

# Aprendizaje Autónomo Utilizando Vídeos Docentes

Pedro García Fernández

**Title**—Autonomous learning with audiovisual materials

**Abstract**—The current work presents an experience of educational innovation in teaching the topic of Electronic Circuit Analysis. An audiovisual production with up-to-date material was produced to complete a series of teaching actions in the sphere of European Higher Education. Learning about the topic of Circuit Analysis may be improved if the students can easily download self-explanatory demonstration videos on this subject from the website and can watch these videos anywhere (university, home, etc) at any time.

**Index Terms**—educational innovation, audiovisual material, videos, educational technology

## I. INTRODUCCION

EL cambio de metodología que se propone en la convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es un tema que suscita más de una discusión dentro del colectivo de profesores universitarios y alumnos.

Resulta complicado lograr que el alumno participe de forma activa y autónoma en su aprendizaje [1], existiendo problemas de falta de interés, motivación y participación, que pueden llegar a disminuir el rendimiento académico. Con la implantación de los primeros grados en el EEES [2] se pretende que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, pudiendo preparar de forma autónoma parte de los contenidos de la materia [3].

### A. Contexto Metodológico Actual

Dos de los problemas más importantes con los que nos encontramos el profesorado de electrónica cuando impartimos nuestras asignaturas, son las deficiencias relativas a conocimientos previos, sobre todo en asignaturas de primer curso, y la falta de tiempo que el profesor suele tener para presentar todos los contenidos teóricos y prácticos del programa.

Por ello, nos planteamos las siguientes cuestiones: ¿Existen medidas que ayuden a lograr aprendizajes activos?. ¿Se puede ayudar al alumno a preparar de forma autónoma parte de los contenidos de la materia?. Para conseguir estos dos objetivos es vital dotar al alumno de un buen material que le permita preparar la asignatura de forma activa y autónoma. Aunque tradicionalmente al alumno se le ha

proporcionado siempre apuntes, guiones de seguimiento de las prácticas de laboratorio, relaciones de problemas y una buena bibliografía, se hace necesario ir un poco más lejos.

Por otra parte, cuando un alumno tiene carencias en la base, en lugar de decir en clase "eso lo tenéis que saber", nos hemos planteado la siguiente pregunta: ¿se puede facilitar el material sin perder tiempo en clase?. Si en el aula el profesor no puede dedicar todo el tiempo que los alumnos necesitan en la presentación de los contenidos teóricos, prácticos o resolución de problemas ¿se puede proporcionar un material alternativo similar a la explicación que se puede dar en la pizarra o en clase?

### B. Necesidad de una Nueva Metodología: Generación de Vídeos

La generación de vídeos docentes puede ser la solución adecuada a las preguntas planteadas en el apartado anterior. Existe un método sencillo para la generación de vídeos docentes, frente a técnicas de mayor complejidad para generar los vídeos como pueden ser la grabación mediante cámara de vídeo [4] o la utilización de una pizarra digital interactiva [5]. El vídeo es un paso más a la hora de emular el desarrollo de una clase, que presenta ventajas e inconvenientes sobre ésta. Sin embargo, puede servir para que el alumno repase los contenidos al ritmo que se marque y reduzca el número de problemas, prácticas o explicaciones que tengamos que presentar en el aula, por lo que se puede disponer de mucho más tiempo para impartir el programa de la asignatura.

Hay que puntualizar que no se pretende crear un material sustitutivo de las clases, de forma que el alumno pueda dejar de asistir a ellas, preparando un material que permita fomentar la participación del alumno en las clases.

Los materiales que se generan van destinados a la asignatura de Análisis de Circuitos, asignatura de primer curso de la titulación de Ingeniero en Telecomunicación y son de dos tipos: un primer material para resolver las actividades, prácticas y problemas tratados a lo largo del curso y un segundo material destinado a resolver las deficiencias relativas a conocimientos previos.

