

# Aprendizaje Activo en el EEES: una experiencia práctica

Ignacio Soto, Maria Calderon, Jaime Garcia-Reinoso

**Title—Active Learning in the EEES: a hands-on experience**

**Abstract—The adaptation of the Spanish University to the European Higher Education Area has driven a change in the teaching methodology. This paper analyses this change from the perspective of the Technical Engineering degrees. Then, a particular hands-on experience of active learning is described. The feedback from this experience has been used to design the learning methodology of two courses for new Technical Engineering degrees adapted to the European Higher Education Area, in this paper these two courses are also presented.**

**Índice de términos— EEES, aprendizaje activo, métodos de enseñanza, grados de enseñanzas técnicas.**

## I. INTRODUCCIÓN

LA adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [1], comúnmente conocida como la adaptación a “Bolonia”, representa un importante reto para la universidad española. Además del esfuerzo de modificación de planes de estudio, con cambios de enfoque significativos, el EEES trae también consigo un impulso para cambiar radicalmente la metodología docente que se viene empleando, casi se puede decir que desde siempre, en la universidad española.

Este artículo analiza esta segunda parte, el cambio de metodología docente, viéndolo desde el punto de vista de la enseñanza de grado en carreras técnicas. La universidad española, al igual que otras muchas en Europa y el mundo, ha utilizado la clase magistral como la piedra angular de su forma de enseñar, al contrario que en otras universidades, sobre todo en el entorno anglosajón. En la clase magistral el profesor asume un papel muy activo, desgranando secuencialmente todos los conocimientos que el alumno debe adquirir. El papel del alumno también debiera ser activo, esforzándose por entender los conocimientos y participando en la clase motivado por buenos profesores que lo animen a plantear dudas o debatir sobre cuestiones del temario. Pero la realidad es que el papel del alumno en una clase magistral suele ser pasivo. Hay varios motivos para ello pero probablemente el

más importante es que los alumnos y los profesores van a ritmos que no están sincronizados. El ritmo del profesor está condicionado por cubrir un, normalmente, amplio temario en las clases disponibles, mientras que el del alumno está condicionado, en gran medida, por las fechas de exámenes. Esto lleva a que la mayoría de las veces los alumnos no están preparados para adquirir los conocimientos de una clase, porque todavía no han adquirido los de las clases anteriores. Por lo tanto su actividad en clase se centra en copiar los conocimientos que necesitará asimilar, para cuando pueda ponerse a hacerlo. Nótese que esta situación dificulta en extremo que ni el más entusiasta profesor consiga participación en clase, porque los alumnos no están preparados para ello. Esta situación es muy ineficiente desde el punto de vista del logro del aprendizaje: en gran medida los esfuerzos del profesor en las clases magistrales se desperdician, y los alumnos no aprovechan al máximo las oportunidades de aprendizaje.

Por este motivo se vuelve atractivo modificar la metodología docente para maximizar la eficiencia de los esfuerzos de todos los actores en el proceso de aprendizaje. La clave fundamental es conseguir que los alumnos asuman un papel activo en su proceso de aprendizaje [2].

Este artículo describe una experiencia concreta de metodología de aprendizaje activo aplicada durante el curso 08/09 en la asignatura Fundamentos de Conmutación de 2º de la Ingeniería Técnica de Telecomunicación: Telemática, de la Universidad Carlos III de Madrid. De esta experiencia se han extraído unas lecciones que, junto con otras ideas, se han aplicado, según se describe en el artículo, para diseñar la metodología docente a utilizar en varias asignaturas que el departamento de Ingeniería Telemática empieza a impartir en el curso 09/10 en los Grados de Telecomunicación adaptados al EEES.

La metodología docente comentada en este artículo incluye una serie de técnicas, así como un mecanismo de evaluación continua. Las técnicas en sí mismas no son originales, ni pensamos que sean las mejores en cualquier circunstancia, pero las lecciones aprendidas sobre su uso pueden ser de gran interés para la comunidad universitaria. Compartir este tipo de experiencias nos ayudará a avanzar conjuntamente en encontrar las técnicas más adecuadas para mejorar la eficiencia del proceso de aprendizaje a nivel universitario.

La sección II presenta la experiencia concreta de metodología de aprendizaje activo realizada en la asignatura de Fundamentos de Conmutación. En la sección III se

I. Soto, M. Calderon, y J. Garcia-Reinoso trabajan en el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid; Av. Universidad, 30; 28911 Leganés (Madrid), España.  
E-mail: {isoto, maria, jgr}@it.uc3m.es.

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

describe cómo las lecciones aprendidas en esta experiencia han servido para el diseño de dos asignaturas de tres grados adaptados al EEES. Finalmente se presentan unas conclusiones.

## II. LA EXPERIENCIA DE FUNDAMENTOS DE CONMUTACIÓN

### A. El contexto

En el curso 08/09 se implantó un proyecto de innovación docente en la asignatura Fundamentos de Conmutación de 2º de la Ingeniería Técnica de Telecomunicación: Telemática, de la Universidad Carlos III de Madrid. El número de alumnos de la asignatura era habitualmente relativamente reducido (alrededor de 35 alumnos).

La asignatura se venía impartiendo con un formato tradicional basado en clases magistrales durante los 6 cursos anteriores. Las clases magistrales se complementaban con prácticas de laboratorio, y también se ponía a disposición de los alumnos una colección de problemas.

