentido la aplicación del *e-learning* en la enseñanza universitaria española está avanzando mucho tras la implantación del Plan Bolonia al permitir responder al requerimiento de fomentar la formación autónoma.

Por otra parte la programación de prácticas no presenciales, desarrolladas con ayuda de las TIC, permite mejorar algunos aspectos organizativos:

- **El alumno aprende a gestionar su propio tiempo.**

El alumno decide dónde y cuándo realizar la práctica y ello supone planificar sus actividades tomando decisiones en función de sus recursos y sus condiciones contextuales y personales. El éxito de esta planificación dependerá de que sea capaz de escoger el momento y lugar adecuados para realizar su trabajo de modo que consiga una concentración óptima.

Se ha demostrado que el desarrollo de esta competencia facilita la adaptación a la vida laboral, en la que la gestión del tiempo y la capacidad de respuesta frente a la presión temporal son fundamentales (Romero y Barberá, 2013)

- **Se pueden repetir, si es necesario, determinados procesos dentro de la secuencia de desarrollo de la práctica.**

Cuando el alumno que realiza una práctica presencial debe confeccionar el informe de la misma, se encuentra, a veces, con la dificultad de interpretar datos que corresponden a procesos que no tuvo tiempo de asimilar convenientemente. En estos casos puede llegar a bloquearse o a formular conclusiones erróneas.

La posibilidad de repasar estos procesos en la práctica virtual, cuya información está siempre accesible, le permite reconducirse, reforzando conceptos y realizando reflexiones intermedias.

- **Se reduce el tiempo invertido en la realización de la práctica**

El uso de vídeos explicativos permite acelerar o resumir procesos largos y poco instructivos del ensayo, que pueden intuirse sin que deban experimentarse.

- **Se resuelven problemas de gestión de uso de los laboratorios**

En el caso de laboratorios saturados debido a la masificación de alumnos o con reducidos recursos de personal o espacio, la incorporación de prácticas virtuales puede ayudar a desarrollar programas más completos, evitando que prácticas que se considere necesario realizar sean eliminadas de la planificación.

Además, el uso de las TIC resulta atractivo para los alumnos, acostumbrados a utilizar las herramientas informáticas de forma habitual en su día a día (Izquierdo, Montero, Salvador, Usero, Sánchez Montero y Martín Sánchez, 2011).

Obviamente, no se pueden sustituir al cien por cien las prácticas presenciales por virtuales. En aquellas el alumno desarrolla competencias que dimanen de la ejecución material del experimento. Sin embargo, una secuencia continuada de prácticas en laboratorio, puede conducirle a adoptar comportamientos rutinarios, haciendo que se limite a seguir el guion y reproducir los procedimientos de ensayo explicados por el profesor sin reflexionar sobre sus objetivos. Es preciso formar su espíritu científico: *no importa lo que se hace si no se tiene en cuenta cómo y para qué se hace*. Intercalar prácticas virtuales, enfrentando al alumno a la realización de las mismas lejos del guiado y apoyo del profesor, puede ayudar a conseguir este objetivo.

De acuerdo con este planteamiento se desarrolla la experiencia presentada en el artículo que consiste en la sustitución de una práctica presencial por una virtual en una asignatura de Materiales de Construcción. En este campo existen experiencias de desarrollo de medios audiovisuales, que se ofrecen al alumno través de plataformas y portales de internet, como apoyo para la realización de prácticas presenciales o como complemento de clases teóricas. Sin embargo la experiencia trata de sustituir completamente la práctica presencial desarrollando un conjunto de contenidos diversos y actividades presentados a través de una plataforma virtual interactiva. Se pretende con ello que se adquieran conocimientos equivalentes a los obtenidos con la ejecución material del ensayo introduciendo actividades de evaluación del logro.

## Contexto

### Marco de desarrollo de la experiencia

La experiencia que se presenta se ha desarrollado dentro del programa oficial de estudios de la titulación de Grado en Ingeniería Aeroespacial impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad Politécnica de Madrid. Corresponde a un proyecto de Innovación Docente llevado a cabo durante el curso 2011-12 y financiado a través de los programas de apoyo que tiene la UPM para este tipo de actividades.

La finalidad del proyecto es la implementación de prácticas virtuales en la asignatura de Materiales de Construcción. Dicha asignatura se encuentra dentro de la especialidad de Aeropuertos y Transporte Aéreo del Grado en Ingeniería Aeroespacial y en ella se forma al alumno para que conozca y sepa aplicar los distintos materiales de construcción en las infraestructuras aeroportuarias. La experiencia ha consistido en la sustitución de una de las prácticas presenciales de la asignatura por una práctica virtual. De entre todas ellas se ha elegido la *Determinación de la Densidad y Porosidad de la Piedra Natural*.

### Objetivos previos

Antes de decidir cómo desarrollar la práctica se han fijado los objetivos a conseguir con ella. De ese modo se ha podido establecer el tipo y alcance del material didáctico a elaborar para cumplirlos. Estos objetivos son de dos tipos. Los primeros se refieren a los conocimientos que el alumno debe alcanzar a través de la realización de las prácticas de

laboratorio y los segundos a la adquisición de competencias. En la adquisición de conocimientos a su vez cabe distinguir entre aquellos relativos a la comprensión de la utilidad y aplicabilidad general de los ensayos de los materiales de construcción y los relativos al desarrollo de la práctica concreta.