El primer tipo de material que se genera está destinado a resolver problemas propuestos de cada tema, problemas de exámenes de cursos anteriores, problemas tipo o el comportamiento de un determinado circuito mediante un programa de simulación de forma que el alumno ve la resolución del problema a través del vídeo y se le propone un problema similar para su resolución. Las actividades propuestas se recogen de forma que tenga una valoración para la nota final y se corrigen en el aula con la participación de los alumnos. Así se puede intentar transformar la habitual actitud pasiva de los estudiantes,

Pedro García Fernández lleva a cabo su labor docente e investigadora en el Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores de la Universidad de Granada, CP 18071, Granada, España (email: [pfeman@ditec.ugr.es](mailto:pfeman@ditec.ugr.es))

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

hacia una docencia más participativa, en las que los alumnos puedan resolver las actividades propuestas en el aula realizando una puesta en común y exponiendo en todo momento sus dudas y sus dificultades.

Entre las ventajas que puede tener esta metodología se encuentra la importancia de fomentar el trabajo autónomo del alumno y al mismo tiempo sirve para ayudar a lograr aprendizajes activos. Además, la utilización de esta técnica nos permite disponer de mucho más tiempo para impartir el programa de la asignatura, ya que se pueden reducir el número de problemas que se tengan que presentar en el aula. Por otra parte, el uso de los vídeos docentes tiene la ventaja adicional de que permite que un alumno que no pueda asistir a una determinada clase pueda acceder a parte de los contenidos tratados en ella a través de los vídeos que el profesor pone a disposición de los estudiantes de forma similar a la enseñanza tradicional.

Un problema adicional con el que nos encontramos con frecuencia en el desarrollo de nuestra asignatura, es la falta de conocimientos previos de los alumnos. Por tanto, el segundo tipo de material que se genera es la preparación de vídeos docentes enfocados al repaso de conocimientos previos, adaptados a la exigencia y al curso en el que se imparte la asignatura, de forma que el alumno pueda repasar estos conceptos de forma totalmente autónoma siempre que las carencias del estudiante no sean demasiado elevadas.

Los objetivos fundamentales de esta experiencia son crear un material que ayude al alumno a superar la falta de conocimientos previos en la asignatura y a seguir la misma de forma autónoma y a través de un aprendizaje activo. Como la implementación en el aula de estas nuevas técnicas de aprendizaje es nueva, es importante poder recoger, al final del curso, por medio de un cuestionario final, la opinión de los alumnos sobre esta nueva experiencia.

El artículo consta de 5 secciones. La primera es esta introducción a la solución a tratar y la solución adoptada. La segunda sección es una breve descripción de algunas herramientas que se pueden utilizar para la generación de los vídeos docentes y las adoptadas finalmente junto con la descripción del equipamiento hardware necesario para efectuar la grabación. En la tercera sección, se detalla la metodología adoptada para la utilización de los recursos que se han generado. Se recogen, en la cuarta sección, las opiniones de los alumnos que han utilizado los materiales. Y por último, se exponen las conclusiones del uso de los vídeos en la docencia.

## II. HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN DE VÍDEOS DOCENTES

Existe un método evidente para generar vídeos educativos que consiste en grabar la exposición con una cámara de vídeo. Este método presenta algunos inconvenientes, entre los que podríamos destacar que el profesor tendría que escribir una letra de un tamaño considerable, reduciéndose el espacio de la pizarra y, por otra parte, es muy complejo que la grabación pueda ser realizada por el mismo profesor que imparte la clase, necesitándose una segunda persona para realizar dicha grabación.

Un segundo método podría ser la utilización de Pizarras Digitales Interactivas, que independientemente de la diversidad de tecnologías y marcas existentes en el mercado, nos permitiría la grabación de lo que estamos realizando en

la pizarra junto con el audio, permitiendo la reproducción de las explicaciones realizadas y proporcionando este material a los alumnos [6]. El principal inconveniente de este método es la dificultad para poder utilizar este tipo de dispositivos, ya que aún no han sido masivamente introducidos en el aula debido, principalmente, al elevado coste que supone.

Nuestra intención es la de crear un material lo más parecido posible al desarrollo de una clase en la pizarra, centrándonos en los contenidos. Por tanto, nos interesa que en la pantalla aparezca, únicamente la explicación incluyendo el audio, no siendo importante la imagen del profesor.