La asignatura tenía una clase de 3 horas a la semana durante el primer cuatrimestre. El temario era amplio, y con partes bien diferenciadas: introducción a teoría de colas, señalización en redes de telefonía, y una introducción a las redes ATM.

En los cursos previos al 08/09 se había detectado que la experiencia docente podía ser mejorada. Se observaba que los alumnos no seguían el ritmo de asimilación de conocimientos marcado por las clases magistrales. Numerosos indicios confirmaban este hecho: reducido número de tutorías solicitadas por los alumnos a lo largo del curso, concentración de tutorías en las semanas anteriores al examen, poca participación en clase incluso en las de problemas anunciadas con antelación, y que los estudiantes tuviesen dificultades para contestar preguntas elementales durante las clases. Todo esto llevaba a la conclusión de que las clases eran, al menos en parte, una pérdida de tiempo, porque los alumnos no estaban preparados para adquirir los conocimientos que el profesor trataba de transmitir. Además, al ser el temario amplio, intentar asimilar los conocimientos en un periodo de tiempo reducido no era la mejor manera de conseguirlo.

En este contexto el reto era conseguir modificar esta dinámica y encontrar la forma de involucrar a los alumnos en el seguimiento de la asignatura desde el principio.

### B. La experiencia

Con el contexto explicado en el apartado anterior se decidió modificar la metodología docente empleada en la asignatura, adelantando técnicas de aprendizaje propuestas al hilo del EEES.

Con ello se perseguían dos objetivos: mejorar la experiencia docente en la asignatura de Fundamentos de Conmutación, y que tanto alumnos como profesores ganasen experiencia en las nuevas metodologías docentes.

La base de la experiencia era fomentar el aprendizaje activo por parte de los alumnos. Para conseguirlo se aplicó la siguiente metodología docente:

- 1) Se proporciona a los alumnos información detallada para preparar cada clase: los conceptos a aprender, textos concretos para aprenderlos, y ejercicios (cuestiones, problemas, y casos de estudio) para aplicar los conocimientos adquiridos y ver si los han aprendido. Toda esta información la tenían disponible el primer día de clase en un documento llamado cronograma que detalla semana a semana el trabajo del alumno tanto en clase, como el personal fuera de ella.
- 2) Las clases no se dedican a desarrollar secuencialmente el temario de la asignatura. En su lugar en las clases el profesor repasa las ideas más difíciles de entender o más importantes de los conceptos que corresponden, resuelve dudas, hace ejercicios, e introduce brevemente lo que los alumnos tienen que preparar para la siguiente clase. Todo ello de una forma muy participativa, involucrando de forma permanente a los alumnos.
- 3) Uso extensivo de tutorías fuera de horas de clase. Como complemento se usaba un foro electrónico en el que se podían debatir en grupo (alumnos y profesor) dudas o resolver cuestiones.
- 4) Se utiliza un mecanismo de evaluación continua (voluntario). Éste mecanismo evaluaba el 40% de la nota de la asignatura. La nota restante se evaluaba con un 15% correspondiente a la evaluación de prácticas de laboratorio, y un 45% mediante un examen (el examen representaba el 85% de la nota si no se participaba en la evaluación continua).

Con este planteamiento era muy importante involucrar a los alumnos a participar activamente desde el principio para conseguir una experiencia exitosa. La forma de trabajar que se proponía era novedosa, y significativamente distinta de la forma de enseñanza a la que los estudiantes estaban acostumbrados. Una preocupación, sin duda, era el riesgo de que no se involucrasen. Para evitarlo se identificaron dos aspectos a cuidar especialmente:

- 1) El trabajo que se proponía a los alumnos para preparar cada clase estaba cuidadosamente pensado para llevar un tiempo razonable. El tiempo de trabajo personal para la asignatura se estima en 3-4h por semana de acuerdo con recomendaciones de la universidad para el tipo de asignatura. Las lecturas que se proponían para adquirir los conocimientos de cada clase eran muy concretas (sección, números de página, de una referencia bibliográfica determinada). Los ejercicios estaban propuestos en orden de dificultad, y se invitaba a los alumnos a responder solo los que les permitiese el tiempo disponible. Todo esto tenía el objetivo de que los alumnos tuviesen la certeza de que la actividad iba a ser abarcable en tiempo y que no iba a comprometer otras actividades.
- 2) Recompensar el esfuerzo continuado de los alumnos mediante un mecanismo de evaluación continua. Aunque el objetivo del mecanismo aprendizaje activo es que los alumnos adquieran los conocimientos de forma más efectiva, y eso no tendría por qué cambiar el mecanismo

de evaluación, lo cierto es que un papel más activo del estudiante en el proceso de aprendizaje invita también a evaluar esa actividad de forma más continuada, entre otras cosas porque eso permite al estudiante verificar que el aprendizaje va por buen camino, sirviéndole de ánimo por lo tanto, o requiere un esfuerzo adicional por su parte. En particular, poner actividades evaluables desde la primera clase (en nuestro caso ejercicios entregables), ayuda a que los alumnos se involucren desde el principio.