***Objetivos de adquisición de conocimientos comunes a todas las prácticas:***

- Conseguir que el alumno comprenda por qué es necesario conocer y cuantificar las propiedades de los materiales de construcción a través de ensayos en laboratorio y cómo debe usarse esa información en el proyecto y ejecución de infraestructuras.
- Conseguir que el alumno comprenda por qué se debe seguir una normativa de ensayo y conozca cuáles son las normas de aplicación en el caso de los materiales de construcción.

Aunque estos objetivos deben tenerse presentes en todas las prácticas, es en la primera donde deben desarrollarse de una manera más explícita encauzando adecuadamente al alumno. En el caso de la práctica virtual se ha decidido que sea la primera del programa de práctica de Materiales de Construcción, por ello será prioritario conseguir con ella estos objetivos.

***Objetivos de adquisición de conocimientos específicos de la práctica:***

- Conseguir que el alumno conozca y comprenda los pasos a seguir en la realización de la práctica y sea capaz de realizarla en laboratorio si se le proporcionan los medios y materiales necesarios.
- Conseguir que el alumno identifique los datos que se obtienen en las distintas fases de la práctica y cómo utilizarlos, aplicando las fórmulas necesarias, para obtener el valor que cuantifica la propiedad que se está midiendo.
- Conseguir que el alumno sea capaz de analizar y valorar los resultados obtenidos.

A la hora de desarrollar la práctica virtual el primero de estos objetivos es muy crítico, ya que la información que el alumno debe recibir al realizarla, le debería capacitar para poder reproducirla en el laboratorio.

***Objetivos de adquisición de competencias:***

- Conseguir que el alumno desarrolle capacidad para el aprendizaje autónomo a través de las actividades *e-learning*.
- Conseguir que el alumno sea capaz de gestionar su propio tiempo.
- Conseguir que el alumno desarrolle su capacidad de análisis, síntesis y de extracción e interpretación de resultados.
- Conseguir que el alumno desarrolle su capacidad de comunicación escrita.

Para conseguir esto último se debe introducir como actividad dentro de la práctica la presentación de un informe escrito. Con ello no sólo se ayuda al alumno a desarrollar su capacidad de comunicación escrita, sino que se le obliga a reflexionar, facilitando la adquisición de las competencias de capacidad de análisis, síntesis, extracción e interpretación de resultados.

## **Las prácticas virtuales y los laboratorios de Materiales de Construcción**

Una vez planteados los objetivos el siguiente paso es ver cómo puede desarrollarse una práctica virtual, en el campo de los Materiales de Construcción, que permita conseguirlos.

Existen muchos estudios en torno a la forma en la que puede introducirse el *e-learning* en la enseñanza práctica de laboratorio (Dormido, 2004). De acuerdo con ellos podemos encontrar dos modelos (Calvo, Zulueta, Gangoiti y López, 2007):

- Laboratorios remotos en los que el alumno maneja el instrumental del laboratorio a través de internet para realizar la práctica.
- Laboratorios virtuales en los que la experimentación se sustituye por un software que simula matemáticamente el comportamiento de los elementos o sistemas de estudio.

El problema es que, en el caso de los materiales de construcción, ambos modelos son difíciles de aplicar:

- Por una parte, para la obtención de determinadas características (densidad, porosidad...) es preciso realizar una manipulación compleja de las muestras con múltiples procesos sucesivos y uso de variado instrumental. Ello hace inviable el desarrollo de laboratorios remotos.
- Por otra, muchos de los materiales de construcción (piedras naturales, cerámicas, hormigones...) presentan comportamientos no uniformes que no pueden ser simulados matemáticamente, es decir, no es posible utilizar un algoritmo que represente la propiedad del material que se pretende medir. Ello impide realizar una simulación del experimento que proporcione resultados comparables con los reales.

Por ello ha sido preciso plantearse un diseño distinto de prácticas virtuales que puedan aplicarse en este campo.

### **Desarrollo de la experiencia**

#### **Metodología aplicada**

Teniendo en cuenta lo dicho en el apartado anterior se decidió que la mejor manera de presentar al alumno las complejas operaciones que comprende la práctica es a través de un vídeo que las muestre con detalle. Pero, aunque la práctica se articule en torno a él, no debe identificarse la realización de la misma con la simple observación del vídeo. Éste será un elemento importante, pero sólo tendrá sentido englobado dentro de un conjunto de actividades que, realizadas en un determinado orden, ayuden a cumplir los objetivos propuestos.

La metodología consiste pues en hacer que el alumno realice de forma secuenciada las actividades que se le proponen y con las que debe llegar a comprender tanto el sentido de la práctica como la forma de realizar el ensayo y de evaluar y utilizar los resultados obtenidos. En todo momento puede repetir las actividades, si estima que necesita reforzar conceptos. Al final de la secuencia se incluye dos actividades de evaluación. La

primera es un cuestionario que permite al alumno comprobar el nivel alcanzado hasta ese momento. La segunda es el informe final, que debe entregar, y que evalúa su comprensión global de la práctica.

Con este planteamiento se programó la secuencia de realización de la práctica:

1. Lectura de la *INTRODUCCIÓN*. El objetivo de este documento es:
  - explicar el por qué y para qué de los ensayos con materiales de construcción.
  - explicar la importancia de seguir una normativa al realizar ensayos.
  - dar una explicación general de la práctica relacionando los valores que se quiere obtener con los pasos y las determinaciones intermedias que se deben realizar.

Para ayudar a la comprensión del texto se adjunta un *GLOSARIO* de términos específicos.

