

# Evaluación de nuevas metodologías para fomentar una mejor preparación de las prácticas

José Miguel Villalón, Teresa Olivares y M Carmen Ruiz

Departamento de sistemas informáticos,  
Universidad de Castilla-La Mancha,  
02071 Albacete, Spain

{JoseMiguel.Villalon, Teresa.Olivares, MCarmen.Ruiz}@uclm.es

**Resumen.** La asignatura Redes de Computadores I es una asignatura obligatoria en nuestro Grado en Ingeniería Informática. Esta asignatura presenta los conceptos fundamentales de las redes de comunicaciones que serán utilizados en cursos posteriores. En la Universidad de Castilla-La Mancha dicha asignatura se encuentra en el segundo cuatrimestre del primer curso. Por el contenido de esta asignatura, las prácticas en el laboratorio tienen una gran importancia ya que es la forma de plasmar lo aprendido en la parte teórica. Para una correcta realización de las mismas es imprescindible que el alumno las prepare antes de acudir al laboratorio. Sin esta preparación, es más complicado que pueda hacer todos los pasos descritos en los guiones en el tiempo planificado. Sin embargo, los profesores de la asignatura hemos detectado en los últimos años una falta de preparación de las mismas por parte del alumnado. Para intentar fomentar el trabajo autónomo se cambió la metodología y modo de evaluación de la parte práctica de la asignatura incluyendo tests previos y tests posteriores en cada sesión. En este trabajo se van a evaluar los resultados logrados por los alumnos con esta nueva forma de trabajo, comparándolo con los logrados en cursos anteriores.

**Keywords:** Redes de computadores, prácticas, trabajo autónomo, preparación de prácticas.

## 1 Introducción

Conocer el funcionamiento de las redes de computares es un elemento fundamental en cualquier Grado de Ingeniería Informática. Es por ello, que en todos los grados nos encontramos un gran número de asignaturas de esta temática. En el grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) que se imparte en la Escuela Superior de Ingeniería Informática (ESII) nos encontramos con 7 asignaturas directamente relacionadas con las redes de comunicaciones. Como asignatura básica a todas ellas se imparte Redes de Computadores I. Al ser una asignatura de base para un gran número de materias, en ella se deben impartir todos los conocimientos básicos de unidad docente de redes. En concreto, en el grado impartido en la ESII, la asignatura

presenta los conceptos más básicos de las redes de computadores, mostrando el funcionamiento de las tres capas inferiores del modelo Open System Interconnection (OSI).

En un grado como el de Ingeniería Informática es muy importante que el contenido teórico de una asignatura se traslade a un plano práctico, donde el alumno sea capaz de poner en práctica lo aprendido en teoría. En el ámbito de las redes de computadores esto tiene si cabe más importancia. Es por ello que en la asignatura Redes de Computadores I la parte práctica de la misma tiene un peso del 40%.

En el nuevo Grado en Ingeniería Informática de la UCLM, la asignatura de Redes de Computadores I es impartida en el segundo cuatrimestre del primer curso, a diferencia de cómo estaba planificada en las ingenierías impartidas anteriormente, donde se cursaba en 2º curso en las Ingenierías Técnicas de Gestión y de Sistemas, y en 4º curso en la Ingeniería Superior. Este hecho hace que la tasa de abandono de los alumnos que la cursan sea muy superior a la existente anteriormente. Para intentar mitigar en lo posible este problema, los profesores de la asignatura han diseñado en los últimos años un conjunto de actividades para intentar hacer lo más atractiva posible la asignatura. Algunas de estas actividades han sido la realización de posters para describir el Internet de las Cosas (IoT) [1], o el diseño de un trivial de redes [2].

El segundo problema que nos hemos encontrado en la asignatura después de su cambio al primer curso, es el porcentaje de alumnos que no prepara la asignatura en casa. Este problema se acentúa más en la realización de las prácticas de laboratorio, donde es necesario que el alumno comprenda lo que va a hacer para poder hacerla en el tiempo estipulado. El hecho de la falta de preparación por parte de los alumnos de las sesiones de prácticas era más que evidente, ya que la mayoría de los alumnos no se habían mirado el guion, y su preparación es necesaria para realizar las prácticas correctamente.