La evaluación continua estuvo compuesta de las siguientes partes:

- 1) Ejercicios entregables al principio de cada clase. Los ejercicios que los alumnos realizaban para preparar cada clase los podían entregar al principio de la misma. Estos ejercicios eran devueltos corregidos (pero no puntuados). Se insistía a los alumnos que el objetivo no era hacer todos los ejercicios bien, sino aprender. Cuando determinados retos volvían a aparecer en semanas posteriores se veía la adquisición de conocimientos (o no).
- 2) Participación en clase. La participación significativa en las clases se valoraba.
- 3) Participación en tutorías y el foro de la asignatura.
- 4) Preguntas en clase. Cuando un estudiante no destacaba por iniciativa propia en otras actividades como participación en clase, el profesor intentaba preguntarle activamente en clase.
- 5) Ejercicios extra y llamada a tutorías. Si un estudiante no alcanzaba el nivel de asimilación de conocimientos que se esperaba, se utilizaban dos mecanismos para mejorar la situación: proporcionarle ejercicios extra para resolver y llamarle a tutorías para recalcar aspectos a mejorar, averiguar el origen de las dificultades, y proponer mecanismos para solucionarlas.

Para llevar a cabo la evaluación continua se hacía un seguimiento detallado de cada alumno utilizando una hoja de cálculo para registrar y evaluar sus distintas actividades. Nótese que, por ejemplo, la nota de los entregables no era una media de la nota de cada entregable, se trataba de ver la evolución del alumno y ver que iba adquiriendo los distintos conceptos. No importaba, y no penalizaba, que un concepto se entendiese mal en el primer entregable, si a partir del segundo se demostraba que ya se entendía.

### *C. El resultado y las lecciones extraídas de la experiencia*

El resultado de la experiencia fue muy positivo desde el punto de vista de la docencia. Un número significativo de alumnos participó de forma habitual en las distintas actividades. En concreto un 63 % de los alumnos presentados en la convocatoria de febrero y/o septiembre habían completado la parte voluntaria de la experiencia, la evaluación continua. Pero hay que mencionar que un número mayor de alumnos participaron en otras actividades (entrega de ejercicios, participación en clase) aunque, por motivos sobre

todo de disponibilidad, no llegaron a completar las actividades requeridas para optar a la nota de evaluación continua. En total, el número de alumnos que participaron activamente en la experiencia fueron el 83% del total de alumnos que se presentaron a las convocatorias de febrero y/o septiembre.

La participación fue, por lo tanto, muy alta. En este sentido, ante el temor inicial de que los estudiantes no se involucrasen en la experiencia, que era lógicamente novedosa y rompe con la forma en la que están acostumbrados a trabajar, la experiencia nos demuestra que con los mecanismos adecuados, se puede involucrar a los estudiantes, y que éstos responden bien a la nueva metodología. Esta es una conclusión importante, porque es muchas veces una crítica que se oye al hablar de las nuevas metodologías docentes asociadas al EEES, que no van a funcionar porque los estudiantes no van a participar activamente, porque no están acostumbrados a esa forma de trabajar. Nuestra experiencia demuestra que esto no es así, o no necesariamente.

La participación en clase era muy importante, muy distinta a la participación en clase de otros años. Ello y los demás mecanismos de evaluación continua nos dan la impresión subjetiva de que el proceso de aprendizaje fue significativamente mejor que en ediciones anteriores. Los datos objetivos también muestran unos buenos resultados: 83% de alumnos presentados superaron la convocatoria de febrero, y 73% la de septiembre. El 100% de los alumnos que completaron la evaluación continua superaron la asignatura en la convocatoria de febrero. El 88% de los que participaron activamente en la experiencia (incluyendo los que no completaron la evaluación continua) superaron la asignatura en la convocatoria de febrero, y el 97% entre febrero y septiembre. El 67% de los alumnos que no participaron activamente en ninguna de las actividades de la experiencia y que se presentaron en febrero y/o septiembre superaron la asignatura. Nótese que los datos no pretenden ser un estudio estadístico, sino dar una impresión general informal sobre el desempeño en la asignatura.

Por otro lado los alumnos también manifestaron que la experiencia les había resultado, en general, satisfactoria. En encuesta específica, al pedirles una comparación entre la metodología tradicional y la empleada, en media se prefirió la utilizada en esta experiencia, aunque no arrolladoramente (3,53 sobre 5). Preguntados específicamente sobre la evaluación continua, la valoración fue bastante mayor (4,37 sobre 5). Esto es llamativo, porque la evaluación continua difícilmente se puede llevar a la práctica con una metodología más tradicional en la que los alumnos toman un papel más pasivo en clase y en la que, por lo tanto, es difícil ver su progreso. Finalmente, en encuesta realizada por la universidad los alumnos manifestaron una satisfacción global en la asignatura (4 sobre 5).

La principal inquietud de los estudiantes era que según empezaban algunas actividades en otras asignaturas (en particular, algunas prácticas de laboratorio), éstas requerían su atención completa y no les era posible dedicar tiempo a otras cosas. Ésta es una lección muy importante, una metodología

de este tipo no puede funcionar si no se hace un esfuerzo importante para que todas las asignaturas restrinjan las horas de dedicación que piden al alumno por semana a lo que corresponde por los créditos de la asignatura. Si no se hace así, una sola asignatura puede llevarse por delante los esfuerzos de todas las demás.

Hay también algunos resultados de la experiencia que no fueron positivos. La experiencia requirió mucho más esfuerzo del profesor de lo que se pensó al principio: preparación de material, buscar textos de referencia para cada clase, corrección de ejercicios, y atender a la participación (tutorías presenciales y por correo electrónico, foro). Por otro lado, también hay dos aspectos didácticos a considerar: que la metodología favorece una orientación excesivamente práctica porque puede tender a enfocarse a resolver ejercicios, y que al ir clase a clase existe el peligro de reducir la visión global y dificultar la mezcla de distintos conceptos.