En la elaboración de la Introducción y el Glosario se ha buscado que sean atractivos e interactivos. Para ello se ha introducido mucha información gráfica y se han relacionado conceptos para cumplir el objetivo de hacer comprender al alumno el sentido de la práctica (Fig. 2).

2. Lectura del *GUIÓN* de la práctica que muestra la secuencia de realización del ensayo de acuerdo con la normativa vigente.
3. Visionado del *VÍDEO*
4. Contestación a un *CUESTIONARIO* que evalúa la comprensión del porqué de la práctica y de los pasos a dar en la realización del ensayo.
5. Por último, pinchando en *DATOS*, a cada alumno le aparece una tabla personalizada de valores, que se corresponden con los obtenidos en ensayos reales. El alumno debe utilizarlos para llegar a los resultados finales de la práctica presentando un informe por escrito de la misma.

Para ayudarle a elaborarlo se le dan unas normas de presentación. Se trata tanto de establecer aspectos formales como de enseñarle lo que debe contener un informe técnico animándole a analizar los resultados obtenidos en el ensayo para llegar a conclusiones y justificar las mismas. También se le anima a obtener información adicional que le ayude en la fase de análisis, síntesis e interpretación de resultados.

En la figura 1 se resumen las actividades (en rosa) y los recursos facilitados para la realización de las mismas.



Figura 1. Esquema de realización de la práctica

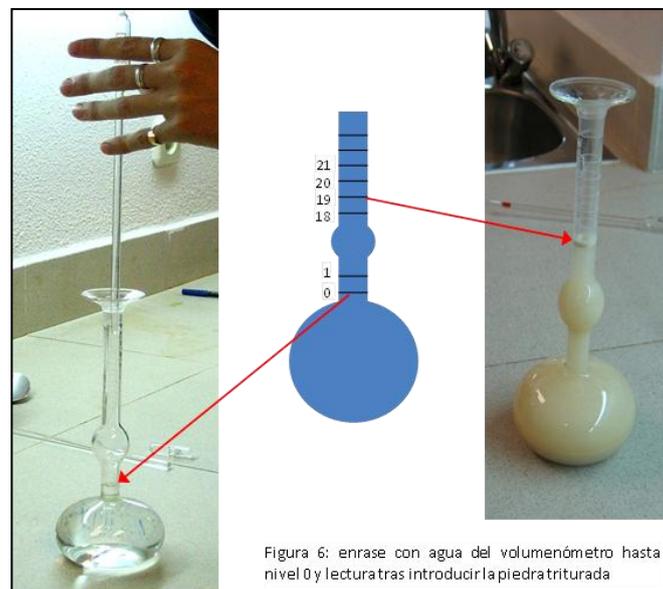


Figura 2. Ejemplo de material gráfico aportado: ilustración del término pipeta en el Glosario y de la forma de medir en el volumenómetro en la Introducción.

Para alojar la práctica se cuenta con la plataforma *moodle* que se utiliza como apoyo para el desarrollo teórico de la asignatura. El alumno está acostumbrado a usar esta plataforma ya que se utiliza en muchas asignaturas de los cursos previos. De este modo cuando realiza la práctica se sitúa en un entorno amigable, lo que le proporciona seguridad para afrontar las distintas actividades que se le plantean.

Con el conjunto de material elaborado se pretende que el alumno no sea un sujeto pasivo que mira un vídeo sino que interactúe con la información decidiendo el ritmo de uso de la misma, repetición de pasos, etc., y se convierta en el responsable de su propio proceso formativo.

## El vídeo

Aunque el vídeo por sí sólo no constituye la práctica, es el elemento en torno al cual se articula toda ella. En él se deben explicar todos los procesos de ejecución del ensayo de forma tal que el alumno tenga una percepción cercana a haberlos llevado a cabo realmente. Además, será tanto más efectivo cuánto más objetivos de los previamente establecidos permita cumplir.

El planteamiento de base ha sido realizar un vídeo de *alta potencialidad expresiva*, es decir, capaz de transmitir un contenido educativo completo que debe ser dominado por el alumno. Para ello tiene que presentar una estructura narrativa sencilla que facilite la comprensión y retención del contenido (Bravo Ramos, 1996).

Siguiendo este principio hemos estructurado el vídeo en bloques temáticos claramente diferenciados, introduciendo pantallazos que los separen.

- En el primero se relaciona el uso de la piedra en construcción con las propiedades que se van a medir en la práctica. Se pretende cumplir así el primero de los objetivos establecidos: *que el alumno comprenda por qué es necesario conocer y cuantificar las propiedades de los materiales de construcción a través de ensayos en laboratorio y cómo debe usarse esa información en el proyecto y ejecución de infraestructuras.*
- En el central se explica la práctica en sí. De acuerdo con el principio de estructuración y claridad se ha subdividido este bloque en secciones que se corresponden con las distintas fases de ejecución del ensayo, dejando clara la secuencialidad y aplicabilidad de cada una. En este caso se trata de cumplir con los objetivos enunciados previamente de *conseguir que el alumno conozca y comprenda los pasos a seguir en la realización de la práctica y sea capaz de realizarla en laboratorio si se le proporcionan los medios y materiales necesarios y que identifique los datos que se obtienen en las distintas fases de la misma.*
- En el último se hace un resumen de la realización de la práctica. Las repeticiones intencionadas son uno de los principales recursos de los vídeos de alta potencialidad expresiva ya que ayudan a la reflexión y la retención de contenidos.

