



DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN EN LA ASIGNATURA DE CONVERTIDORES AVANZADOS DE POTENCIA

M^a Carmen Pérez Rubio, Jesús Ureña Ureña, Daniel Ruíz Pereda, Enrique García Nuñez

Universidad de Alcalá, Escuela Politécnica Superior, Departamento de Electrónica, Ctra. Madrid-Barcelona
Km. 33600, 28871, Alcalá de Henares, Madrid, España.
carmen@depeca.uah.es

RESUMEN: *En la búsqueda de metodologías, estrategias y procedimientos que contribuyan a la mejora de la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en ingeniería se ha planteado una primera propuesta sobre una asignatura optativa (Convertidores Avanzados de Potencia) del Máster Universitario en Sistemas Electrónicos. Sistemas Inteligentes de la Universidad de Alcalá. De entre las actividades y estrategias desarrolladas, orientadas a favorecer el papel activo y emprendedor del alumno, destacan el aprendizaje basado en problemas, colaborativo y situado, la asunción de distintos roles por parte del alumnado y la integración de la evaluación en el propio proceso de formación. Los alumnos han participado con interés y de una forma activa. Tanto sus valoraciones como las del profesorado han resultado positivas. Por otro lado, las dificultades encontradas y el análisis de la experiencia realizada sirven como base y aliciente para la innovación en las nuevas asignaturas de Grado.*

PALABRAS CLAVE: evaluación formativa, rúbricas evaluación, retroalimentación, técnicas cooperativas en ingeniería.

1 INTRODUCCIÓN

En enseñanzas técnicas es habitual proporcionar una formación analítica con estrategias sistemáticas de resolución de problemas, siendo éstos muchas veces de solución única. Esto conduce a que muchos alumnos aprendan por repetición, no sean capaces de integrar los conocimientos adquiridos en otras asignaturas, pierdan la visión global del problema y sean poco creativos en las soluciones aportadas [1]. Con objeto de investigar distintas estrategias metodológicas que solventen los problemas mencionados, analizar la viabilidad de su implementación en el ámbito de la ingeniería, así como favorecer el papel activo y emprendedor del alumno, un conjunto de profesores de la Universidad de Alcalá formó el Grupo de Enseñanza Interactiva e Internacional en Ingeniería EI3. De entre las primeras experiencias propuestas por el grupo, destaca la presentada en este trabajo, aplicada a la asignatura de Convertidores Avanzados de Potencia. El análisis de los procedimientos, conclusiones y resultados obtenidos en este

trabajo sirven como base para extender la metodología a asignaturas de Grado, relacionadas con la temática, con mayor número de alumnos y de carácter obligatorio.

Siguiendo las pautas que se establecen en los procesos de Convergencia Europea [2], y considerando las principales quejas de los empleadores de ingenieros recién licenciados [3, 4], se identificaron tres líneas fundamentales de actuación: 1) Incluir en el currículo la adquisición de competencias genéricas tales como el razonamiento crítico, toma de decisiones, iniciativa, creatividad, habilidades de relaciones interpersonales y de comunicación; 2) Diseño de tareas de aprendizaje centradas en el alumno (aprender haciendo); y 3) Integración de la evaluación en el proceso de aprendizaje, haciendo partícipe al alumno mediante mecanismos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

En [5] se plantean objetivos similares a los dos primeros aquí propuestos, también para una asignatura en el área de electrónica de potencia. Dicho trabajo sigue una estrategia tipo puzle con grupos de tres alumnos para preparar la parte teórica de la asignatura. No obstante, mantiene un esquema de evaluación tradicional basado en examen final. Los autores refieren un mayor trabajo diario de los alumnos y una mejora de las habilidades del trabajo en grupo. Sin embargo, aprecian la inseguridad de los alumnos con el método, prefiriendo que sea un profesor el que les explique la materia o resuelva las dudas en lugar de un compañero. Por otro lado, el porcentaje de abandono de la asignatura durante el transcurso del curso es alto (74.54%), probablemente debido a que la metodología cooperativa tipo puzle no estaba integrada en el sistema de evaluación. Otro trabajo [6], del mismo grupo de estudio en innovación docente, analiza la aplicación en el ámbito de la ingeniería de distintas experiencias de aprendizaje activo, principalmente: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje en grupo y exposiciones orales. En contra de lo esperado, no se observa un aprendizaje más significativo y profundo en los estudiantes, aunque los profesores reconocen un ambiente más propicio a la participación y a la adquisición de competencias transversales de expresión oral y trabajo en grupo. Para mejorar los resultados apuntan, entre diferentes medidas, la necesidad de profundizar en los métodos de evaluación que permitan al profesor conocer la evolución del proceso puesto en marcha y realizar las correcciones formativas necesarias. En el trabajo aquí propuesto se ha tratado de evitar que las metodologías implementadas se conviertan en experiencias aisladas, modificando el sentido de la evaluación, para considerar tanto los resultados como el procedimiento, incorporando elementos de reflexión y haciendo partícipes a los alumnos mediante coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.