Algunas otras conclusiones y aspectos a tener en cuenta que se extrajeron de la experiencia:

- 1) Bibliografía: no es lo mismo que algún alumno pueda consultar una referencia en algún momento durante el curso, que todos los alumnos necesiten consultar la misma referencia la misma semana del curso. La biblioteca de la universidad no está dimensionada para que todos los alumnos de una asignatura accedan a la vez ni siquiera a la bibliografía básica de una asignatura. Se puede (así se hizo en la experiencia descrita en este artículo) buscar referencias alternativas para los mismos objetivos, pero esto no es lo más eficiente. Alternativas mejores son animar a los alumnos a comprar la referencia, y la posibilidad de que haya versiones on-line de la referencia accesibles vía Internet o la biblioteca de la universidad.
- 2) Posibilidad de copias. Cuando hay numerosos entregables que los estudiantes tienen que hacer por su cuenta, existe el riesgo obvio de que algunos decidan copiar el trabajo de otros. Este riesgo, en un sistema de evaluación continua, puede poner en peligro la justicia del sistema de evaluación. Para poder detectar copias un primer punto importante es contar con grupos reducidos. Otro punto interesante es plantear ejercicios con distintos niveles de dificultad, incluso es conveniente adelantar razonamientos para estudios posteriores. Esto no solo es positivo desde el punto de vista didáctico sino que también ayuda a detectar copias, porque lo normal será ver fallos coincidentes en caso de copia. Por último, otro mecanismo de control son las preguntas en clase y la llamada a tutorías, porque una discrepancia grande entre los conocimientos demostrados y el nivel de los entregables es una pista de una posible copia. Aplicando estos mecanismos, las copias (hubo un caso) fueron fácilmente detectables durante la experiencia descrita en este artículo. Por otro lado, para el estudiante saber que no se juzga tanto el resultado de un entregable concreto, como el proceso de ir adquiriendo los conocimientos necesarios lo que se comprueba desde distintos puntos de

vista, desincentiva el copiar un entregable concreto.

- 3) Carga de trabajo. Como ya se ha mencionado éste es un tema importante para que una metodología como la descrita pueda tener éxito. Aunque posiblemente no todo el profesorado esté de acuerdo, y sea difícil de poner en práctica dada la idiosincrasia de la universidad, parece recomendable que una entidad superior vigile y tenga capacidad de actuar si una asignatura supera la dedicación prevista que le exige al alumno.
- 4) Evaluación continua. Una tentación muy fácil para los profesores que estamos acostumbrados a cierta forma de enseñar, es traducir la evaluación continua a uno o dos exámenes parciales. En nuestra opinión esto no es adecuado por dos motivos: porque no es realmente una evaluación continua, solo es dividir la evaluación en bloques algo más pequeños, pero sobre todo por el efecto negativo que un examen parcial tendrá en el resto de asignaturas: un examen parcial una semana se llevará por delante el trabajo continuo del resto de asignaturas. En nuestra opinión una evaluación continua tiene que estar compuesta por una sucesión de hitos pequeños.
- 5) Dedicación: Un problema con esta metodología docente es que la asistencia a clase se vuelve obligatoria. La participación en clase es una parte importante del proceso conjunto de aprendizaje activo, y la asistencia es también necesaria para la evaluación continua. Por lo tanto se vuelve mucho más difícil compaginar este tipo de estudios con otras actividades como trabajar. Es decir, opciones que eran viables y convenientes para ciertos estudiantes, como preparar menos asignaturas cada curso pero trabajar a la vez, se vuelven más difíciles de llevar a la práctica. Nuestra opinión, que de nuevo aceptamos que no será compartida por muchos actores del entorno universitario, es que en este esquema no caben estudiantes a tiempo parcial, y que éste es un precio a pagar si queremos apostar por esta nueva metodología docente. Intentar poner parches para tratar de solucionarlo solo llevaría a desequilibrios, con formas paralelas y distintas de aprendizaje y evaluación. Parece mejor alternativa que los estudiantes que requieran estudiar a tiempo parcial recurran a universidades a distancia o a titulaciones específicas a distancia que puedan desarrollar las universidades para cubrir esta demanda.

### III. APLICACIÓN A LAS ASIGNATURAS DE LOS GRADOS DEL EEES

En esta sección abordaremos, tanto los requisitos impuestos por la Universidad Carlos III de Madrid con el fin de implementar los planes de estudios de las nuevas titulaciones de grado, como las técnicas y métodos utilizados en dos asignaturas de grado: Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido (ARAMC) y Redes y Servicios de Comunicaciones (RSC), ambas en el segundo curso, aunque en cuatrimestres diferentes. Es importante resaltar que ambas asignaturas, aunque con las adaptaciones correspondientes, se imparten en tres grados diferentes: Grado en Ingeniería

Telemática, Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones y Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales, por lo que se pueden considerar como asignaturas importantes en estas tres titulaciones.