Además para aumentar la eficacia del vídeo se han establecido unos principios básicos que se han tenido en cuenta al realizar el guion, la filmación y el montaje:

- La duración del vídeo no debe ser larga para que no se pierda la atención del mismo. En nuestro caso son 15 minutos, con duración inferior a 3 minutos de cada una de las subsecciones del mismo.
- Con el visionado del vídeo el alumno debe tener una experiencia lo más próxima posible a la real. Para ello se han intercalado muchos fragmentos de cámara subjetiva.
- La información debe presentarse de forma atractiva. Para ello se han realizado diversas animaciones e introducido efectos, por ejemplo al presentar fórmulas o explicar cómo se comporta el material durante la práctica (Fig. 3). La inclusión de este tipo de elementos sintácticos, elaborados para reforzar la comprensión de conceptos o para ayudar a transmitir la información, es fundamental para la consecución de la alta potencialidad expresiva del vídeo (del Moral, 1998).

Siguiendo la política de facilitar el acceso universal al conocimiento que se sigue en nuestra universidad, se decidió alojar el vídeo en la plataforma *YouTube*<sup>1</sup> de la Universidad Politécnica de Madrid, al mismo tiempo que se lanzaba la práctica a los alumnos. De hecho éstos acceden al vídeo a través de un enlace de *moodle* con *YouTube*.

El resultado a 13 de enero de 214 son 1469 reproducciones, que habida cuenta de que el número de alumnos que han realizado la práctica ha sido de 72, indica que, o bien ha habido un número elevado de re visionados y/o que ha habido un buen número de visitas externas. La existencia de visitas externas se confirma por la recepción de comentarios favorables por parte de alumnos de otras universidades.

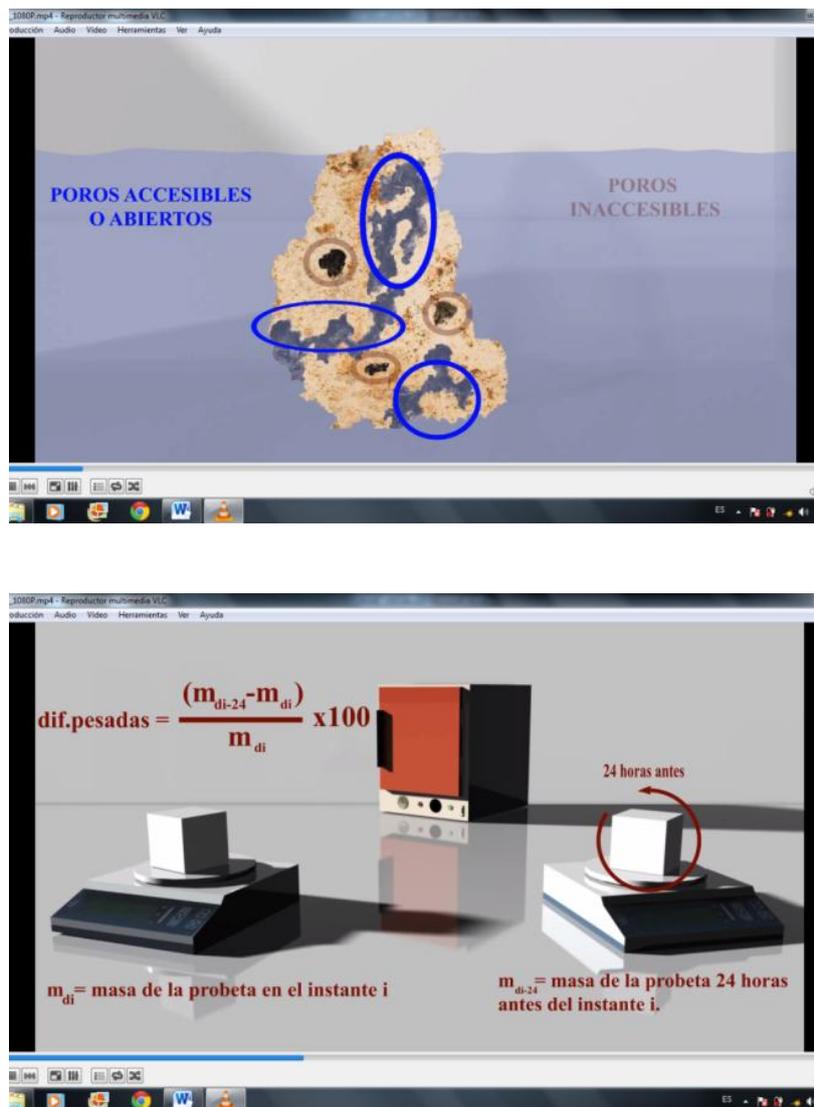


Figura 3. Ejemplos de animación e información gráfica introducida en el vídeo

<sup>1</sup> URL: <http://www.youtube.com/watch?v=rwSz3MPQpkw>

## Las actividades guiadas

Uno de los principales retos en el desarrollo de la práctica ha sido conseguir que el alumno no responda pasivamente al visionado del vídeo sino que exista una interactividad con la que se consiga la reflexión, la realimentación, el control y el desarrollo de experiencia (Moreno y Mayer, 2007). Para ello se han diseñado las actividades guiadas que el alumno debe realizar para completar la práctica.

Entre ellas es de especial importancia el cuestionario, que debe contestar tras leer la documentación adjunta y ver el vídeo. Por un lado permite al profesor conocer si el alumno ha entendido la práctica y por otro permite al alumno verificar su nivel de aprendizaje. Para ello se ha elaborado un banco de preguntas agrupadas en siete bloques que corresponden cada uno a un aspecto de la práctica. La herramienta de *moodle* para realizar este tipo de actividades permite componer el cuestionario eligiendo al azar una pregunta de cada bloque y barajando aleatoriamente las opciones de respuesta. Se han incluido tanto preguntas de respuesta simple como múltiple.