El resto del artículo se estructura como sigue: en la Sección 2 se contextualiza la asignatura y se exponen los objetivos del trabajo realizado. En la Sección 3 se describe el desarrollo de la experiencia de innovación. La Sección 4 presenta los resultados académicos, así como la percepción del alumnado y profesorado. Finalmente, en la Sección 5, se extraen las principales conclusiones del trabajo realizado.

2 ENTORNO DOCENTE Y OBJETIVOS

2.1 ENTORNO DOCENTE

La asignatura sobre la que se ha desarrollado la experiencia, es optativa, y forma parte del Plan de Estudios del Máster Universitario en Sistemas Electrónicos Avanzados. Sistemas Inteligentes (mención de calidad ANECA, referencia MCD2006-00373). Durante el curso 2011/2012 ha contado con tres alumnos matriculados. El bajo número de alumnos hace que los resultados obtenidos no pueden considerarse definitivos ni las metodologías directamente extrapolables a otros grupos más numerosos. Sin embargo, ello ha permitido un mejor seguimiento de la experiencia realizada, sirviendo de experiencia piloto para su mejora y aprovechamiento cuando el número de alumnos aumente.

En ediciones anteriores, la asignatura tenía un enfoque predominantemente teórico, con tres horas semanales dedicadas a sesiones expositivas a cargo del profesorado y una hora de laboratorio para el manejo de herramientas software de simulación de sistemas electrónicos de potencia (Matlab®-Simulink [7]). No se incluían talleres de ejercicios, sino que éstos eran resueltos por el profesorado siguiendo un enfoque de clase magistral al final de cada tema. Se utilizaba un esquema de evaluación tradicional, asemejándose más a un proceso de medición llevado a cabo unilateralmente por el profesorado y cuyo resultado se ofrecía en forma de calificación una vez terminada la asignatura, sin producirse una retroalimentación o feedback entre alumno-educador.

Las modificaciones introducidas en la asignatura tratan de dar respuesta a las carencias de la metodología referida en el párrafo anterior. Así, dichas modificaciones se orientaron principalmente hacia la implicación activa del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje; a suministrar estrategias y metodologías para el desarrollo de competencias genéricas y a la incorporación de la evaluación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de metodologías de evaluación continua y formativa. La consecución de estos objetivos generales requería buscar soluciones a una serie de hándicaps o restricciones iniciales inherentes a la propia asignatura y a las características del profesorado y alumnado:

- Distintas habilidades y conocimientos previos de los alumnos matriculados. A pesar de tratarse de una asignatura para ampliar conocimientos sobre electrónica de potencia, sólo uno de los alumnos había estudiado potencia anteriormente y tenía la base suficiente para abordar la asignatura.
- Necesidad de sincronización estricta entre el profesorado de la asignatura. La asignatura es compartida por dos profesores, uno encargado de la parte más teórica y otro de la parte práctica, incluyendo aquí sesiones de ejercicios y laboratorio.
- Amplitud del temario. Se dispone únicamente de cuatro horas semanales, que también incluyen las sesiones de laboratorio.
- Restricciones de tiempo del profesorado y dificultades de articular la docencia con la investigación. Las técnicas docentes activas demandan altas exigencias de tiempo para el profesor frente al empleo de metodologías tradicionales, que encuentra por otro lado que esta dedicación está infravalorada frente al reconocimiento curricular resultante de su labor investigadora.

2.2 OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA

Los objetivos, ya esbozados a grandes rasgos en la sección anterior, se pueden concretar en las siguientes líneas de actuación:

- Adquisición de competencias genéricas. Específicamente, tras evaluar las principales carencias de nuestros estudiantes en relación a su inserción en el mercado laboral [3, 4] y las particularidades de la enseñanza en ingeniería [8], se consideraron las siguientes:
 - 1) Capacidad de análisis crítico, síntesis e interpretación de contenidos y resultados.
 - 2) Capacidad de resolver problemas de modo autónomo: toma de decisiones, iniciativa y creatividad.
 - 3) Capacidad de trabajo en equipo y habilidades de relaciones interpersonales.
 - 4) Capacidad de comunicación de conclusiones y conocimientos, tanto por escrito como mediante presentaciones orales.

- Migración a un esquema docente más práctico en el que el alumno “aprenda haciendo”.
- Uso de la evaluación como vehículo de mejora en el proceso de aprendizaje. Implicación del alumnado mediante procedimientos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.
- Favorecer el seguimiento y comunicación entre profesores y alumnos a través del uso de nuevas tecnologías. Retroalimentación como herramienta de mejora del desempeño del estudiante.

3 PLANTEAMIENTO DE LA EXPERIENCIA

La propuesta de innovación se centró fundamentalmente en la parte práctica de la asignatura (problemas y laboratorio), a la que se dio una mayor relevancia respecto a cursos anteriores. La parte teórica se concentró en dos horas semanales, en lugar de las tres anteriores, proponiendo lecturas y materiales de ampliación al estudiante. Por otro lado, la parte práctica se incrementó a dos horas semanales. Ambas partes son impartidas por profesores diferentes, y aunque se ha tratado de evitar problemas de sincronización por dependencias de temario (desacoplando desde un punto de vista didáctico los contenidos y actividades cuando ha sido posible), se establecieron reuniones de coordinación semanales con el fin de comentar las incidencias sobre el programa inicial y realizar ajustes de ser necesarios. La duración media de estas reuniones ha sido de 20 minutos.