*A. Directrices de la Universidad Carlos III de Madrid para la elaboración de las asignaturas de grado*

La Universidad Carlos III de Madrid<sup>1</sup>, su equipo rector y todo su equipo docente y administrativo han apostado decididamente por la adaptación de sus titulaciones al nuevo Espacio de Europeo de Educación Superior, tanto es así que está entre las pioneras dentro de las universidades españolas en adaptación de titulaciones a los estudios de grado. Este gran esfuerzo no ha quedado sólo en la preparación de los planes de estudio, sino que se ha visto continuado en la preparación de un marco que guía y orienta a los profesores que han elaborado las fichas de las asignaturas para su correcta adaptación. Dentro de dicho marco, podemos destacar los siguientes puntos:

- 1) Dos tipos de clases. Durante el período lectivo se realizan dos tipos de clases de 90 minutos: magistrales y grupos reducidos. En las clases magistrales todos los alumnos de la asignatura reciben clases teóricas mientras que en los grupos reducidos se desempeña otro tipo de funciones, como pueden ser las prácticas, ejercicios, resolución de problemas, seminarios, trabajos de grupo, exposiciones en clase, etc. En el caso de los grupos reducidos, el número de alumnos será menor que en las clases magistrales (entre 35 y 40 alumnos como máximo). La universidad también permite los llamado microgrupos, en donde se pueden dividir los grupos reducidos en grupos aún más pequeños, normalmente dirigidos a realizar prácticas en donde un grupo reducido puede ser aún muy grande para su correcto funcionamiento.
- 2) Evaluación continua. Se fijan unos mínimos para la evaluación continua, por lo que todas las asignaturas deberán diseñarse para que el alumno pueda conseguir, al menos, un 40% de su nota en dicha evaluación continua. Ya que se desea fomentar la evaluación durante el curso, la universidad ha decidido que la nota del examen final, si existiese, no puede ser mayor del 60% de la nota final. La universidad no permite exigir notas mínimas para poder hacer la media.
- 3) Esfuerzo del alumno. Las asignaturas deben dimensionarse para que el alumno pueda cumplir lo programado en cada una de ellas. En cada cuatrimestre no se pueden superar los 30 ECTS, por lo que normalmente tendremos 5 asignaturas de 6 ECTS por cuatrimestre. Cada ECTS corresponde a 25 horas de esfuerzo del alumno, en donde caben las clases presenciales, las prácticas, estudio fuera del aula y pruebas formativas. Estas cifras nos vienen a decir que el alumno debería dedicarle a cada asignatura 8,3 horas/semana, incluyendo, como ya se ha dicho, las clases presenciales. Con estas

cifras en mente, la universidad pide a los coordinadores de asignaturas que elaboren un cronograma, en donde se detalle el contenido de las clases magistrales, de los grupos reducidos y de las actividades que se deben realizar fuera de las horas lectivas, todo ello respetando el máximo de horas que un alumno puede dedicar a cada asignatura.

También es importante resaltar que para que este método realmente funcione se deben proveer de mecanismos que ayuden al docente a impartir estas clases. Por ejemplo, la universidad ha preparado una plataforma web llamada Aula Global 2, basada en Moodle, que sirve como nexo de conexión entre alumnos y profesores para una comunicación más fluida y también para aportar nuevos mecanismos de evaluación y coordinación [3]. La universidad también ha adaptado sus aulas a este nuevo esquema reduciendo sus dimensiones en donde, por ejemplo, las aulas de los grupos reducidos se han modificado para brindar mayor dinamismo en las clases y que éstas sean mucho más interactivas. Además, se ha realizado una validación de los cronogramas para verificar que ninguna asignatura sobrepase el máximo de esfuerzo por semana de los alumnos.

*B. Asignaturas adaptadas al EEES*

En este apartado se detallarán los pasos dados con el fin de generar las fichas de dos asignaturas de grado, su forma final y algunos resultados intermedios de una de ellas. El núcleo de la metodología seguida es el mismo en ambas asignaturas aunque hay una cierta diferencia entre ambas que discutiremos cuando sea necesario.

*1) Cronograma*

En la figura 1 se puede ver parte del cronograma de la asignatura Redes y Servicios de Comunicaciones, en donde se observa la planificación de la asignatura para las semanas 2 y 3 del curso. Es importante diferenciar el trabajo realizado por el alumno fuera de clase y el trabajo en el aula, recogidos ambos en dicho cronograma. Con relación al trabajo que debe realizar el alumno, lo hemos dividido en tres fases. En la planificación se ha seguido el método docente presentado en la sección II y en el cronograma distribuido al inicio del curso se proporciona a los alumnos información sobre estas tres fases: qué tiene que hacer previamente a la clase, qué temas se tratan en clase, qué tiene que hacer posteriormente a la clase. En la primera fase, el alumno debe leer unos textos que le permitan seguir la siguiente clase presencial, así como resolver una serie de cuestiones y problemas en los que deberá aplicar los conocimientos adquiridos con dicha lectura, y comprobar si los ha aprendido. Estas cuestiones y problemas deberá entregarlos al profesor previamente al inicio de la clase y formarán parte de la evaluación continua que se verá posteriormente. También se anotan las dudas que se tengan (posteriormente veremos los diferentes mecanismos que hemos diseñado para responder dichas dudas). En la segunda fase el alumno asiste a la clase presencial en donde se desarrollará parte de lo estudiado con anterioridad, en concreto aquellos puntos que el profesor considera de mayor

<sup>1</sup> Las opiniones vertidas en el artículo son las de los autores y no representan una posición oficial de la Universidad Carlos III de Madrid.