Por otro lado, según el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [3] los alumnos deben realizar un aprendizaje basado en competencias, tanto transversales como específicas de las distintas asignaturas que cursen. Por lo tanto, en las asignaturas que se van a cursar se han de realizar actividades relacionadas con las competencias que se quieren cubrir. Además, el alumno debe estar informado de dichas competencias [4]. Uno de los objetivos de aprendizaje presentes en la memoria de Grado de Ingeniería Informática de la UCLM [5] es el de planificar y organizar las actividades a realizar durante el desarrollo de la asignatura. Como parte de este objetivo está que el alumno sea capaz de planificar y preparar las sesiones de laboratorio antes de acudir al mismo.

Por todo ello, y para intentar mejorar los resultados de los alumnos en la realización de las prácticas, en el curso académico 2014/2015 se modificó su evaluación, incluyendo un test previo a la realización de las prácticas donde se formulan preguntas relacionadas con el guion. A estos test previos se les dio un peso del 5% de la nota final de la asignatura.

En este artículo se describe la metodología seguida en la asignatura de Redes de Computadores I para incentivar el trabajo de preparación de las sesiones de prácticas. En la sección 2 se describe la asignatura de Redes de Computadores I. Toda la información relacionada con las prácticas de laboratorio es mostrada en la sección 3. En la sección 4 se comparan los resultados obtenidos por los alumnos durante el curso académico 2014-2015 con los logrados en cursos anteriores. Finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros a realizar.

## 2 La asignatura de Redes de Computadores

La asignatura de Redes de Computadores I en la UCLM es una asignatura obligatoria con una carga de 6 ECTS, que se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso del Grado en Ingeniería Informática. Su inclusión en el plan de estudios está más que justificada ya que los contenidos de esta asignatura son fundamentales para ejercer la profesión. Además, Redes de Computadores I sirve como base de todas las asignaturas cursadas en el grado relacionadas con las redes de comunicaciones. Algunas de estas asignaturas son: redes de computadores Ingeniería Informática, diseño y gestión de redes, diseño de infraestructura de red, gestión y administración de redes, seguridad en redes y dispositivos y redes inalámbricas.

Dado que Redes de Computadores I sirve como base de un gran número de asignaturas, su contenido está orientado a que los estudiantes aprendan los conceptos fundamentales de las redes de comunicaciones, centrándose en los tres niveles inferiores de la arquitectura OSI: nivel físico, enlace de datos y de red.

Según el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [3] los alumnos deben realizar un aprendizaje basado en competencias, tanto transversales como específicas de las distintas asignaturas que cursen. Las competencias que se encuentran relacionadas con la asignatura de Redes de Computadores I son:

- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de campos y ondas y electromagnetismo, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.
- Conocimiento, administración y mantenimiento sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.
- Razonamiento crítico.

Para lograr alcanzar estas competencias, la asignatura plantea un conjunto de objetivos de aprendizaje. Dichos objetivos de aprendizaje son:

- Entender los conceptos básicos de redes de computadores y de arquitectura de protocolos.
- Describir el funcionamiento básico de los distintos modos de transmisión en redes de computadoras
- Elegir, instalar y configurar los dispositivos de interconexión y servicios más adecuados según las necesidades del usuario.
- Gestionar de modo básico una red.
- Explicar los fundamentos de movilidad y multidifusión en red.
- Planificar y organizar las actividades a realizar durante el desarrollo de la asignatura.

Para la consecución de estas competencias y objetivos de aprendizaje, esta asignatura ha sido estructurada en un conjunto de temas de teoría, prácticas de laboratorio así como actividades complementarias (ejercicios entregables, trabajos, pruebas de progreso). Los temas de teoría que componen la asignatura son:

- Tema 1: Introducción a las redes de computadores.
- Tema 2: Internet y sus aplicaciones.
- Tema 3: Capa de red y direccionamiento IP.
- Tema 4: Capa de enlace de datos y redes de área local.
- Tema 5: Capa física.

De forma complementaria a estos contenidos teóricos, los profesores de la asignatura han diseñado un conjunto de prácticas para afianzar los conocimientos más importantes en la asignatura. Estas prácticas, que serán descritas en detalle en la siguiente sección, se centran principalmente en la configuración de los dispositivos de interconexión y dispositivos finales para que dos dispositivos cualesquiera se puedan comunicarse entre sí. Las prácticas planificadas en la asignatura son:

- Práctica 1. Cableado de red.
- Práctica 2. Configuración TCP/IP del ordenador.
- Práctica 3. Configuración LAN
- Práctica 4. Configuración básica de routers.
- Práctica 5. Wi-Fi I.
- Práctica 6. Wi-Fi II.
- Práctica 7. VirtualLAN.
- Práctica 8. Diagnóstico de fallos.