Una vez contestado, el alumno recibe su calificación y puede comprobar en qué preguntas ha fallado y cuál es la respuesta correcta. De este modo puede reflexionar y evaluar su nivel de aprendizaje tomando decisiones al respecto como puede ser el re visionado del vídeo o la realización de una nueva consulta de la documentación adjunta. Se consigue así que interactúe con el conjunto del material que se le facilita haciéndose responsable de su formación.

Otra actividad importante para conseguir la reflexión y el desarrollo de experiencia es la realización del informe final. El alumno debe partir de unas mediciones, que se le dan, obtenidas en las diferentes fases del ensayo. Para ello debe pinchar en el icono DATOS donde obtiene una tabla con el valor de dichas mediciones. Cada uno recibe datos diferentes, todos ellos reales y correspondientes a la realización del ensayo en laboratorio con un tipo concreto de piedra, que se le indica. Con esos datos debe llegar a los resultados finales, analizarlos e interpretarlos. En ese proceso debe utilizar información recibida a través de la documentación previamente leída y del vídeo. Pero además debe buscar información, por su cuenta, sobre la piedra a la que corresponden sus datos. Se consigue así una interactividad con fuentes externas de información evitando constreñir la práctica a un entorno cerrado de aprendizaje (Rodrigo y Castro, 2013).

## La evaluación

Para evaluar el nivel de conocimientos y competencias alcanzados por el alumno se han utilizado tanto la nota del cuestionario como la calificación obtenida con el informe. La primera evalúa la comprensión del sentido general de la práctica y de los procesos realizados en el ensayo. Con el informe se evalúa la capacidad de análisis, síntesis, interpretación y valoración de resultados y la capacidad de comunicación escrita. La nota final se compone del 40% de la nota del cuestionario y el 60% de la nota del informe.

## Resultados

La experiencia que se presenta ha sido aplicada durante los cursos 2012-13 (primero en el que se impartió el tercer curso del Grado en Ingeniería Aeroespacial) y 2013-14. Para analizar los resultados de la misma se han utilizado dos elementos:

- Notas obtenidas por los alumnos en ambos cursos.
- Resultados de una encuesta de satisfacción pasada a los alumnos del curso 2012-13, primero en el que se impartió la asignatura de Materiales de Construcción en el Grado en Ingeniería Aeroespacial y primero en el que se realizó la práctica virtual.

Las notas obtenidas nos permiten conocer el nivel de conocimientos alcanzado con la práctica. Además, puesto que la nota se compone de dos calificaciones, la del cuestionario y la del informe, que ofrecen información complementaria del grado de aprendizaje, se puede valorar el éxito o fracaso global y los logros parciales.

El resultado global ha sido muy satisfactorio. En el cuestionario el 56% de los alumnos obtuvo un 10 y el 82% una nota superior a 8, lo que indica que han comprendido la práctica. En el informe el 51% ha obtenido una nota superior a 7, lo que indica que han comprendido para qué sirven los datos obtenidos, cómo utilizarlos y valorarlos. En la figura 4 se muestra la nota final obtenida por los alumnos en los dos cursos.

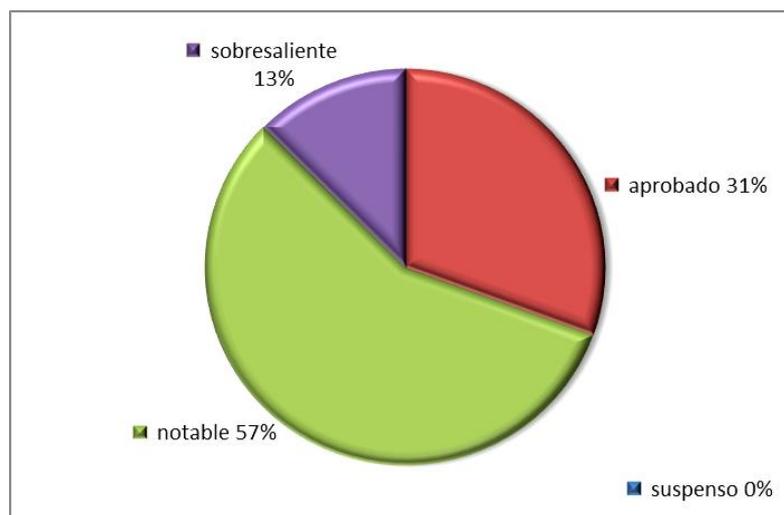


Figura 4. Notas de la práctica virtual

Aunque los cursos en los que se ha realizado la práctica virtual han sido los dos primeros en los que se ha impartido la asignatura de Materiales de Construcción en el Grado de Ingeniería Aeroespacial, se dispone de datos históricos de cursos anteriores en los que la asignatura se impartía en la Titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico (especialidad de Aeropuertos y Transporte Aéreo). En ellos la práctica era presencial por lo que pueden servirnos para comparar las calificaciones obtenidas.