DENOMINACIÓN ASIGNATURA: Redes y Servicios de Comunicaciones							
GRADO: En Ingeniería Telemática		CURSO: 2º		CUATRIMESTRE: 2º			
CRONOGRAMA ASIGNATURA							
SEMA-NA	SE-SIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LA SESIÓN	GRUPO (Marcar X)		TRABAJO DEL ALUMNO DURANTE LA SEMANA		
			GRAN-DE	PE-QUE-ÑO	DESCRIPCIÓN (**)	HORAS PRESEN-CIA-LES	HORAS TRABAJO SEMANA Máximo (7 H)
2	3	<b>Parte II: Nivel de Red</b> <b>Tema II.1: Conceptos Básicos de nivel de red</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones del nivel de red, forwarding&amp;routing (reenvío y encaminamiento), routers-packet switches, establecimiento de conexión, modelos de servicio del nivel de red [sección 4.1, páginas 310-317]</li> <li>• Circuitos virtuales y redes de datagramas [sección 4.2, páginas 317-324]</li> <li>• Modelo simplificado de un router [sección 4.3, páginas 324-334]</li> </ul>	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repasar los conceptos adquiridos en la sesión 3.</li> <li>- Leer los textos asociados a la sesión 5 de clase (libro de referencia)</li> <li>- Hacer cuestiones de cabecera y funciones básicas de IP del boletín de preparación de clases en grupo grande</li> </ul>	1,5	3h presenciales + 7h trabajo personal
2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de paquetes: Retardos (procesado, espera en cola, transmisión y propagación); pérdida de paquetes, throughput [sección 1.4, páginas 33-45]</li> <li>• Casos de estudio sobre conceptos básicos de redes: circuitos virtuales vs datagramas.</li> </ul>		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repasar los conceptos adquiridos en la sesión 4.</li> <li>- Realizar la actividad de preparación del ejercicio de laboratorio de la sesión 6.</li> </ul>	1,5	
3	5	<b>Tema II.2: Introducción a IP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones básicas: cabecera, campos de la cabecera y funciones, fragmentación y reensamblado [sección 4.4.1, páginas 336-342]</li> <li>• ICMP [sección 4.4.3, páginas 457-359]</li> </ul>	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repasar los conceptos adquiridos en la sesión 5.</li> <li>- Leer los textos asociados a la sesión 7 de clase (libro de referencia)</li> <li>- Hacer cuestiones de direccionamiento IP del boletín de preparación de clases en grupo grande</li> </ul>	1,5	3h presenciales + 7h trabajo personal
3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de laboratorio: Uso de Wireshark, captura de paquetes IP y estudio de la cabecera IP y sus campos, captura de paquetes ICMP (ping, traceroute).</li> </ul>		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repasar los conceptos adquiridos en la sesión 6.</li> <li>- Leer los textos asociados a la sesión 8 de clase (libro de referencia)</li> <li>- Realizar la actividad de preparación del ejercicio de laboratorio de la sesión 8.</li> </ul>	1,5	

Figura 1: Extracto del cronograma de RSC

importancia y/o dificultad. Es importante enfatizar que en la clase presencial no se recoge toda la asignatura, ya que se supone que el alumno ha adquirido los conocimientos mínimos al preparar las clases presenciales, por lo que se dedican esas horas presenciales a reforzar y ahondar en conocimientos más profundos. En esta segunda fase el alumno puede resolver sus dudas surgidas en la primera fase preguntando en clase al profesor. Por último, y como tercera fase, el alumno debe repasar en casa los apuntes recogidos en las dos primeras fases y solventar las dudas que aún le puedan quedar.

#### 2) Problemas en clase

Como se comentó en el apartado anterior, y según también está reflejado en el cronograma, la resolución de problemas en clase es otro elemento que ayuda a afianzar los conocimientos y que se vuelve un mecanismo básico en esta nueva

metodología docente. La enseñanza basada en problemas es una técnica que, aún no siendo novedosa, no se practicaba (o se practicaba muy poco) en la metodología previa al EEES, sobre todo debido a que el profesor debía impartir todo un amplio temario y luego no tenía tiempo para hacer problemas en clase. Esta puede ser un arma de doble filo, ya que puede dar la impresión a los alumnos que estudiar los ejercicios resueltos por otros es suficiente para entender la teoría. Hay varios mecanismos que pueden ayudar a solventar este problema, como puede ser que los alumnos traigan los problemas resueltos y que en la clase se resuelvan sus dudas, que el profesor resuelva los problemas ayudado por los alumnos, etc. Nótese también que esta metodología de aprendizaje se ve favorecida por la existencia de los grupos reducidos (el 50% de las horas lectivas son en este tipo de grupos) lo que permite una participación más efectiva de los

estudiantes y un mejor seguimiento por parte del profesor.

### 3) *Evaluación*

Otro aspecto fundamental es el de la evaluación. En este caso existe una pequeña diferencia entre ambas asignaturas: mientras que en la asignatura ARAMC el alumno puede aprobar la asignatura sin realizar un examen final (es decir, el alumno puede obtener un 10 en evaluación continua o ir a un examen final, en el cual sólo podría obtener una nota de 6) en la asignatura de RSC la evaluación continua representa un 80% de la nota final, mientras que el examen final se corresponde al 20% restante. La forma de evaluar es diferente porque no es fácil decidir la mejor forma de evaluación. En un caso se prima el reforzar a los alumnos la importancia del trabajo continuo, en otro se prima el que mantener un examen final refuerza a los alumnos la necesidad de mantener una visión global de los conocimientos adquiridos. Al final del curso compararemos las dos experiencias de evaluación para ir avanzando en perfeccionar este punto tan importante. En cualquier caso, como se ve, se han seguido las directrices dadas por la Universidad (al menos el 40% de la nota se obtiene por evaluación continua) pero yendo más allá, en ARAMC el 100% y en RSC el 80%. Esta decisión fue consecuencia de las lecciones aprendidas en Fundamentos de Conmutación donde se vio el mayor éxito de los alumnos que optaron por la evaluación continua y la importancia que ésta tiene en motivar a los alumnos para seguir el proceso activo de aprendizaje.