Para la creación de los vídeos docentes se requieren elementos hardware y software específicos. El elemento fundamental para la creación de los vídeos docentes es el Tablet PC, ordenador portátil cuya pantalla es táctil, que permite la escritura manual en su pantalla (ver Figura 1), simulando de este modo el proceso de enseñanza convencional en pizarra o papel, uno de los principales objetivos de los vídeos. El coste de este dispositivo es prácticamente el mismo que el de un ordenador portátil de características similares, por lo que la inversión que se necesita es asequible. Otro elemento hardware que se empleará es el micrófono, que permite recoger el sonido del docente con una buena calidad. También se podría emplear el micrófono propio del Tablet PC, aunque se perdería calidad en el audio y se limitaría la capacidad de movimientos de la persona que realiza la grabación.

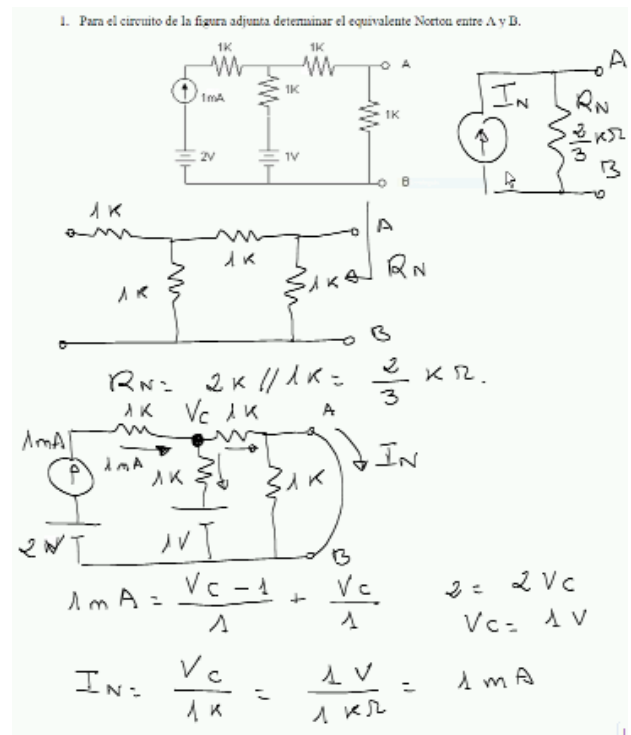


Figura 1. Escritura manual en pantalla con Tablet PC.

Para la grabación de los vídeos docentes se requiere una herramienta que incluya las funciones y opciones necesarias para grabar vídeos utilizando como fuente la ventana del PC. Se necesita, por tanto, la captura de todas las acciones, movimientos y sucesos que se producen de un modo sencillo

y totalmente transparente, exportando la captura a un archivo de vídeo.

Para la elección del software de grabación existe un amplio abanico de posibilidades que incluyen desde software de pago, como por ejemplo Camtasia Studio o HyperCam a software gratuito como Screen2exe, CamStudio o Wink. En nuestro caso, después de analizar las diferentes alternativas, consideramos el uso de software gratuito como primera opción por las ventajas económicas y de libertad de uso que conlleva.

La elección del software de grabación depende no sólo de la calidad de los vídeos generados, sino que también será un aspecto importante el tamaño final del archivo, algo a tener muy en cuenta cuando el propósito del vídeo es que se descargue a través de Internet. Además, se prestó especial interés a que los archivos sean reproducidos de la forma más sencilla posible por el alumno, por lo que se tuvo en cuenta este aspecto a la hora de elegir el software de grabación y generación de los contenidos, siendo la herramienta Screen2exe la adoptada finalmente. La razón fundamental de esta elección es que generan el vídeo en formato ejecutable, no necesitándose programas adicionales para su reproducción, teniendo, además, un tamaño de menos de un 5% del tamaño de los vídeos con herramientas que generan el vídeo en otro tipo de formatos. De esta forma es más sencillo la descarga y reproducción por parte del alumno.