3.1 HOJAS DE TRABAJO

Para la clase de problemas, el profesor explica mediante un ejercicio prototipo la metodología de resolución, haciendo partícipes a los alumnos mediante preguntas motivadoras que les hagan razonar, anticiparse a posibles problemas y les aliente a llevar la materia al día. Estas preguntas motivadoras se han orientado a relacionar el temario con aplicaciones prácticas de la vida diaria del alumno, por ejemplo, cómo aplicar los convertidores de potencia bajo análisis para obtener los niveles de corriente y tensión adecuados para la fuente de alimentación de su teléfono móvil o cómo diseñar una fuente de alimentación ininterrumpible (SAI) para su ordenador personal a partir de los rectificadores e inversores estudiados en clase.

Se proporciona además a los alumnos una colección de ejercicios resueltos. El grueso de la sesión de ejercicios se enfoca mediante una estrategia de aprendizaje basado en problemas, a través de una hoja de trabajo que se proporciona a los estudiantes. Cada hoja de trabajo contiene un par de problemas enfocados a un caso práctico real, que les plantea un reto más allá de lo dado en clase, pero cuya dificultad es abordable. Para orientar la búsqueda de soluciones, la primera aproximación a las hojas de trabajo se hace en el aula a nivel grupal mediante tormenta de ideas. De este modo, las ideas de los compañeros pueden servir de detonante para ayudar a producir otras ideas, resolver bloqueos y comenzar a pensar cómo resolver los problemas planteados [9].

Las hojas de trabajo fueron resueltas por los alumnos individualmente fuera del aula y se entregaban dos semanas después de haber sido planteadas. En cada entrega, uno de los alumnos asume el rol de RESPONSABLE de corrección. La solución del alumno responsable se incluye en la web de la asignatura a modo de ejemplo para el resto de compañeros. Asimismo, ese alumno realiza una pequeña presentación a los compañeros con la forma de resolver los ejercicios. La presentación, sigue un formato similar al de un congreso o seminario, esto es, el alumno prepara una presentación mediante transparencias que presenta al resto de la clase durante un tiempo acotado a 10 minutos

aproximadamente. Transcurrido ese tiempo los compañeros preguntan y hacen sugerencias de mejora.

La presentación de los ejercicios en este formato cumple varios cometidos. En primer lugar permite trabajar varias de las competencias genéricas planteadas como objetivo: capacidad de comunicación de conclusiones y conocimientos (argumentación, orden, claridad, capacidad de defender ideas ...); así como de habilidades de trabajo en equipo y de relaciones interpersonales (capacidad de escucha activa, de crítica y autocrítica). Además favorece la creatividad y la integración de las distintas herramientas proporcionadas en la asignatura. Así, los alumnos además de incluir los resultados numéricos hacían uso de los conocimientos recién adquiridos en cuanto a las herramientas de simulación software para reproducir el problema y mostrar resultados gráficos a los compañeros. Por último, este formato permite reducir el tiempo dedicado a la actividad frente a su resolución en pizarra.

Para favorecer la escucha activa, los compañeros coevalúan al responsable de corrección mediante una rúbrica, que el primer día de clase se consensuó entre todos. El uso de la rúbrica tiene una dimensión formativa, permitiendo al estudiante conocer qué competencias se espera que consiga con la actividad y le ayuda a adquirirlas al establecer con detalle las pautas y criterios que le indican su grado de consecución [10, 11]. La rúbrica, que puede verse en el Tabla I, tiene en consideración tanto competencias genéricas deseables en una presentación oral (claridad en la exposición, seguridad al hablar, postura y contacto visual, ...), como aquellas que los alumnos y profesores consideraban más adecuadas en cuanto a la resolución de problemas (terminología y notación, corrección de resultados, argumentación y eficiencia a la hora de elegir el procedimiento de resolución). Cada indicador de la rúbrica se ha evaluado en base a tres niveles de consecución (3, 2 y 1 punto). Se incluye además una sección de comentarios en la que poder destacar los aspectos más relevantes o hacer críticas constructivas.

Se propusieron tres hojas de trabajo, de modo que cada alumno pasó por el rol de responsable una vez.

3.2 CAMBIOS EN EL LABORATORIO

Se ha imbricado el laboratorio con las sesiones de ejercicios, de forma que el alumno no lo percibiese como algo separado, sino que se valiese de las herramientas de simulación para obtener una idea gráfica del significado físico de los ejercicios y contenidos teóricos que sobre el papel pueden resultar arduos de entender debido a una matemática compleja. Con este objetivo, se han reenfocado las prácticas, eliminando las pruebas sistemáticas, y se han orientado a complementar el caso práctico real propuesto en las hojas de trabajo.

En cada práctica se ha incluido una sección optativa de ampliación de conocimientos. Se tiene de este modo una carga de trabajo base para aquellos alumnos que tienen un menor nivel inicial, y a su vez se incentiva a ir más allá a aquellos que ya disponen de conocimientos o que están más motivados.

Tabla I. Rúbrica de coevaluación de la exposición oral asociada a las hojas de trabajo.