Dentro del apartado de evaluación continua también tenemos diferencias entre ambas asignaturas. En la asignatura RSC esta nota se desglosa en: 20% por la participación activa en clase, 40% por los entregables y el 40% restante en pruebas de conocimiento. En cambio, en la asignatura ARAMC la nota de evaluación continua se divide en: 65% en pruebas de conocimiento, 15% de tests/problemas cortos utilizando Aula Global 2 y el 20% restante por la participación activa en los foros creados en Aula Global 2. En este primer año de la asignatura se procederá gradualmente a generar todo el material para estas pruebas. Por ejemplo, los tests/problemas cortos en Aula Global 2 se piensan realizar fuera del horario de clase y se puede permitir a los alumnos realizarlos cuando ellos quieran (dentro de un rango de días razonable). Para poder hacer esto se debe contar con una batería extensa de preguntas para que los alumnos no tengan información de otros compañeros. Por ello, este primer año hemos optado por realizar estos tests en el laboratorio de PCs y abrir y cerrar los tests durante la hora y media de clase. Los foros son mecanismos que permiten a los alumnos hacer preguntas y que sean sus propios compañeros o el profesor quien responda a sus preguntas. Este mecanismo permite vencer la barrera visual que muchas veces atemoriza al alumno a realizar las preguntas en clase. En la asignatura ARAMC se ha decidido dividir a los alumnos de cada grupo en sub-grupos, con el fin de asignar moderadores a cada tema. Así, cualquier alumno puede preguntar en cualquier tema y los alumnos encargados de un tema son los que deben responder a las preguntas planteadas en sus foros moderados, creando un vínculo que

les incentiva a leer y comprender, al menos, un tema en concreto y puede, eso esperamos, fomentar el hábito de resolver dudas por ellos mismos.

### 4) *Bibliografía*

En este mecanismo de enseñanza basado en el aprendizaje activo del alumno es crucial contar con una bibliografía de referencia que cubra la asignatura y que sea clara y completa a la vez. Además de todo esto, es también importante que el alumno pueda acceder a dicha bibliografía, por lo que se requiere un esfuerzo extra por parte de la universidad en dotar a su biblioteca del suficiente número de ejemplares para dar servicio a toda la demanda. Es importante resaltar un aspecto importante, y es que en esta metodología todos los alumnos necesitarán el mismo libro a la vez, por lo que incluso se podría llegar a necesitar una copia por alumno. Es por esto que otras alternativas como el libro electrónico, o acceso online como el producto Safari Books Online en donde se pueden encontrar cientos de libros, previa inscripción, puede ayudar a resolver este problema. Con el fin de facilitar el acceso a los alumnos a esta bibliografía de referencia, tanto en la asignatura de RSC como en la de ARAMC para este primer año se ha optado por tener un único libro de referencia que será utilizado durante todo el desarrollo de la asignatura. Sin embargo el libro que se ha elegido en ambas asignaturas es diferente, aunque el temario está relacionado (cubre el estudio de la torre de protocolos TCP/IP). La razón es que no se ha encontrado un único libro que cubriese las necesidades de las dos asignaturas, aunque las ventajas que tendría tener un único libro es algo a considerar para el futuro. Nótese que los textos de lectura que aparecen en los cronogramas, véase el ejemplo del cronograma de la figura 1, son del respectivo libro de referencia de cada asignatura.

### C. *Resultados previos*

La asignatura ARAMC se está impartiendo actualmente (Septiembre de 2009) y podemos extraer algunos resultados previos. Como puntos positivos cabe destacar la buena participación en los foros, en donde los alumnos hacen preguntas lógicas y sus compañeros resuelven bastante bien sus dudas, empleando sus propias palabras y no haciendo una copia literal de lo que encuentran en la bibliografía. La resolución de problemas en clase ha sido bien recibida, como era de esperar, y la participación es buena.

Como puntos negativos: el comienzo de la asignatura fue peor de lo esperado. Los alumnos no preparaban sus clases antes de llegar al aula y, debido a esto, la participación en clase era escasa. Actualmente (semana 4), la participación ha mejorado bastante, por lo que parece que la adaptación a la asignatura ha sido bastante rápida. Otro punto negativo fue la acogida al método de evaluación, en donde los alumnos preferían tener una nota combinada de evaluación continua y examen final. Al explicarles que con este método realmente tienen más posibilidades de aprobar (evaluación continua o examen final, aunque con pocas posibilidades) la acogida fue algo mejor.

#### IV. CONCLUSIÓN

Las reformas que trae consigo el EEES han sido acogidas en algunos casos con escepticismo, pero sin embargo representan una gran oportunidad de mejorar nuestros mecanismos de enseñanza para adaptarse mejor a los tiempos y al perfil de los estudiantes.