Para poder alcanzar las competencias y objetivos de aprendizaje, la asignatura de Redes de Computadores I tiene asociadas 150 horas de trabajo. De estas horas 60 serán presenciales y 90 de trabajo autónomo por parte del alumno. En la tabla 1 se resumen las horas dedicadas a cada parte de la asignatura.

**Tabla 1.** Bloques de actividades y dedicación.

<b>Actividad</b>	<b>Trabajo presencial</b>	<b>Trabajo autónomo</b>
Clases de teoría	22	35
Prácticas	18	27
Resolución de problemas	13	14
Pruebas escritas	4	8
Examen final	3	6

Por último, los criterios de evaluación de la asignatura se muestran en la tabla 2. En ella se puede comprobar como hay un 75% de la nota final que está asociado a pruebas escritas finales, y otro 25% que estará compuesto por test y realización de ejercicios para evaluar el trabajo del alumno durante el cuatrimestre. En la tabla también se puede

observar que la parte práctica de la asignatura tiene un peso del 40%, siendo el seguimiento de las prácticas del 15%. Indicar que para que un alumno pueda presentarse a las pruebas escritas debe haber realizado todas las prácticas de laboratorio. Si no es así, el alumno no podrá presentarse al examen ordinario. Además, es obligatorio aprobar tanto la parte teórica como la parte práctica del examen final. Ambas partes se evalúan mediante una prueba escrita.

**Tabla 2.** Criterios de evaluación

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>% del curso</b>	<b>Descripción</b>
Preparación de prácticas	5%	Antes de la realización de cada práctica el alumno deberá prepararla y responder a unas preguntas de la misma
Realización de prácticas	10%	Después de cada práctica el alumno deberá realizar un pequeño cuestionario para demostrar que ha realizado y entendido la práctica
Resolución de problemas	5%	Resolución de problemas planificados durante el curso
Test para comprensión de temas	5%	Realización de una prueba tipo test después de cada tema
Prueba final	75%	La prueba final de la parte de teoría tiene un peso del 50%, y la de prácticas del 25%

### **3 Prácticas en Redes de computadores I**

En las prácticas de Redes de Computadores I se pretende afianzar el conocimiento adquirido en la parte teórica, y aplicarlo a un escenario real. Esta sección presenta en detalle la planificación de las prácticas.

#### **3.1 Descripción de las sesiones de prácticas**

Para la realización de las prácticas de la asignatura se han planificado 9 sesiones, con una dedicación de 2 horas semanales. En la asignatura vamos a tener un total de 8 prácticas. En cada sesión se realiza una práctica y la última semana de prácticas es utilizada para que los alumnos recuperen las prácticas pendientes. En esta semana los alumnos pueden ir a la sesión de prácticas de cualquier grupo para poder recuperar más de una sesión en caso de que sea necesario. En total, por el número de alumnos matriculados, se cuenta con 6 grupos de prácticas, por lo que el alumno dispone en esa semana de 12 horas en las que puede recuperar cualquier práctica pendiente con la colaboración del profesor. A continuación se muestran las 8 prácticas de la asignatura junto con un pequeño resumen de los objetivos de cada una de ellas.