	3 PUNTOS	2 PUNTOS	1 PUNTO	Puntos
Claridad	La exposición se ha hecho con claridad. Se entendió perfectamente todo lo explicado.	La exposición ha sido bastante clara, aunque ha habido algún aspecto que no se ha entendido bien.	No se ha entendido lo que se quería explicar o se ha explicado mal.	
Seguridad	Actúa con seguridad en la exposición y presentación del trabajo.	No siempre actúa con seguridad en la exposición de su trabajo.	No expone con seguridad su trabajo.	
Postura y contacto visual	Tiene buena postura, se ve relajado y establece contacto visual con la audiencia.	Tiene, en general, buena postura y ocasionalmente establece contacto visual con la audiencia.	Tiene mala postura y/o no mira a la audiencia durante la presentación.	
Orden	La presentación ha sido organizada, fácil de seguir.	La explicación no ha sido del todo ordenada. Podría haber seguido un orden más lógico.	La explicación no ha seguido estructura lógica ninguna. Se nota que no estaba preparada.	
Tiempo	La presentación se ha ajustado muy bien al tiempo preestablecido.	Se ha excedido o le falta algo de tiempo, pero no en exceso.	Ha terminado muy pronto o ha utilizado más tiempo del previsto.	
Terminología y notación	Se utilizó la terminología y notación correctas, facilitando la comprensión.	Se utilizó por lo general la terminología y notación correctas, pero en ocasiones no es fácil entender lo escrito.	En general no utilizó la terminología y notación adecuadas.	
Corrección de resultados	Los resultados de todos los apartados son totalmente correctos.	Los resultados de todos los ejercicios son correctos, con pequeños errores de cuentas o de notación.	El resultado de algún ejercicio es incorrecto, con grandes errores en las operaciones o de notación.	
Argumentación	Todos los pasos están debidamente argumentados y justificados.	La mayoría de los pasos están debidamente argumentados.	La mayoría de los pasos no están argumentados.	
Eficiencia	En todos los casos se ha elegido el proceso más eficiente para obtener los resultados a partir de los datos dados.	En la mayoría de los casos se ha elegido el proceso más eficiente para obtener los resultados a partir de los datos dados.	En la mayoría de los casos no se ha elegido el proceso más eficiente para obtener los resultados a partir de los datos dados.	
Comentarios				

3.3 CAMBIOS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se ha modificado el sistema de evaluación, de modo que la parte práctica, con un esquema de evaluación continua, ha tenido un peso del 60% en el total de la asignatura. El 40% restante ha correspondido a dos exámenes parciales realizados a lo largo del curso. Para superar la asignatura, la calificación final de todas las pruebas de evaluación debía ser igual o superior a 5 sobre 10.

Específicamente, la filosofía de evaluación continua de la asignatura ha estado inspirada por la siguiente cita de Ken Bain [12] *“Las características de las clases mejor valoradas incluían gran exigencia, pero estaban repletas de oportunidades para revisar y mejorar su trabajo antes de ser calificado y, por tanto, para aprender de sus errores en el proceso”*. Así, se han dado oportunidades de rehacer y mejorar los trabajos realizados, se ha mostrado flexibilidad sin perder exigencia, y se ha observado cómo los alumnos han

respondido a este esquema con una mejora progresiva en la calidad de sus trabajos y una actitud de compromiso hacia la asignatura.

Las competencias trabajadas en cada bloque temático han sido evaluadas por el profesorado a través de las hojas de trabajo, memorias de las prácticas de laboratorio y desempeño diario en clase. Como quiera que las competencias trabajadas en los talleres de ejercicios y laboratorio están estrechamente relacionados, se proporciona retroalimentación al alumno tras cada bloque temático (hay cuatro en total). Esta valoración se presenta en forma de correo electrónico, siguiendo el ejemplo de las cartas al estudiante propuestas por Don Finkel en [13]. En dicho correo, se destacan los aspectos positivos del trabajo realizado por el alumno e indican los aspectos a mejorar, su evolución respecto al bloque temático anterior y se aconsejan lecturas o actividades adicionales en caso de que haya algún concepto a reforzar.

Para evitar que sea únicamente el profesor el que evalúa, se ha dado protagonismo al estudiante en su propio proceso de evaluación y triangulado posteriormente la información obtenida. Las herramientas utilizadas han sido las siguientes:

- Autoevaluación: se ha proporcionado al alumno un formulario de autoevaluación (véase la Tabla II) para ayudar a que el estudiante fuese consciente y reflexionase sobre su nivel de aprendizaje, evolución, dificultades y potencialidades.
- Coevaluación: mediante la rúbrica mostrada en la Tabla I, con objeto de favorecer la implicación y responsabilidad de los estudiantes, así como incrementar su confianza y desarrollar habilidades y capacidades comprensivas.
- Heteroevaluación: para recabar la opinión y conocer las impresiones de los estudiantes acerca de la metodología utilizada; así como conocer sus sugerencias de mejora. En el apartado de resultados se recogen algunas de las preguntas de esta encuesta, junto con las respuestas de los alumnos.

Tabla II. Formulario de autoevaluación.

