

EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN LA EPSC (2001-2003)

Jesús Alcober¹, Silvia Ruiz², Miguel Valero³

***Escuela Politécnica de Superior de Castelldefels (EPSC)
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)***

jesus.alcober@upc.es, silvia.ruiz@upc.es, miguel.valero@upc.es

1. INTRODUCCIÓN: QUÉ ES PBL

Aprendizaje basado en problemas o proyectos (a partir de ahora PBL) es el aprendizaje que se produce como resultado del esfuerzo que realiza el alumno para resolver un problema o llevar a cabo un proyecto.

Cuando se usa PBL, el punto de partida del proceso de aprendizaje es el enunciado de un proyecto que los alumnos deben llevar a cabo, normalmente organizados en grupos (por ejemplo, de 5 alumnos). Cada grupo debe:

1. Identificar qué cosas ya sabe y qué cosas debería aprender el grupo para abordar el proyecto
2. Establecer y llevar a cabo un plan de aprendizaje
3. Revisar el proyecto a la luz del aprendizaje adquirido y volver a identificar nuevos aprendizajes necesarios

El proceso se repite bajo la supervisión del profesor, cuyo rol principal no es el de impartir el conocimiento necesario (aunque puede impartir una parte) sino:

- Formular buenos proyectos
- Facilitar el plan de aprendizaje de cada grupo
- Ofrecer un feedback frecuente a cada grupo sobre la marcha del trabajo

Las estrategias de PBL se empezaron a aplicar a comienzos de los 70 en la enseñanza de la medicina (Universidad de McMaster [1]), para combatir un problema generalizado de desmotivación de los estudiantes, que pasaban los primeros años estudiando teorías que sólo podían aplicar parcialmente en los últimos años de carrera, cuando probablemente ya habían olvidado esas teorías. Desde entonces, las estrategias de PBL han ido ganando adeptos, y actualmente se consideran especialmente adecuadas para abordar muchos de los retos de la formación superior [2].

En concreto, se considera que las estrategias PBL son muy adecuadas para desarrollar (entre otras) las siguientes capacidades:

- Trabajo en grupo
- Aprendizaje autónomo
- Planificación del tiempo, y trabajo por proyecto
- Capacidad de expresarse de forma adecuada

¹ Coordinador de segundo ciclo de Ingeniería de Telecomunicación de la EPSC

² Jefa de estudios de la EPSC

³ Director de la EPSC

Por otra parte, los métodos docentes basados en PBL acostumbran a ser más motivadores para los estudiantes, lo cual repercute en aspectos tales como el rendimiento académico, y la persistencia en los estudios. No en vano, el objetivo fundamental de la introducción generalizada de PBL en algunas universidades ha sido el mejorar ostensiblemente el bajo rendimiento académico de los estudiantes.

No obstante, PBL presenta también algunos inconvenientes o dificultades. En PBL se gana profundidad en algunos conocimientos (especialmente aquellos implicados en los proyectos) pero a cambio tratar otros muchos conocimientos de forma más superficial (o no tratarlos), lo cual no siempre es bien aceptado por el profesorado. Por otra parte, ese cambio de rol del profesor, antes mencionado, no es trivial, y requiere su técnica, y el correspondiente período de aprendizaje.

Las estrategias PBL se han experimentado en una variedad de escenarios, incluyendo asignaturas cuatrimestrales de pocos créditos (que son las habituales en nuestros planes de estudio). Se considera, no obstante, que el escenario ideal para la aplicación de PBL son asignaturas grandes, en las que los alumnos tengan tiempo de realizar con la profundidad necesaria las tareas requeridas. En ese sentido, muchas instituciones han planteado cambios radicales en la organización de los planes de estudio con el objetivo de crear el escenario adecuado para la aplicación generalizada de estrategias PBL.