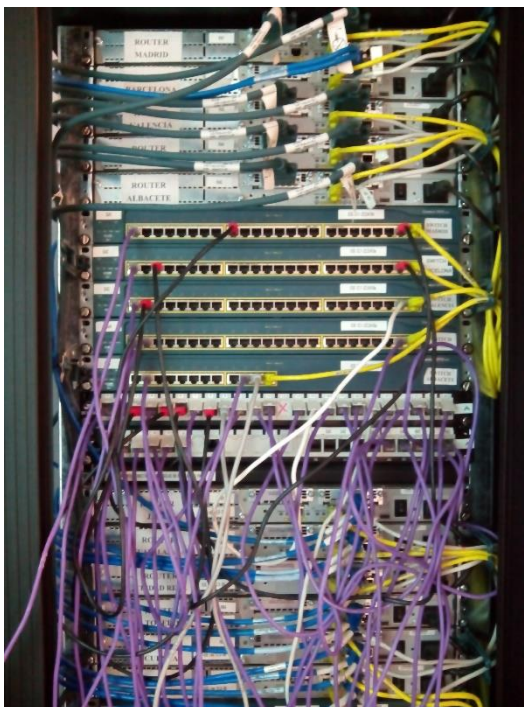
- Práctica 1. Cableado de red. Durante la realización de esta práctica los alumnos deben hacer un cable de red de conexión directa, un cable cruzado y uno de consola. Además deben ser capaces de comprobar si dicho cable está correcto además de saber para que se utiliza cada uno de ellos.
- Práctica 2. Configuración TCP/IP del ordenador. Esta práctica pretende que el alumno sea capaz de hacer una configuración TCP/IP de un ordenador del laboratorio. También, y mediante el uso de configuraciones erróneas se pretende que comprendan para que se utiliza la dirección IP, máscara de red, puerta de enlace y el servidor de Domain Name System (DNS),
- Práctica 3. Configuración LAN. En esta práctica el alumno debe ser capaz de configurar y gestionar una red Ethernet. Para ello debe diseñar la topología del laboratorio, así como configurar el switch y todos los terminales de su subred.
- Práctica 4. Configuración básica de routers. El objetivo de esta práctica es que el alumno adquiera los conocimientos más básicos para la configuración de routers y consiga establecer conectividad IP en toda la red de la topología del laboratorio.
- Práctica 5. Wi-Fi I. En esta práctica se pretende que el alumno sea capaz de conocer los aspectos básicos de configuración de una red Wi-Fi con infraestructura, así como implementar mecanismos básicos de seguridad en redes inalámbricas.
- Práctica 6. Wi-Fi II. El objetivo principal de esta práctica es configurar mecanismos de seguridad avanzada en redes Wi-Fi. Además, en esta práctica también se configurará el punto de acceso inalámbrico en modo puente y repetidor, para mostrar todos los modos de funcionamiento posible de estos dispositivos.
- Práctica 7. VirtualLAN. En esta práctica se pretende que el alumno comprenda el funcionamiento de las Virtual Local Area Network (VLAN), y que configure tanto el switch como el router de su subred para definir dos VLANs.
- Práctica 8. Diagnóstico de fallos. En esa práctica final los alumnos se encontrarán una configuración del laboratorio errónea y deberán solucionar los errores presentes en la misma. En esta práctica se deben usar los conocimientos adquiridos en todas las prácticas previas.

### 3.2 Herramientas utilizadas

Las prácticas de la asignatura se realizan sobre dispositivos físicos reales. Es por ello que en la ESII se dispone de dos laboratorios (Hardware 1 y Hardware 2) equipados con todo los dispositivos necesarios. El hecho de disponer de estos dispositivos reales hace que los alumnos se enfrenten con problemas de configuración que no se encontrarían con el uso de simuladores. Concretamente, en cada uno de los laboratorios nos encontramos con:

1. Armario de comunicaciones. Este armario está formado por 11 routers y 11 switches. El modelo de router utilizado es el Cisco 2620, mientras que los switch utilizados son Cisco Catalyst 2950 Series. Además de los dispositivos de interconexión, el armario de comunicaciones tiene una parte de panel de control que está cableada con las rosetas del laboratorio. La figura 1 muestra parte de este armario de comunicaciones. El armario está dividido en dos armarios lógicos: armario A compuesto por

- 5 LANs y el armario B compuesto por 6 LAN. En la parte superior de la figura se pueden observar los 5 routers, 5 switch y el panel de control del armario A. En ella también se observa las conexiones entre los distintos dispositivos de interconexión y el panel de control para implementar la topología del laboratorio (Ver figura 2)
2. Cableado de red para conectar el armario de comunicaciones con los puestos de trabajo del laboratorio.
  3. 12 puntos de acceso inalámbricos Cisco Small Business modelo WAP4410N.
  4. 24 puestos de trabajo.
  5. Todo el material necesario para realizar cables de par trenzado no blindado (UTP) categoría 5.