El software de escritura que se utilizó fue el propio que incluye el Tablet PC. Es habitual que estos dispositivos se encuentren equipados con una licencia gratuita que permita la escritura manual en el ordenador, por ejemplo OneNote de Microsoft o Windows Journal.

Por último, en el caso de que se utilicen herramientas en las que se quieran editar los vídeos se pueden eliminar secuencias no deseadas o fusionar vídeos diferentes con la aplicación de código abierto VirtualDub.

El conjunto de herramientas mencionadas anteriormente son suficientes para las necesidades requeridas en el proceso de creación y edición de los vídeos docentes, y como el software a utilizar es gratuito, el único equipamiento necesario es el Tablet PC y el micrófono adicional.

Indicar que la grabación de los vídeos ha sido efectuada por el profesor, aunque existe la posibilidad de que determinadas actividades puedan ser realizadas y grabadas por los alumnos para compartir con el resto de los compañeros bajo la supervisión del profesor. Por último, el tiempo que el profesor emplea en la grabación de un vídeo puede cambiar dependiendo de la extensión del mismo, pero en el momento que se dominan las herramientas utilizadas es, prácticamente, el tiempo real del vídeo.

### III. VÍDEOS DOCENTES EN ANÁLISIS DE CIRCUITOS

Con la introducción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, hace algunas décadas se comenzó con la digitalización de textos y apuntes, para continuar con la creación de las primeras presentaciones en archivos electrónicos. A partir de este momento, se abre un enorme abanico de posibilidades del uso de Internet entre profesores y alumnos. Un ejemplo de ello es la amplia divulgación de vídeos de todo tipo en los últimos años, sobre todo desde la aparición del portal youtube, que se utiliza frecuentemente en el ámbito docente.

La creación de vídeos docentes es un nuevo paso en el proceso de informatización de la enseñanza, aproximando el vídeo a la figura del profesor en el aula. Además, generalmente el alumno puede necesitar, en ocasiones, diferentes lapsos de tiempo para asimilar los conceptos presentados. Esto se puede conseguir fácilmente con la visualización de vídeos docentes, ya que es el alumno, de forma autónoma, el que decide el ritmo, las pausas y las repeticiones que necesita para comprender la explicación del profesor.

Los vídeos se crearon para la asignatura de Análisis de Circuitos, asignatura que incluye conceptos tanto de análisis de redes como de sistemas lineales y en la que se desarrollan prácticas enfocadas a la resolución de circuitos eléctricos en el laboratorio.

Los vídeos realizados se dividen en dos grandes bloques: un primer bloque de conceptos de repaso que el alumno debe conocer de años anteriores y un segundo bloque de las actividades, problemas y prácticas de laboratorio que se realizan en el desarrollo del curso. Por tanto se preparó en primer lugar un material que el alumno puede repasar en el caso de que haya algún concepto que no recuerde, por ejemplo, el trabajar con números complejos. Por otra parte se generaron en el segundo bloque vídeos docentes para afianzar las explicaciones teóricas impartidas en clase, se realizaron descripciones introductorias del software de simulación utilizado en las prácticas de la asignatura (Multisim) para continuar con otros de carácter aplicado, con resolución de problemas propuestos o resolución de problemas de exámenes de cursos anteriores. De esta forma, los alumnos han tenido una amplia guía para el repaso de conocimientos previos, la realización de ejercicios, problemas o simulación de circuitos, afianzando y mejorando sus conocimientos.

Los ficheros fueron puestos a disposición de los alumnos a través de un Sistema Web de Apoyo a la Docencia (SWAD) [7], plataforma Web utilizada para la docencia de la asignatura, de forma que los vídeos generados pueden ser descargados y reproducidos. Uno de los problemas de los vídeos reside en que ocupan mucho espacio, por lo que se suministraron en archivo ejecutable para reducir su tamaño. De esta forma los alumnos no tienen que utilizar ningún programa adicional para su visualización.