Contenidos	Nada					Mucho				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.- ¿Crees que después de esta asignatura sabrías calcular la potencia activa, reactiva, factor de potencia y distorsión de un circuito de complejidad media?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2.- ¿Sabrías diferenciar las características principales de los distintos semiconductores de potencia estudiados: diodos, tiristores, MOSFET, ...?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3.- ¿Sabrías qué elementos de protección introducir para evitar sobre-corrientes y/o sobre-tensiones durante las conmutaciones de los dispositivos de potencia?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4.- ¿Sabrías distinguir si un convertidor DC-DC trabaja en zona de corriente continuada o discontinua?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.- ¿Sabrías configurar un convertidor DC-DC en puente completo para trabajar en conmutación bipolar o unipolar?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6.- ¿Sabrías qué fuente de alimentación conmutada utilizar en función de la aplicación?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7.- ¿Conoces las diferencias entre utilizar rectificadores controlados y no controlados?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.- ¿Sabes distinguir qué efectos aparecen en las corrientes y tensiones al trabajar con rectificadores reales?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

9.- ¿Conoces cómo afectan la relación de modulación de amplitud m_a y de frecuencia m_f en el espectro de armónicos de la tensión de salida de un inversor monofásico con conmutación PWM?	1	2	3	4	5
10.- ¿Sabrías configurar un inversor trifásico para controlar su tensión de salida en magnitud y frecuencia?	1	2	3	4	5
PRÁCTICAS	Nada Mucho				
11.- ¿Sabrías simular en el entorno Matlab/Simulink un sistema de potencia de complejidad media-alta?	1	2	3	4	5
12.- ¿Conoces y sabes configurar los principales elementos de la librería SimPowerSystems?	1	2	3	4	5
13.- ¿Sabes cómo lanzar simulaciones e intercambiar parámetros desde el espacio de trabajo del Matlab hacia el entorno Simulink?	1	2	3	4	5

4 RESULTADOS

En líneas generales los resultados de la experiencia planteada han sido muy positivos, tanto por parte del profesorado como del alumnado. Destaca la participación activa del alumno en su propio proceso de aprendizaje, pero también la alta carga de trabajo que para ambos colectivos supone este planteamiento.

La Tabla III presenta las calificaciones de los alumnos. Todos los alumnos superaron la asignatura, sin necesidad de recurrir a la convocatoria extraordinaria. Teniendo en cuenta el perfil de los alumnos y el seguimiento hecho, es bastante probable que con un enfoque tradicional uno de los alumnos no hubiese superado la materia. De este otro modo, donde el seguimiento ha sido continuo, se han ido detectando las carencias a lo largo del proceso y se ha logrado un mayor compromiso del alumno de cara a la materia. El alumno 1 era especialmente constante, tenía formación previa y una gran capacidad de trabajo autónomo. En su caso un enfoque menos guiado también hubiese dado buenos resultados. Aunque con tan pocos alumnos es difícil extrapolar y sacar conclusiones generales, se puede intuir que el empleo de metodologías activas no afecta sustancialmente al rendimiento de los alumnos más brillantes que funcionan bien en cualquier contexto, pero sí permite obtener mejores resultados y reducir el abandono con el resto de alumnos.

Tabla III. Calificaciones finales de los alumnos.

	EVALUACIÓN CONTINUA (60%)				EXAMEN (40%)		TOTAL (100%)
	LABORATORIO (22%)	HOJAS DE TRABAJO (22%)	DESEMPEÑO CLASE (10%)	AUTO Y CO-EVALUACIÓN (6%)	PARCIAL 1 (20%)	PARCIAL 2 (20%)	
Alumno 1	8.18	9.7	9.5	8	6	7.1	8.0
Alumno 2	8.12	9.5	7.5	8	5.6	6.5	7.5
Alumno 3	7.38	8.8	7.5	6.5	4	5.1	6.5

A modo de comparativa la Tabla IV incluye también las calificaciones de los alumnos en una edición anterior de la asignatura en la que no se emplearon metodologías activas. Aun siendo prematuro establecer conclusiones definitivas al no tener más anualidades de referencia que puedan establecer una tendencia, sí se observa que la comparativa entre ambas tablas apoya las conclusiones inferidas en el párrafo anterior. Esto es, las calificaciones de los alumnos más aventajados no difieren apenas en ambas metodologías, sin embargo con las tradicionales el porcentaje de abandonos fue del

36.37%, habiendo además un alumno suspenso. Por el contrario, con el nuevo enfoque de la asignatura, todos los alumnos se comprometieron hasta el final con la dinámica de la misma, superándola en primera convocatoria y se observó su progreso, mejora y perfeccionamiento a lo largo del curso. Por otro lado, una comparativa a nivel de calificaciones puede resultar engañosa e injusta: ¿puede un 6.5 resultante de un único examen final valorado unilateralmente por el profesor equipararse a un 6.5 resultante de un proceso de evaluación formativo y continuado basado en competencias? En el primer caso se evalúa un conjunto limitado de habilidades, anteponiendo la resolución sistemática de problemas al pensamiento crítico o creativo, y derivando en la mayoría de las ocasiones en un aprendizaje de corta duración [12]. En un enfoque basado en el aprendizaje activo la evaluación se extiende no sólo al dominio de conceptos y habilidades relacionadas con la comprensión, aplicación o razonamiento crítico, sino que también se consideran habilidades de argumentación, trabajo en equipo, colaboración y compromiso con la tarea [14]. Sería necesario comparar, partiendo de una misma calificación en ambas metodologías, cómo de significativo y duradero ha sido el aprendizaje después de un cierto tiempo.