**Fig. 1.** Armario de comunicaciones del laboratorio.

La topología de laboratorio utilizada para la realización de las prácticas se muestra en la figura 2. En ella se puede observar una topología compuesta por 11 LANs, cada una de las cuales cuelga de un router. A dicho router se conecta un switch, al cual se conectan las distintas estaciones de la subred. Además, de cada subred una estación tiene que ser la consola del switch o del encaminador, conectándose a través del puerto serie para facilitar su administración.





## 4 Resultados logrados por los alumnos

En esta sección vamos a comprobar si la metodología de prácticas planteada para el curso académico 2014-2015 ha logrado mejorar los resultados de los alumnos respecto a los cursos anteriores. Para ello vamos a mostrar dos comparativas. Por un lado vamos a comparar los resultados de los test de laboratorio posteriores con los logrados el curso anterior. No comparamos con otros cursos académicos anteriores porque las preguntas de los test de prácticas eran distintas. En el segundo punto queremos observar que ha ocurrido con los resultados globales de la asignatura: notas del examen de prácticas y notas finales de la asignatura. En este segundo punto compararemos con los resultados de los tres cursos anteriores.

### 4.1 Resultados logrados en los test de laboratorio.

Comenzamos la evaluación mostrando los resultados logrados por los alumnos en los test previos y posteriores a la realización de las prácticas en el curso 2014/2015. En la planificación de la asignatura, los profesores esperábamos una correlación entre las calificaciones logradas en estos dos test. De todos modos hay que tener en cuenta que el tipo de pregunta en ambos test es muy distinta. Mientras que los test previos contienen conceptos que se encuentran plasmados directamente en el guion de prácticas, los posteriores contienen preguntas sobre las conclusiones que el alumno debe sacar en la realización de las prácticas. Pero aun así, a los profesores nos parecía lógico que si un alumno obtiene una buena calificación en el test previo, lo que conlleva que lo ha preparado previamente, usará de una forma más adecuada el tiempo de laboratorio, siendo capaz de entender mejor la práctica. Esto se debería de reflejar en la calificación del test posterior.

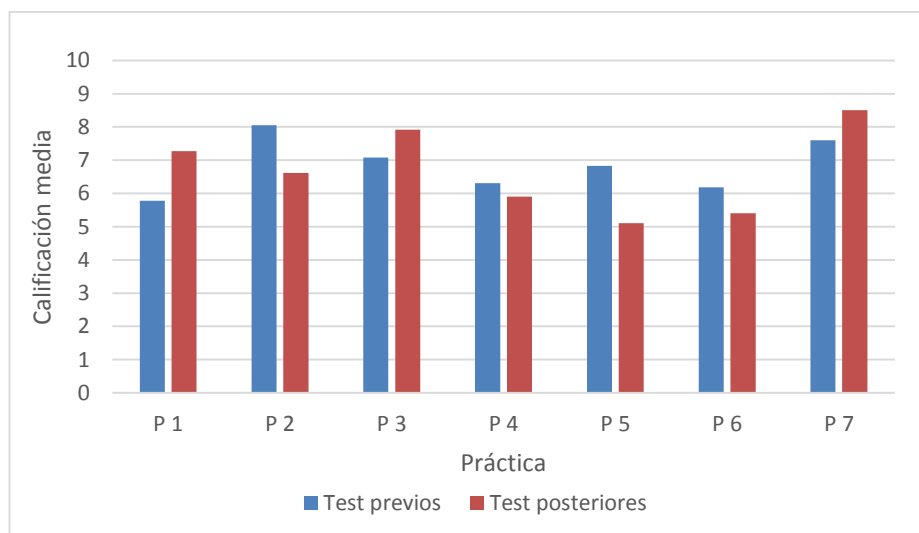
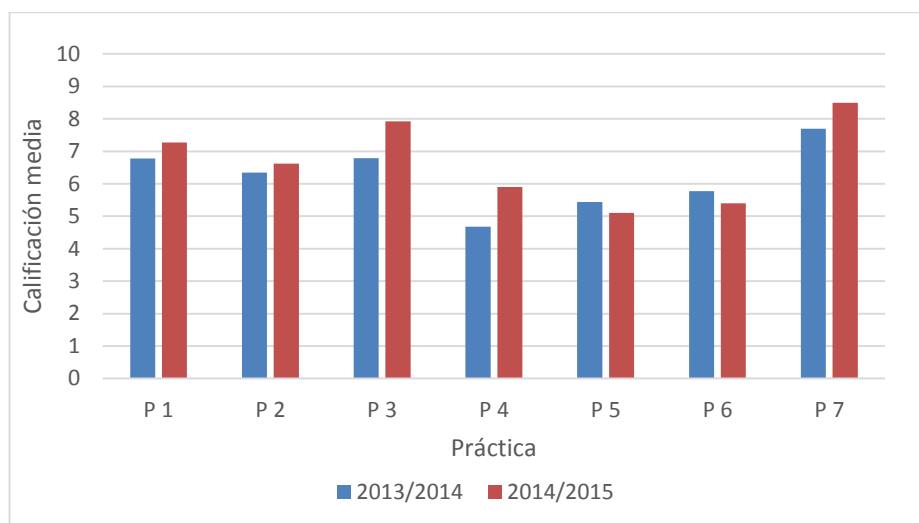