### IV. QUÉ OPINAN LOS ALUMNOS

Se realizó un cuestionario a los alumnos para conocer el grado de satisfacción de la experiencia llevada a cabo, tanto acerca de detalles técnicos como de los contenidos que son tratados en las grabaciones, para tener en cuenta estos resultados en el desarrollo futuro de esta iniciativa. La encuesta se efectuó entre 42 alumnos de la asignatura de Análisis de Circuitos, asignatura de primer curso de la titulación de Ingeniero en Telecomunicación de la Universidad de Granada, dado que los vídeos docentes se han creado para esta materia. Se les pidió una respuesta dicotómica (Sí, No) y el grado de acuerdo o desacuerdo con la pregunta (1: Poco acuerdo, 5: Totalmente de acuerdo). De las respuestas obtenidas se pueden resaltar los siguientes resultados:

- 1) *Dificultades en la descarga de los vídeos:* La mayoría de los alumnos no tuvieron ningún

problema para la descarga de los vídeos. No obstante, 5 de los 42 alumnos que respondieron tuvieron algún problema en la descarga de alguno de los vídeos. El grado promedio de dificultad expresada fue de 1,43 (siendo 1: Ninguna dificultad, 5: Mucha dificultad).

- 2) *Reproducción y visualización de los vídeos:* Los 42 alumnos encuestados respondieron que la reproducción y visualización de los vídeos había sido sencilla, siendo el grado de sencillez de 4,52 (siendo 1: Proceso complicado, 5: Proceso sencillo).
- 3) *Calidad de la imagen:* Todos los alumnos encuestados respondieron que la calidad era buena para seguir los vídeos. En concreto, el grado de calidad de la imagen de los vídeos en la escala de 1 a 5 fue de 4,57 (siendo 1: Poca calidad, 5: Mucha calidad). Por tanto, la calidad del vídeo según los alumnos encuestados fue muy buena. En esta cuestión los alumnos sugirieron que los vídeos estuvieran disponibles en versiones para otros formatos como iPhone e iPod, de forma que los contenidos puedan estar disponibles en cualquier momento y lugar.
- 4) *Calidad del audio:* Aunque la mayoría de los alumnos respondieron que la calidad del audio era suficientemente buena para el seguimiento de los vídeos, 8 de los 42 alumnos mostraron su deseo de mejora del audio. El grado de calidad del audio según la valoración de los alumnos fue de 3,27 (siendo 1: Calidad baja del audio, 5: Calidad alta del audio). Las respuestas de los alumnos en cuanto a la calidad de la imagen y el audio del vídeo se refleja en la figura 2.
- 5) *Duración de los vídeos:* La mayoría de los alumnos consideraron que la duración de los vídeos era la adecuada (entre 5 y 10 minutos). Tan solo un alumno de los 42 expresó su disconformidad con la duración de los vídeos, siendo la puntuación global de la valoración de los alumnos de 4,48 (siendo 1: Duración de los vídeos poco adecuada, 5: Duración de los vídeos muy adecuada).
- 6) *Valor didáctico de los vídeos y utilidad en el proceso de aprendizaje:* Las respuestas en este sentido mostraron un alto grado de unanimidad. Todos los encuestados calificaron de buenas o muy buenas tanto las explicaciones que encontraron como su grado de adecuación al contenido de la asignatura, alcanzando las valoraciones una puntuación de 4,76 (siendo 1: Poca valor didáctico, 5: Alto valor didáctico).
- 7) *Realización de más vídeos:* Todos los alumnos mostraron interés en que se continuaran haciendo vídeos, y, en concreto, el 47,6% mostró interés en que se hicieran vídeos sobre cuestiones teóricas, el 40,5% sobre cuestiones prácticas, el 78,6% solicitó más vídeos de resolución de los ejercicios propuestos en las relaciones de problemas, el 38,1% pidió más vídeos sobre ejemplos de simulación y un 81% solicitó más vídeos de

resolución de problemas de exámenes de cursos anteriores. La valoración del grado de la necesidad de realización de más vídeos docentes fue de 4,31 (siendo 1: Poco necesarios, 5: Muy necesarios). En la figura 3 se presentan estos resultados.