La figura 5 muestra el porcentaje de suspensos, aprobados, notables y sobresalientes obtenidos por los alumnos desde el curso 2006-07 al 2013-14. Teniendo en cuenta que los dos últimos cursos son los que corresponden a la realización de la práctica on-line se ve claramente que los resultados son satisfactorios, con un aumento de la proporción de notables y sobresalientes a expensas del número de aprobados. Como se ve en algunos cursos anteriores hubo alumnos que suspendieron la práctica y tuvieron que rehacer el informe o realizar un examen contestando preguntas sobre la misma, sin embargo, es de destacar que, en el caso de la práctica virtual, ningún alumno ha suspendido. Si comparamos la media de notables y sobresalientes de los cursos con práctica presencial con la media de los cursos con práctica virtual se ha conseguido duplicarlos.

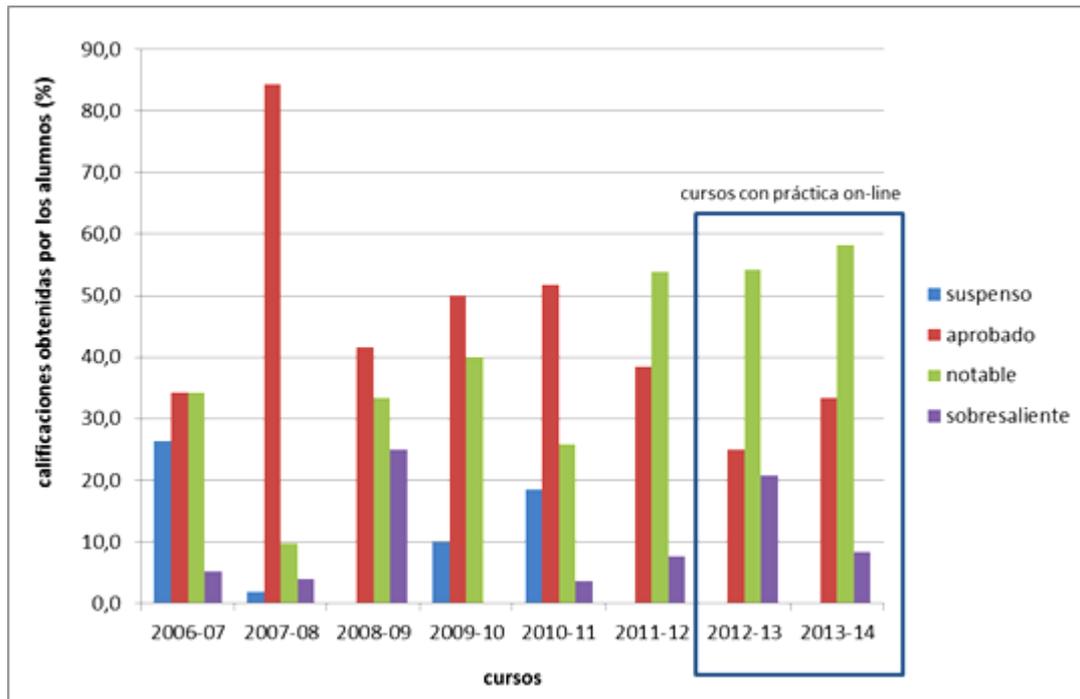


Figura 5. Histórico de notas obtenidas en la práctica

Para facilitar la comparación se han realizado las medias de las calificaciones obtenidas en los cursos con práctica presencial y los cursos con práctica virtual. El resultado se presenta en la figura 6:

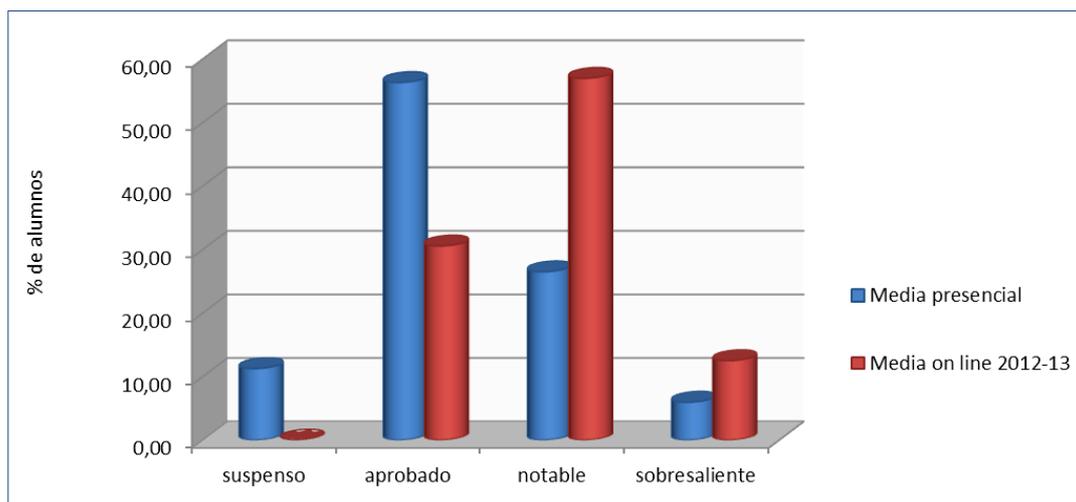


Figura 6: comparación de notas obtenidas con práctica presencial y virtual

- Aprobado: en el método presencial la media era del 56% y en la realización on-line ha sido del 31%. El descenso se ha producido en favor del aumento del número de notables y sobresalientes.
- Notables: se ha pasado de una media del 26 % al 57%, superándolo en más del doble.
- Sobresaliente: También se duplica el porcentaje pasando del 6% a una media de un 13% en la experiencia de los dos últimos años.

El otro elemento empleado para evaluar el resultado de la experiencia ha sido una encuesta realizada a los alumnos al final del curso 2012-13 (primer curso experimentado). Esta encuesta se ha organizado en tres bloques. El primero corresponde al tiempo invertido en la práctica, excluida la realización del informe. La figura 7 muestra la respuesta a esta pregunta.