Fig. 3. Nota media de los test previos y posteriores en el curso 2014/2015

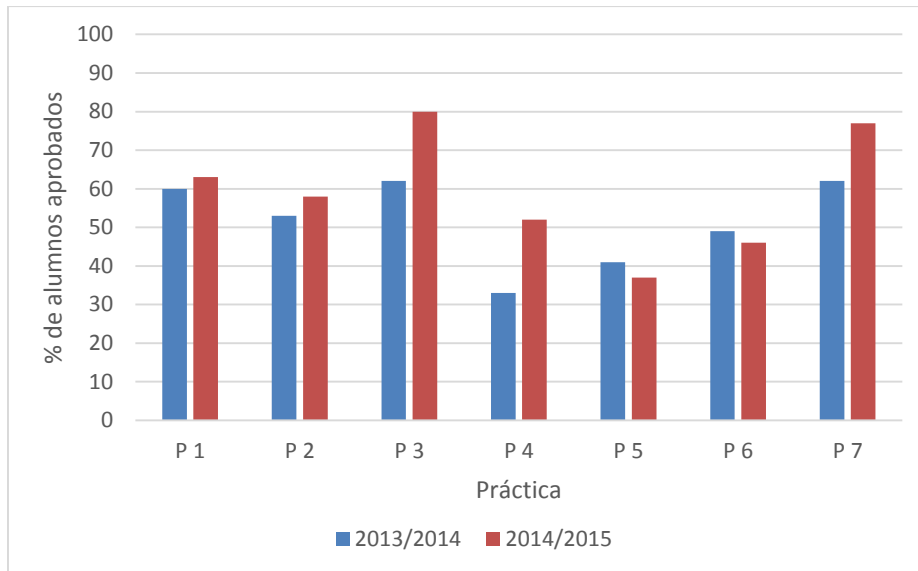
La figura 3 muestra las calificaciones medias logradas en cada práctica en los test previos y posteriores. Los resultados de la figura muestran que no existe una relación directa entre ambas notas. En ella se puede observar que en la práctica 2 se han obtenido los mejores resultados en el test previo, no ocurriendo lo mismo en los posteriores. Esta figura nos hace pensar que no se han logrado los resultados esperados.



**Fig. 4.** Nota media de los test posteriores de prácticas.

Por el contrario, en la figura 4 si se puede observar como en la mayoría de las prácticas de laboratorio la nota media lograda por los alumnos es mayor en el curso académico 2014-2015 que en el año anterior. Esto nos induce a pensar que el cambio de metodología introducido con los tests previos ha sido acertado ya que consigue su objetivo: mejores resultados en la realización de las prácticas. De todas las prácticas realizadas, solo en las prácticas 5 y 6 la nota de los alumnos está levemente por debajo de la del curso anterior. Este descenso ha sido muy leve en comparación con la mejora en las otras prácticas. Además, hay que indicar que en dos de los seis grupos de prácticas estas dos sesiones se tuvieron que impartir de forma seguida y conjunta. Es por ello que el alumno tuvo un menor tiempo para la realización de las mismas.