Tabla IV. Calificaciones finales de los alumnos en una anualidad anterior con metodologías tradicionales.

	CALIFICACIÓN
Alumno 1	8.0
Alumno 2	7.5
Alumno 3	7.5
Alumno 4	7.0
Alumno 5	6.5
Alumno 6	5.5
Alumno 7	4.0
Alumno 8	No Presentado
Alumno 9	No Presentado
Alumno 10	No Presentado
Alumno 11	No Presentado

4.1 PERCEPCIÓN DE LOS PROFESORES

Destacan la alta exigibilidad individual de la metodología empleada, ya que tanto las hojas de trabajo como las memorias asociadas a las prácticas de laboratorio fueron de entrega individual. No obstante, se promovió el intercambio de ideas y dudas en clase, originándose un flujo de información y puesta en común que favoreció el intercambio y desarrollo de la cooperación. En este sentido, se observó positivamente, que los alumnos de *motu proprio* hicieron uso de las nuevas tecnologías (Dropbox) para crear espacios virtuales comunes en los que intercambiar información. Por otro lado, la exposición oral de las hojas de trabajo y la posterior sesión de debate y coevaluación ha dado lugar a una interdependencia positiva, donde el alumno con el rol de responsable se involucra y preocupa especialmente por obtener no sólo unos resultados correctos, sino también de haber seguido el proceso de resolución más apropiado y de haber argumentado cada paso de forma clara y fácil de entender. Asimismo, los compañeros se involucraron, aconsejando y preguntando al alumno responsable en función de su experiencia en la resolución de la misma hoja de trabajo. Sin embargo, se observa la necesidad de disponer de planes alternativos (adaptación de estrategias, metodologías, etc.) en experiencias que requieran un fuerte compromiso grupal, para prever el caso en el que un miembro del grupo falle. Esto implica que el profesorado debe realizar un trabajo añadido.

Las rúbricas de coevaluación y la retroalimentación continua del profesor han permitido al alumno conocer su evolución, no sólo al final, sino también durante su proceso de aprendizaje y autoevaluar el grado de consecución de las competencias/objetivos fijados a principios de curso. Por otro lado, al profesorado le ha permitido conocer durante el proceso si se están logrando los objetivos planteados, facilitando de este modo la oportunidad para consolidar, profundizar o aclarar aquellos elementos más importantes

que apoyen el verdadero proceso de aprendizaje del alumno. Asimismo, dado el modelo de retroalimentación utilizado [13, 15], los profesores han tenido que adquirir habilidades para comunicar formalmente por escrito aquellos aspectos que han creído que debían potenciar en el alumno con sutileza, claridad, sentido de la utilidad y de forma concreta, oportuna y responsable.

Las dificultades de la metodología y estrategias planteadas vinieron sobrevenidas principalmente por la elevada carga de trabajo tanto para el profesor como para el alumno; así como por la necesidad de un perfecto sincronismo con el otro profesor de la materia. En el primero de los casos, cuando los alumnos lo solicitaron se amplió el plazo asociado a los entregables concretos. Esta flexibilidad ha ido acompañada del compromiso de los alumnos que han entregado en el siguiente plazo estipulado los trabajos señalados. Por otro lado la carga de trabajo del profesor se vio incrementada también por ser el primer año en el que se utilizan las estrategias y procedimientos señalados, con lo que parte de dicha carga se puede ver reducida para el año siguiente al contar con mayor experiencia y tener actividades ya diseñadas (rúbricas, cuestionarios evaluación, etc.).

4.2 PERCEPCIÓN DE LOS ALUMNOS

En general, la valoración de los alumnos ha sido muy positiva, habiendo obtenido las mayores críticas por la elevada carga de trabajo. Críticas que por otro lado eran de esperar, por ciertas, y porque el cambio a estas metodologías requiere un cambio de mentalidad del estudiante que todavía está muy habituado al examen final.

Comoquiera que ofrecer estadísticas de resultados con sólo tres alumnos no tiene demasiado sentido por lo pequeño de la muestra evaluada, se comentan a continuación los resultados obtenidos de la encuesta de heteroevaluación a grandes rasgos.

- **Opinión general de la asignatura:**

Destacan todos que la asignatura ha sido más interesante de lo que esperaban al inicio de curso y creen que lo que han aprendido (competencias profesionales y habilidades personales) puede ayudarles de cara a su futura vida profesional. Dicen haberse sentido motivados y consideran que las hojas de trabajo y las exposiciones orales les han ayudado a afianzar conocimientos.

Por otro lado, creen que los apuntes de la asignatura deberían mejorarse y que han trabajado bastante más de lo que pensaban en la asignatura, en comparación con otras asignaturas del mismo número de créditos.

- **Opinión acerca de las competencias genéricas desarrolladas:**

Destacan que la asignatura les ha ayudado a mejorar su capacidad de hacerse entender y la escucha activa, así como la capacidad de crítica y autocrítica. Hacen además hincapié en el desarrollo de la capacidad de trabajar bajo presión.