La Escuela Politécnica Superior de Castelldefels⁴ (EPSC) se ha caracterizado, desde sus inicios, por su vocación por la innovación docente, en áreas tales como la tutoría personalizada, el aprendizaje cooperativo o el uso de campus digital como soporte a la actividad docente. Recientemente, con motivo de la puesta en marcha del segundo ciclo en ingeniería de telecomunicaciones, le EPSC tuvo la ocasión de plantearse la posibilidad de organizar el plan de estudios de forma que se facilitara la aplicación generalizada de las estrategias PBL. Coincidiendo con la finalización de los estudios de la primera promoción, este artículo pretende describir los aspectos más relevantes de la experiencia y sintetizar la valoración que realizan de la misma tanto los alumnos como los profesores implicados. Por tanto, en el apartado 2 se explicará el plan de estudios basado en PBL, en el apartado 3 se evaluará dicha experiencia, finalizando con un apartado de conclusiones y líneas futuras.

2. UN PLAN DE ESTUDIOS BASADO EN PBL

En noviembre del 2001 se publicó en el B.O.E el plan de estudios de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación de la EPSC. En este apartado se explicará esquemáticamente en qué consiste para poder entender su organización, adaptada a la metodología PBL.

El plan de estudios tiene dos perfiles (A y B) que los estudiantes escogen a partir del cuatrimestre 5A. Estos dos perfiles se denominan:

- Perfil A. Gestión de redes y servicios de telecomunicación. Dirección de planes y proyectos de telecomunicación
- Perfil B. Dirección de empresas y política de telecomunicaciones

⁴ <http://epsc.upc.es/>

La **Fig 1** muestra un esquema del plan de estudios de segundo ciclo de ingeniería de telecomunicaciones. Como puede apreciarse, cada cuatrimestre los alumnos realizan dos bloques, cada uno de ellos tiene alrededor de 18 créditos (los alumnos con disponibilidad limitada cursan un solo bloque cada cuatrimestre).

HPre: Hores presencials
HPro: Hores de projecte

CPR: Crèdits presencials
CLAB: Crèdits de laboratori
CAC: Crèdits d'activitats complementàries

Bloc Formatiu
Mòdul Presencial
Mòdul de Projectes

Perfil: Gestió de Xarxes i Serveis de Telecomunicació, Direcció de Plans i Projectes de Telecomunicació.
Perfil: Direcció d'Empreses i Política de Telecomunicacions.

Crèdits totals de lliure elecció: 15
Crèdits totals optatius: 28,5
Crèdits totals de la titulació: 150

[Cliqueu sobre el nom de cada bloc formatiu per accedir a la informació acadèmica associada (temari, etc.)]