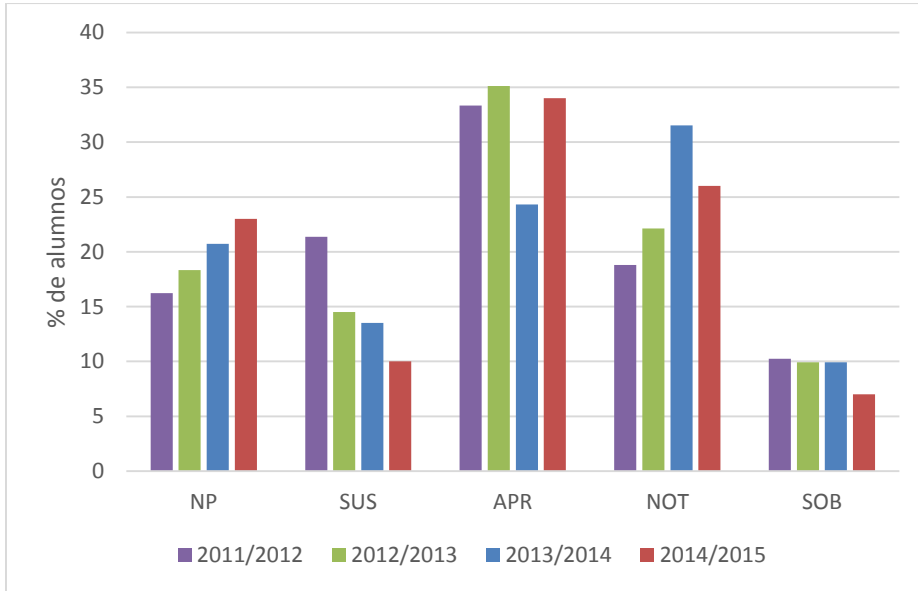
Otro aspecto importante es conocer la tasa de alumnos que han aprobado cada una de las prácticas. La figura 5 muestra el porcentaje de alumnos que han aprobado cada práctica. En dicha figura se puede observar como los porcentajes de alumnos que han aprobado los test de prácticas han mejorado en el curso 2014/2015. Al igual que ocurría en la figura 4, los resultados logrados en las prácticas 5 y 6 son levemente peores que en el curso anterior.



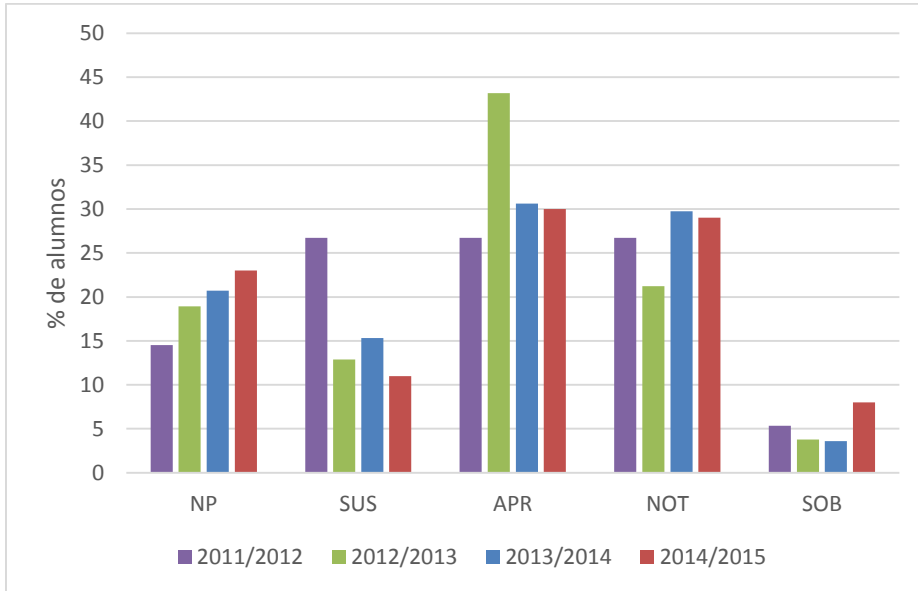
**Fig. 5.** Porcentaje de aprobados en los test de prácticas

#### 4.2 Resultados globales de la asignatura.

A la hora de diseñar esta nueva metodología para la realización de las prácticas, el objetivo principal es que el alumno sea capaz de realizar un mejor trabajo en el laboratorio, y como consecuencia, afianzara una mayor cantidad de conocimiento en la realización de las mismas. Para intentar mostrar este hecho, en las figuras 6 y 7 se muestran los resultados del examen de prácticas, y resultados globales de la asignatura. En la figura 6 podemos ver como a pesar de que los resultados de los test de prácticas han mejorado con esta nueva metodología, los resultados del examen final de prácticas son peores que en el curso académico anterior. Si bien es cierto que el porcentaje de alumnos que han suspendido dicho examen es el menor de los cuatro años, las notas del examen de prácticas del año 2013/2014 de los alumnos que han aprobado la asignatura son muy superiores al resto de años.