Una capacidad que consideran que se debería trabajar más en clase es la de búsqueda y gestión de la información.

- **Comentarios a destacar/ideas para mejorar la docencia de la asignatura:**

Se transcriben aquí algunos comentarios de los alumnos:

“Aligerar la carga de trabajo a final de curso”.

“La posibilidad de presentar trabajos en formato artículo o poder hacer presentaciones en inglés me parecen opciones interesantes en vista a la formación investigadora del alumno que desea continuar con el doctorado tras el Máster”.

“Considero que la dinámica de ejercicios y prácticas ayuda mucho a afianzar los conocimientos, considero oportuno que al momento de empezar la parte práctica se hiciera recuento de lo explicado en teoría”

5 CONCLUSIONES

La innovación planteada ha supuesto un proceso de adaptación y experimentación con diferentes elementos del aprendizaje activo, utilizando técnicas de evaluación continua y formativa como vehículo de desarrollo de competencias genéricas.

Las valoraciones de los estudiantes han sido muy positivas, así como los resultados de aprendizaje alcanzados por ellos. No obstante, y pese a manifestar un alto grado de satisfacción y motivación, todos han referido como queja la elevada carga de trabajo que les ha supuesto la asignatura, en comparación con otras asignaturas optativas de número similar de créditos. Aunque la carga de trabajo y esfuerzos solicitados a los estudiantes se consideraron en la planificación de la asignatura y se han ido reajustando durante el transcurso del curso en función de los comentarios recibidos, se hace necesaria una mayor reflexión, a ser posible de forma coordinada con las restantes asignaturas del mismo curso. Sin embargo, debe entenderse que el alumno no está todavía acostumbrado a estas metodologías, sino a un único esfuerzo final, lo que le puede llevar a percibir como mayor la carga que debería ser habitual en la asignatura. Esta percepción se ve además potenciada por tratarse de una asignatura optativa. Muchos alumnos catalogan las asignaturas optativas como auxiliares y consideran que deberían aprobarse con menos esfuerzo que aquellas que son troncales. Así, muchas matrículas en asignaturas optativas se hacen en función de lo fácil/difícil que es aprobarlas en lugar del interés por la materia o de la especialización que se quiera cursar. Se hace en cualquier caso necesaria una reflexión de cara a la carga de trabajo del estudiante, con el fin de llegar a un equilibrio.

Por otro lado, y según se ha comentado anteriormente, la carga de trabajo del profesorado también se ve afectada en gran medida al introducir estas metodologías activas. En este caso, la experiencia se ha llevado a cabo sobre un grupo pequeño (3 alumnos) y con toda la dedicación a este grupo de alumnos (seguimiento, corrección de actividades, retroalimentación, diseño de actividades y preparación de materiales, ...) ha supuesto una carga mayor que otros grupos de prácticas de asignaturas con cerca de veinte alumnos que han seguido un enfoque tradicional de evaluación final. Si bien este esfuerzo se ha visto incrementado por ser el primer año que se enfoca de este modo la asignatura, y parte puede ser rentabilizado en los siguientes cursos. En cualquier caso, y para evitar que la carga de trabajo del profesor se dispare cuando el número de alumnos aumenta, sería necesario el incorporar técnicas de evaluación grupal, dar mayor peso a la coevaluación, etc. Asimismo, se observa la necesidad de proveer al profesorado de recursos y reconocimiento de las tareas docentes desarrolladas.

Otras ventajas que se han evidenciado con la implantación de estas técnicas pasan por el desarrollo de competencias genéricas (defensa de las ideas, capacidad de resolver problemas de modo autónomo, espíritu crítico, capacidad de trabajar bajo presión, ...) de las que no podrán prescindir en su futuro profesional. Por otro lado, las clases han sido más variadas y agradables, con mayor protagonismo del estudiante. Gracias además a los mecanismos de evaluación empleados se han detectado aspectos a mejorar y puntos de interés del alumnado de cara a futuras convocatorias de la asignatura.

La extensión de la metodología empleada a grupos de alumnos más numerosos no es inmediata. Posiblemente sería necesario recurrir a variaciones de la misma que contemplen el nuevo escenario (presentaciones grupales o reenfocar las hojas de trabajo hacia estrategias basada en proyectos de resolución cooperativa, podrían ser algunas ideas). Por otro lado, en la implementación práctica, se ha observado un compromiso grupal importante; lo que obliga al profesorado a disponer de planes alternativos o adaptar estrategias por si uno de los alumnos decide abandonar la asignatura a mitad de curso.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece al resto de miembros del EI3, al profesorado del Máster de Docencia Universitaria de la Universidad de Alcalá y compañeros de triada de dicho Máster, sus comentarios, críticas e ideas para mejorar la propuesta metodológica presentada. Este trabajo se ha desarrollado dentro del seno del proyecto UAH/EV574 de la convocatoria para el fomento de la Innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Universidad de Alcalá.