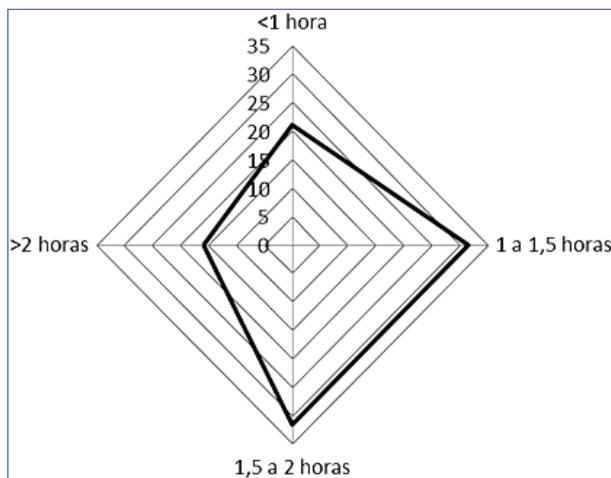


Figura 7: tiempo invertido por los alumnos en la realización de la práctica virtual

Un 21% de los alumnos la realizaron en menos de una hora y un 31,6% tardaron entre una hora y hora y media. En total más de la mitad la realizaron en un tiempo inferior al necesario para realizarla presencialmente que se encuentra en torno a las dos horas y media. Ese tiempo es la suma del invertido en el ensayo más el de lectura del guion y la explicación previa del profesor.

El siguiente bloque se compone de una serie de preguntas con las que se trata de valorar en qué medida se han alcanzado los objetivos específicos:

1. A través del vídeo he comprendido cómo se realiza la práctica.
2. La documentación adjunta me ha ayudado a entender mejor el vídeo.
3. Si dispusiese del material necesario sería capaz de realizar la práctica sin ayuda en el laboratorio.
4. La lectura de la información y el visionado del vídeo me ha dejado claro por qué y para qué se realiza este tipo de práctica.
5. La lectura de la información y el visionado del vídeo me ha dejado claro por qué los ensayos de laboratorio deben realizarse siguiendo normas específicas.
6. Con la lectura de la información y el visionado del vídeo he comprendido cómo se relacionan los resultados obtenidos con la aplicación del material en construcción.
7. La realización del ejercicio me ha ayudado a entender mejor algunos conceptos explicados en clase de teoría.

La valoración media, en una escala de 1 a 10, obtenida en cada pregunta se muestra en la figura 8. Como se ve la valoración está en todos los casos por encima de 7, siendo especialmente significativo que sólo ha habido valoraciones por debajo de 5 en una única encuesta y sólo en las preguntas 4 y 5.

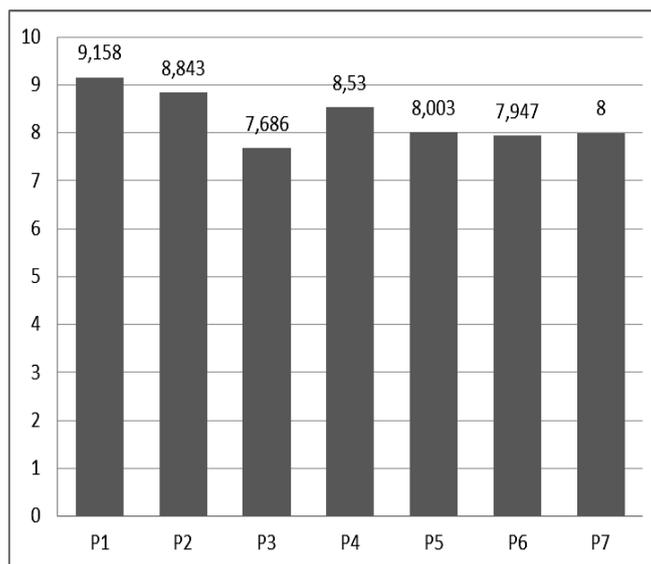


Figura 8: Resultados de la encuesta de satisfacción

El último bloque de la encuesta contiene preguntas referentes a la satisfacción global:

- Relaciona el nivel de aprendizaje obtenido en la realización de la práctica virtual con relación a las prácticas de laboratorio presenciales  
*Opciones de respuesta: he comprendido peor la práctica; la he comprendido igual; la he comprendido mejor.*
- ¿Te ha gustado combinar prácticas virtuales con presenciales en laboratorio?  
*Opciones de respuesta: sí, me ha gustado; no, prefiero que todas las prácticas sean presenciales*
- En conjunto indica tu nivel de satisfacción del 1 al 10 en la realización de la práctica virtual.
- Observaciones y comentarios

Lo más destacable de las respuestas obtenidas en este bloque es que un 74% de los alumnos dicen que han alcanzado un nivel de aprendizaje igual con la práctica virtual que con las prácticas presenciales y un 79 % contestan que les ha gustado hacer prácticas virtuales.

La calificación global media dada a la práctica ha sido de 7,6. Entre los comentarios más repetidos se encuentra la valoración positiva de la libertad de horario y la posibilidad de repetición.

## Conclusiones

Muchas son las ventajas de introducir las metodologías *e-learning* en las prácticas de laboratorio (Martínez-Torres, Toral, Barrero, Gallardo, Arias y Torres, 2008). Una de ellas es liberar esa actividad de una ubicación espacio-temporal concreta. Se consigue con ello solucionar los problemas derivados de la falta de espacio, tiempo y/o medios,

con que nos podemos encontrar para desarrollar los programas de prácticas en el caso de titulaciones masificadas.