**Fig. 6.** Notas de los alumnos en el examen de prácticas.



**Fig. 7.** Notas finales de la asignatura.

Por último, la figura 7 nos muestra las notas finales de la asignatura. En ella se puede observar como en este caso sí que en el curso académico 2014/2015 se han logrado los mejores resultados. Por un lado podemos observar como al igual que se mostraba en la figura 6, el porcentaje de alumnos que ha aprobado la asignatura es mayor que en el resto de años. Además, en este caso, las notas de los alumnos que han aprobado la asignatura son mejores que las de los años anteriores.

Por todo ello, podemos concluir diciendo que en general los resultados logrados con esta nueva metodología han mejorado los logrados en cursos anteriores aunque no han sido tan positivos como esperábamos.

## **5 Conclusiones y trabajos futuros**

En este trabajo se muestra una nueva metodología adoptada para intentar fomentar el trabajo autónomo en la asignatura de Redes de Computadores I. Concretamente, se quiere fomentar el trabajo de preparación de las prácticas de laboratorio. En una asignatura como es Redes de Computadores cuyo contenido práctico tiene un gran peso, es muy importante una preparación adecuada por parte de los alumnos de las sesiones de prácticas. Este hecho se acentúa en nuestro caso donde las prácticas se realizan sobre dispositivos reales donde pueden aparecer problemas que habitualmente no se producen en los simuladores. A pesar de esta importancia, los profesores de la asignatura hemos detectado en los últimos años que los alumnos no preparan adecuadamente las prácticas. Para intentar mejorar este punto, en el curso académico 2014/2015 se modifica la metodología y evaluación de las prácticas de laboratorio incluyendo un test previo a la realización de las mismas con un peso del 5%. En otros años anteriores ya se realizaba un test posterior a cada sesión para comprobar si el alumno había comprendido los conceptos más importantes resultantes de la realización de la práctica

En este trabajo se muestra que los resultados logrados por los alumnos en este curso académico son ligeramente superiores a los obtenidos en cursos previos. Esta mejora es más apreciable en las pruebas realizadas a la finalización de cada práctica. Sin embargo, los resultados no han cubierto las expectativas que tenía el profesorado en esta medida. Además, el hecho de realizar un test previo al desarrollo de la práctica en el laboratorio ha repercutido en un menor tiempo para la realización de las mismas. Por todo ello, los profesores de la asignatura han optado por seguir incentivando el trabajo de preparación de las prácticas pero de otro modo. En el curso académico 2015/2016 se propondrá el uso del simulador de redes cisco packet tracer para que los alumnos preparen las prácticas de forma autónoma. Con ello, se pretende que el alumno pueda realizar parte de la práctica de forma autónoma usando el simulador, y después completar la misma en el laboratorio haciendo uso de dispositivos reales.

## Referencias

1. Olivares, T., Villalón, J.M. and Ruiz, M.C. Internet de las Cosas para mejorar la capacidad de análisis, síntesis y evaluación. Actas de las XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática JENUI 2014, pp 269-276, Oviedo, 9-11 de julio 2014.
2. Olivares, T., Villalon, J.M. and Ruiz, M.C. Network Trivial: a different learning experience. 8th International Technology, Education and Development Conference INTED2014 Proceedings, pp 7284-7291 (2014).
3. Espacio Europeo de Educación Superior, <http://www.eees.es/>.
4. Bermúdez A., García-Varea I., López M.T., Montero F., de la Ossa L., Puerta J.M., Rojo T. and Sánchez J. L. Una definición precisa del concepto “Nivel de Dominio de una Competencia” en el marco del Aprendizaje Basado en Competencias. Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, JENUI 2011, pp 169–176, Sevilla, Julio 2011
5. Grado en Ingeniería Informática por la Universidad de Castilla-La Mancha. Solicitud para la verificación de títulos oficiales. 2011.
6. <https://campusvirtual.uclm.es/course/view.php?id=10883>.