REFERENCIAS

- [1] R. M. Felder, "Teaching engineering at a research University: problems and possibilities," *Educación química*, vol. 15, n° 1, pp. 40-42.
- [2] R. Fidalgo, J. N. García, "Las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior en el marco legislativo del sistema universitario español," *Aula Abierta*, num. 35 (1,2), pp. 35-48, 2008.
- [3] R. M. Felder, "Engineering Education: a Tale of two paradigms," in B. McCabe, M. Pantazidou, and D. Phillips, eds., *Shaking the Foundations of Geo-Engineering Education*, Leiden: CRC Press, 2012, pp. 9-14. Conflicts between the traditional teacher-centered paradigm for engineering education and the emerging learner-centered paradigm, and predictions about the eventual outcome.
- [4] F. M. Cabrera, "Nuevos horizontes para la docencia Universitaria en el Siglo XXI. El caso particular de las escuelas de ingeniería," *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, pags. 369-378, n° 16, 2001.
- [5] F. M. Rodrigo, L. C. Herrero, J. M. González, J. M. Ruíz, "Experiencia de aprendizaje cooperativo tipo puzle en la asignatura electrónica de potencia", IV Congreso Internacional en Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona, España, 2006.
- [6] Grupo GREIDI (Grupo de Estudio en Innovación Docente en Ingeniería), "GREIDI: Profundización en la aplicación de experiencias de aprendizaje activo en el ámbito de la ingeniería," II Jornadas para el Intercambio de Experiencias de Innovación Docente en torno a la Convergencia Europea, Valladolid, junio, 2006.
- [7] The Mathworks Inc., "<http://www.mathworks.es/>," consulta en Enero de 2013.
- [8] R. M. Felder, D. R. Woods, J. E. Stice, A. Rugarcia, "The future of engineering education II. Teaching methods that work," *Chem. Engr. Education*, vol. 34 (1), pp. 26-39, 2000.
- [9] L. Margalef, "Estrategias metodológicas," *Publicaciones del Vicerrectorado de Planificación Académica y Profesorado de la Universidad de Alcalá*, 2008.
- [10] M. L. González, G. Arranz, M. Fernando, M. R. Patiño, C. Pérez, A. Portillo, M. A. Simón, "Análisis de un procedimiento basado en Rúbricas para la evaluación de Competencias Genéricas en Ingeniería," V Congreso Internacional en Docencia Universitaria e Innovación, Lleida, España, Julio 2008.
- [11] RUBISTAR, "<http://rubistar.4teachers.org/index.php/>", consulta en Enero 2013.
- [12] K. Bain, "Lo que hacen los mejores profesores Universitarios," *Publicacions de la Universitat de València (PUV)*, 2005.
- [13] D. Finkel, "Dar clase con la boca cerrada," *Publicacions de la Universitat de València (PUV)*, 2008.
- [14] S. A. Brown, A. Glasner, "Evaluar en la Universidad: problemas y nuevos enfoques," Ed. Narcea, España, 2003.
- [15] A. Webb, L. Willis, "Enhancing Feedback for Engineering Students", *The Higher Education Academy Engineering Subject Centre, Loughborough University*, pp. 1- 27, 2010.



Mª Carmen Pérez Rubio. Ingeniera en Electrónica y Doctora por la Universidad de Alcalá desde 2004 y 2009 respectivamente. Máster en Docencia Universitaria de la Universidad de Alcalá en 2010. Actualmente trabaja como profesora ayudante doctora en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá y coordina el grupo de innovación docente "Grupo de Enseñanza Interactiva e Internacional en Ingeniería EI3". Sus líneas de trabajo en cuanto a metodología docente se centran principalmente en el diseño de actividades docentes en línea, estrategias de trabajo cooperativo y estrategias de evaluación formativa.



Jesús Ureña Ureña. Ingeniero de Telecomunicación por la UPM (1992) y Dr. Ingeniero de Telecomunicación por la UAH (1998). Actualmente Catedrático de Universidad en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá. Su experiencia docente en diversas asignaturas técnicas se extiende por más de 25 cursos académicos, habiendo participado activamente en la elaboración de material docente y como coordinador en la elaboración y reforma de planes de estudios relacionados con electrónica y comunicaciones. Actualmente es miembro del grupo de innovación docente "Grupo de Enseñanza Interactiva e Internacional en Ingeniería EI3", donde colabora en el diseño de actividades docentes y estrategias de evaluación formativa, así como en actividades de internacionalización.



Francisco Daniel Ruiz obtuvo el título como Ingeniero Superior de Telecomunicaciones, el Máster en Sistemas Electrónicos Avanzados. Sistemas Inteligentes, el doctorado en Electrónica por la Universidad de Alcalá y el Máster en Docencia Universitaria en los años 2006, 2009, 2011 y 2012 respectivamente. Actualmente trabaja como personal investigador en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá, donde colabora en diversas tareas docentes. Desde el año 2010 ha participado en varios proyectos encaminados a potenciar el aprendizaje activo en entornos virtuales.



Enrique García recibió el título de Ingeniero Técnico Industrial, el Máster en Sistemas Electrónicos Avanzados y el Doctorado por la Universidad de Alcalá, en 2007, 2009 y 2013 respectivamente. En 2009 le fue concedida una beca pre-doctoral del programa de Formación de Personal Investigador de la UAH y en 2010 del programa de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. Desde el año 2007 ha estado involucrado en diversos proyectos de investigación en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá, y desde el 2011 colabora en diversas tareas docentes dentro del Departamento.