Otro aspecto importante es que dan más libertad al alumno para organizar su horario. Él decide dónde y cuándo realizar las prácticas adquiriendo capacidad de planificación y gestión del propio tiempo.

En todo caso está claro que las prácticas virtuales no pueden remplazar las prácticas presenciales, ya que con cada una de ellas se alcanzan competencias distintas. Sin embargo ambas pueden complementarse permitiendo ampliar los objetivos de formación. Con las prácticas presenciales el alumno adquiere competencias específicas interactuando físicamente con el instrumental y los materiales que analiza. Además hay que tener en cuenta a los alumnos con un estilo de aprendizaje pragmático<sup>2</sup> caracterizados por ser prácticos, experimentadores, directos y realistas. Estos alumnos aprenden mejor con actividades que relacionen teoría y práctica, es decir, aprenden “haciendo”. Para ellos es imprescindible la programación de prácticas presenciales.

Con las prácticas virtuales sin embargo es posible fomentar la adquisición de otro tipo de competencias relacionadas con el proceso de autoformación. El alumno es capaz de tomar decisiones y gestionar su acceso a la información; se responsabiliza de su aprendizaje y es capaz de progresar por sí mismo. La adquisición de estas estas competencias es de gran importancia para facilitar su posterior desarrollo profesional.

De acuerdo con los resultados de la experiencia, en cuanto a las notas obtenidas por los alumnos y la valoración que han hecho de la práctica en la encuesta, creemos que la metodología propuesta permite conseguir los objetivos antes enunciados, siendo una buena alternativa a los sistemas tradicionales de laboratorios remotos y virtuales que no resultan de aplicación en el caso de prácticas complejas del tipo de la que se presenta en la experiencia.

Entendiendo que no se trata de sustituir por completo las prácticas presenciales, como reto, en próximos cursos, nos planteamos adaptar la experiencia a los alumnos con un estilo de aprendizaje que requieran la ejecución material de los procesos. Para ello se les podría dar libertad de acceso al laboratorio para que realicen por sí mismos la práctica.

### **Agradecimientos**

Nuestro agradecimiento a la Universidad Politécnica de Madrid por financiar el proyecto dentro de sus programas de Innovación Docente, a la técnica de laboratorio Pilar Meré por su colaboración en las diversas fases del mismo y al alumno Ignacio Pérez Sánchez, becario del proyecto, por su inestimable trabajo de realización de las animaciones y el montaje del vídeo.

Fecha de finalización de la redacción del artículo: 21 de febrero de 2014.

Vielba Cuerpo, C. y Castaño Liedo, M.A. (2014). E-learning en prácticas de materiales de construcción. *RED, Revista de Educación a Distancia. Número 44. Número monográfico sobre “Buenas prácticas de Innovación Educativa: Artículos seleccionados del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013”*. 15 de noviembre de 2014. Consultado el (dd/mm/aaaa) en <http://www.um.es/ead/red/44>

<sup>2</sup> URL: <http://www.estilosdeaprendizaje.es/>

## Referencias

- Barrio, R., Parrondo, J., Blanco, E. y Fernández, J. (2011). Introducción de laboratorios virtuales en la enseñanza no presencial mediante entornos de trabajo propios. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 4 (1), 55-67.
- Bravo Ramos, J.L. (1996). ¿Qué es el vídeo educativo? *Comunicar*, 6, 100-105.
- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U. y López, J.M. (2007). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*. Recuperado el 12 julio de 2013 de la Universidad del País Vasco, sitio web: [http://www.ehu.es/ikastorratza/3\\_alea/laboratorios.pdf](http://www.ehu.es/ikastorratza/3_alea/laboratorios.pdf).
- Dormido, S. (2004). Control Learning: Present and Future. *Annual Reviews in Control*, 28, 115-136.
- García Peñalvo, F.J. (2005) Estado actual de los sistemas e-learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 6 (2). Consultado el (06/04/2014) en [http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_06\\_2/n6\\_02\\_art\\_garcia\\_penalvo.htm](http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm)
- Izquierdo, C., Montero, J., Salvador, F., Usero, J.L., Sánchez Montero, M.J. y Martín Sánchez, N. (2011). Enseñanza-Aprendizaje Experimental y EEES. Una propuesta creativa: Trabajando con el diagrama de fases. *Actas del I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2011)*, 39-44.
- Martínez-Torres, M.R., Toral Marín, S. L., Barrero García, F., Gallardo Vázquez, S., Arias Oliva, M. y Torres, T. (2008). A technological acceptance of e-learning tools used in practical and laboratory teaching, according to the European higher education area. *Behaviour & Information Technology*, 27 (6), 495-505.
- Moral Pérez, M.E. del. (1998). *Reflexiones sobre nuevas tecnologías y Educación*. Oviedo: Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones.
- Rodrigo Alonso, M.A. y Castro Lozano, C. (2013). La información digital actual, un nuevo modelo de contenido educativo para un entorno de aprendizaje ubicuo *RED Revista de Educación a Distancia*, 39. Consultado el (29/01/2014) en <http://www.um.es/ead/red/39>.
- Romero, M. y Barberá, E. (2013). Identificación de las dificultades del tiempo de regulación de los estudiantes universitarios en formación a distancia. *RED Revista de Educación a Distancia*, 38. Consultado el (10/12/2013) en <http://www.um.es/ead/red/38>.