Este artículo describe una experiencia práctica sobre aplicación de nuevas técnicas de docencia y evaluación a nivel universitario, las lecciones extraídas, y su aplicación al diseño de asignaturas de grado adaptadas al EEES. Las técnicas y métodos de docencia y evaluación utilizados en nuestra experiencia no son originales, ni serán los más adecuadas en cualquier circunstancia, sin embargo creemos que la experiencia en sí misma y las lecciones aprendidas pueden ser útiles para otros que, como nosotros, se enfrentan al reto de evolucionar nuestra enseñanza universitaria para lograr nuevas cotas de excelencia.

La conclusión más importante del artículo es que es posible cambiar las técnicas docentes y de evaluación empleadas a nivel universitario, en concreto pasando a un sistema en que el alumno tiene que tomar un papel más activo en el aprendizaje. Si se hace correctamente, los alumnos aceptan y de hecho aprecian los cambios. Así es posible mejorar la experiencia de aprendizaje para todos los actores involucrados, tanto estudiantes como profesores.

Los temas presentados en el artículo constituyen puntos polémicos en la actualidad, y están siendo debatidos ampliamente en la comunidad universitaria. Quizás el punto más crítico del debate son los que piensan que el cambio en la metodología docente es necesario, frente a los que defienden que no es preciso, y que hubiera sido suficiente con una definición homogénea del crédito ECTS a nivel europeo. Como se ha visto, los autores de este artículo están dentro del primer grupo y defienden que el alumno debe adoptar un papel más activo en el proceso de aprendizaje. Pero aparte de la polémica sobre la necesidad del cambio de metodología existen aún muchos aspectos en los que no existe un consenso generalizado. Una prueba fehaciente de este debate abierto es que ni siquiera todos los autores de este artículo están necesariamente de acuerdo con todo lo que aquí se propone, pero sí pensamos que en este momento de grandes cambios es necesario más que nunca reflexionar y debatir en foros abiertos sobre ello.

#### AGRADECIMIENTOS

Estamos muy agradecidos a los alumnos que han participado en la experiencia descrita en el artículo, así como a todos nuestros estudiantes, por su entusiasmo y por ser una fuente constante de motivación para mejorar en nuestra labor.

#### REFERENCIAS

- [1] Bologna Declaration (June 1999). Joint declaration of the European Ministers of Education [Online]. Available: <http://www.eees.ua.es/documentos/declaracionBolonia.pdf>
- [2] Bonwell, C.; Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom* AEHE-ERIC Higher Education Report No.1. Washington, D.C.: Jossey-Bass. ISBN 1-87838-00-87.
- [3] Moreno, J.I.; García, J.J. (2009). Diseño de asignaturas de Grado en el contexto del EEES: de la enseñanza al aprendizaje. Aplicación de plataformas de teleeducación. RELADA (Revista Electrónica de ADA-Madrid) 3 (2), 2009. Available: <http://www.it.uc3m.es/~jgr/publicaciones/09-Moreno-Garcia.pdf>

El **Prof. Dr. Ignacio Soto** es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Vigo en 1993, y Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la misma universidad en el año 2000.

Ha sido profesor contratado en la E.T.S.I. de Telecomunicación de la Universidad de Valladolid desde 1993 hasta 1999. En 1999 se incorporó a la Universidad Carlos III de Madrid donde actualmente es Profesor Titular de Universidad dentro del Departamento de Ingeniería Telemática. Cuenta con más de 15 años de experiencia en docencia universitaria y ha participado en el despliegue de nuevas asignaturas en diferentes planes de estudio. Entre sus líneas de investigación actuales se encuentran la movilidad en redes de comunicaciones, las redes inalámbricas, y las redes de altas prestaciones. En estas líneas ha participado en distintos proyectos de investigación nacionales y europeos.

El **Prof. Dr. María Calderón** recibió su título de Licenciado en Informática por la UPM en 1991, y su Doctorado en Informática por la UPM en 1996. Ha sido profesora en la UPM desde el año 1991 hasta 1999. En 1999 se incorporó a la Univ. Carlos III de Madrid donde actualmente es profesora Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Telemática.

Cuenta con más de 18 años de experiencia en docencia universitaria y ha participado en el despliegue de nuevas asignaturas en diferentes planes de estudios. Actualmente, sus líneas de investigación están principalmente centradas en las temáticas de movilidad IP y redes vehiculares. Ha publicado más de 30 artículos en congresos internacionales y revistas relevantes en dichas líneas de trabajo. Ha estado involucrada en numerosos proyectos de investigación tanto nacionales como europeos.

El **Prof. Dr. Jaime García-Reinoso** nació en Chitré (Herrera), Panamá, el 22 de Marzo de 1974. Se graduó en la Universidad de Vigo de Ingeniero Superior en Telecomunicaciones y obtuvo el título de doctor en Tecnologías de las Comunicaciones en la Universidad Carlos III de Madrid.

Comenzó su andadura profesional en el año 2000 como profesor visitante en la Universidad de Vigo pasando en el año 2002 a trabajar en la Universidad Carlos III de Madrid donde hoy en día es profesor titular de universidad. Cuenta con casi 10 años de experiencia en docencia universitaria en donde ha coordinado 5 asignaturas diferentes y también ha participado en la elaboración de los planes de estudio de los grados de Telecomunicación de la Universidad Carlos III de Madrid. Entre sus líneas de investigación destacan avances en localización en interiores basado en Bluetooth, acceso con calidad de servicio en el entorno residencial y actualmente trabaja en Redes de Siguierte Generación, IPTV y redes peer-to-peer.