- 8) *Autoaprendizaje de la materia:* La opinión en este apartado fue unánime en el sentido de que todos los alumnos consideraban que los vídeos tienen utilidad en el autoaprendizaje de la materia, valorando positivamente esta práctica con una puntuación de 4,48 (siendo 1: Muy baja utilidad en el autoaprendizaje de la materia, 5: Muy alta utilidad en el autoaprendizaje de la materia).
- 9) *Reducción de las horas presenciales con la utilización de vídeos:* Aunque hay división de opiniones en este aspecto, existe un predominio de alumnos que no quieren que los vídeos reduzcan la horas presenciales (32 de los 42 alumnos), con una puntuación de 1,90 (siendo 1: No pueden reducir las horas presenciales, 5: Pueden reducir las horas presenciales). De todas formas, otras variables pueden afectar a esta valoración, por ejemplo, el que algunos alumnos prefieran tener más o menos horas presenciales.
- 10) *Sustitución de medios tradicionales (bibliografía, apuntes, etc.):* Fue general la consideración del material videográfico como complemento pero no como una sustitución de los medios tradicionales. En concreto, 8 de los 42 alumnos consideraron que en alguna medida la utilización de los vídeos puede sustituir los medios tradicionales. El grado promedio de la valoración recogida fue de 3,95 (siendo 1: Alta reducción de medios tradicionales, 5: Baja reducción de medios tradicionales).
- 11) *Experiencia global con los vídeos docentes:* La totalidad de los alumnos calificaron de positiva o muy positiva la experiencia global con los vídeos docentes y mostraron un gran interés por seguir pudiendo utilizar este tipo de material.

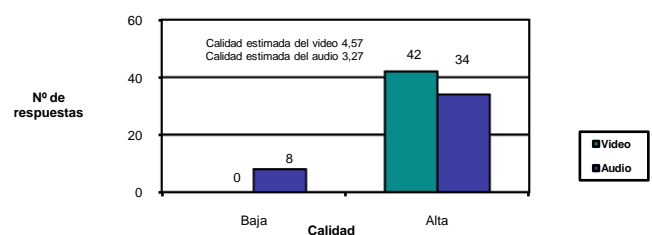


Figura 2. Calidad de la imagen y audio de los vídeos generados.

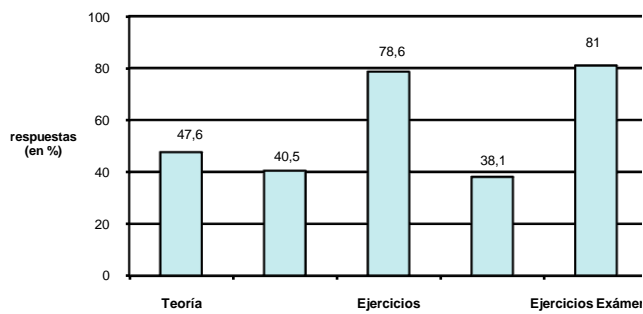


Figura 3. Opinión de los alumnos sobre la realización de más vídeos.

Respecto a los resultados académicos obtenidos por los alumnos comparando con cursos académicos anteriores se ha detectado una mejora en las calificaciones, notándose un incremento en el número de notables y sobresalientes obtenidos por los alumnos.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados del cuestionario demuestran que los alumnos no sólo han asimilado rápidamente este nuevo medio de enseñanza, sino que además demandan que los vídeos puedan estar disponibles en versiones para otros formatos como mp3, mp4, 3gp, siendo los dispositivos móviles más demandados el iPhone y el iPod. El alumno quiere disponer del material docente en cualquier lugar y en cualquier momento (Universidad, casa, viaje en autobús, tren, etc.), teniendo de esta forma el control total de cuándo y dónde aprender, con una autonomía total. Los vídeos docentes generados son un material perfectamente válido para la visualización en dispositivos móviles Smartphones (iPhone, Android y Windows) y actualmente se está trabajando para facilitar al máximo el acceso a estos recursos mediante una adecuada diversificación en los formatos y medios en los que se distribuya [8]. Para realizar esta mejora es necesario un cambio en la metodología, sustituyendo los formatos ejecutables generados por vídeos compatibles con los dispositivos móviles a utilizar [9].

En cuanto a la calidad de los vídeos, además de facilitarlos en más formatos manteniendo o mejorando la calidad de la imagen se incrementará la calidad del audio, que es la principal mejora demandada por los alumnos como se puede ver en el punto 4 del análisis de las respuestas del cuestionario.

En definitiva, la generación de vídeos docentes y su utilización por parte de los alumnos es una herramienta que puede ser utilizada con la implantación de los grados en el EEES. Con ello se logra que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, participando de forma activa y autónoma en dicho proceso y disminuyendo la falta de interés o motivación que pueda tener.

Además, con la utilización de esta técnica se puede reducir el problema relativo a la falta de tiempo que el docente tiene para repasar conocimientos previos del alumno y se puede disponer de tiempo adicional para presentar contenidos teóricos o prácticos del programa. Sin duda, los vídeos son más atractivos de seguir que los materiales digitalizados o textos por las ventajas que conllevan, ya que es el alumno de una forma activa el que recibe la explicación del profesor, decidiendo, en todo momento, el ritmo, pausas y repeticiones necesarias para la comprensión de los contenidos de una forma autónoma.

## AGRADECIMIENTOS

A la Unidad de Innovación Docente del Vicerrectorado para la Garantía de la Calidad de la Universidad de Granada por su apuesta decidida por este tipo de acciones, positivas desde un punto de vista innovador e investigador.

## REFERENCIAS

- [1] Günter L. Huber. Aprendizaje activo y metodologías educativas. Revista de Educación, número extraordinario 2008, pp. 59-81.
- [2] A. García Crespo, R. Colomo Palacios, J.M. y Gómez Berbís. La asignatura "Expresión oral y escrita" dentro del Grado en Ingeniería Informática adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior. IEEE-RITA Vol. 4, Núm. 2, May. 2009
- [3] P. Fernández Sánchez, A. Salaverria Camacho, J. González Dacosta y E. Mandado Pérez. El aprendizaje activo mediante la autoevaluación utilizando un laboratorio virtual. IEEE-RITA Vol. 4, Núm. 1, Feb. 2009.
- [4] J.M. Ríos y M. Cebrian de la Serna. Nuevas tecnologías de la información y de la comunicación aplicadas a la educación. Aljibe. Málaga. (2000).
- [5] F. Ruiz Tarragó. Internet in the classroom and at home: the bridging role of publishers. Proceedings of The Internet Global Summit INET2000, Yokohama, Japón. 2000. ISBN: 1-891562-09-6.
- [6] J.J. Bernal García. Aplicación de nuevos instrumentos informáticos a la enseñanza de los métodos cuantitativos en el marco del EEES. Rect@, Acta 16 (1). 2008. ISSN 1575605X
- [7] A. Cañas, D.J. Calandria, E.M. Ortigosa, E. Ros y A.F. Díaz. SWAD: Web System for Education Support. In B. Fernández-Manjón, J. M. Sánchez Pérez, J. A. Gómez-Pulido, M. A. Vega Rodríguez, J. Bravo-Rodríguez (Eds.): Computers And Education: E-learning - from Theory to Practice, 241 pages, Chapter 12, pp. 133-142, ISBN 978-1-4020-4913-2, Springer, 2007.
- [8] J.J. Martín Molina y D. Romero. Ambiente de aprendizaje móvil basado en micro-aprendizaje. IEEE-RITA Vol. 5, Núm. 4, Nov. 2010.
- [9] A Molina y V. Chirino. Mejores prácticas de aprendizaje móvil para el desarrollo de Competencias en la educación superior. IEEE-RITA Vol. 5, Núm. 4, Nov. 2010.



**Pedro García Fernández** es Doctor Ingeniero en Electrónica (2000) por la Universidad de Granada. Actualmente es Profesor en el Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores de la Universidad de Granada, realizando tareas docentes relacionadas con teoría de circuitos, electrónica digital y arquitectura de ordenadores.