4A	Xarxes de Dades en Suport Físic (19,5 crèdits)			Comunicacions sense Fils (18 crèdits)			4A
	HPre 4	HPre 3	HPro 6	HPre 3	HPro 9		
	Comunicacions Òptiques i per Cable	Xarxes, Sistemes i Serveis de Comunicacions I	Projectes de Xarxes de Dades sobre Suport Físic	Radiació i Radiocomunicació	Projectes de Comunicacions sense Fils		
	CPR 6 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 3 CAC 3	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 5 CAC 5,5		
4B	Xarxes, Sistemes i Serveis (18 crèdits)			Gestió i Societat (10,5 crèdits)			4B
	HPre 4	HPre 3	HPro 6	HPre 3	HPre 4		
	Xarxes, Sistemes i Serveis de Comunicacions II	Arquitectura de Computadors	Projectes de Gestió de Xarxes	Direcció i Gestió de Recursos	Enginyeria i Societat	Lliure Elecció	
	CPR 6 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 3 CAC 1,5	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 1,5		
PERFIL: Gestió de Xarxes i Serveis de Telecomunicació, Direcció de Plans i Projectes de Telecomunicació. PERFIL: Direcció d'Empreses i Política de Telecomunicacions							
5A	Instrumentació i Sistemes Electrònics (18 crèdits)			Instrumentació i Sistemes Electrònics (18 crèdits)			5A
	HPre 4	HPre 3	HPro 5	HPre 4	HPre 3	HPro 5	
	Tractament Digital del Senyal	Circuits, Sistemes i Instrumentació Electrònica	Projectes de Circuits i Instrumentació Electrònica	Tractament Digital del Senyal	Circuits, Sistemes i Instrumentació Electrònica	Projectes de Circuits i Instrumentació Electrònica	
	CPR 6 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 4,5 CAC 0	CPR 6 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 4,5 CAC 0	
	Disseny de Xarxes i Aplicacions Telemàtiques (19,5 crèdits optatius)			Creació d'Empreses (19,5 crèdits optatius)			
	HPre 4	HPro 9		HPre 4	HPro 9		
	Dimensionat de Xarxes	Disseny de Serveis i Aplicacions		Creació d'Empreses	Projecte de Creació d'Empreses		
	CPR 6 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 4,5 CAC 6		CPR 6 CLAB 0 CAC 0	CPR 3 CLAB 4,5 CAC 6		
	Gestió de Xarxes i Planificació de Servei (9 crèdits optatius)			Innovació i Direcció de Projectes (9 crèdits optatius)			
	HPre 3	HPre 3		HPre 3	HPre 3		
	Planificació de Prestació de Serveis	Gestió de Xarxes	Lliure Elecció	Gestió de Projectes i Habilitats Directives	La Seqüència de la Innovació	Lliure Elecció	
	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0		CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0	CPR 4,5 CLAB 0 CAC 0		
5B	Projecte Fi de Carrera (22,5 crèdits)			Projecte Fi de Carrera (22,5 crèdits)			5B
	HPro 15			HPro 15			
	Projecte Fi de Carrera			Projecte Fi de Carrera			
	CPR 3	CLAB 10	CAC 9,5	CPR 3	CLAB 10	CAC 9,5	

Fig 1. Esquema del plan de estudios de segundo ciclo

En cada bloque podemos encontrar uno o dos módulos presenciales y un módulo de proyecto. En el módulo de proyecto los alumnos trabajan en grupo para realizar un proyecto cuyos contenidos están relacionados con los temas que se imparten en los módulos presenciales del bloque. Idealmente, la dinámica de trabajo de los módulos presenciales está determinada por las necesidades de aprendizaje que los alumnos van estableciendo durante la realización del proyecto. No obstante, los módulos presenciales también permiten abordar los temas que no se cubren suficientemente durante la realización del proyecto.

En el caso de los bloques que tienen dos módulos presenciales, éstos han sido asignados a departamentos diferentes, con el objetivo de crear unas condiciones propicias para que los proyectos tengan carácter multidisciplinar.

La **Tabla 1** muestra los diferentes bloques de segundo ciclo con las palabras claves asociadas a cada uno de ellos. Uno de los objetivos del PBL es

desarrollar habilidades intelectuales de nivel alto (mayor que tres en la taxonomía de Bloom) con respecto a las áreas de conocimiento que se estén estudiando.

Perfil		Cuat.	Nombre de bloque	Palabras Clave
A	B			
		4A	Redes de Datos en Soporte Físico	Transmisión y recepción por soporte físico. Cableado estructurado. Redes de fibra óptica. Multiplexación por longitud de onda. Topologías red, encaminamiento, y direccionamiento, estructuras de tramas y protocolos de red. SONET-SDH, ATM, Gigabit Ethernet, MPLS, ASON. Planificación del diseño de una red
			Comunicaciones Inalámbricas	Propagación radioeléctrica en entornos interiores , exteriores y por satélite. Bluetooth y GSM. Estudios de cobertura. Selección de equipos de transmisión y recepción. Realizar análisis de interferencias. Asignación de frecuencias
		4B	Redes, Sistemas y Servicios	Calidad de servicio, encaminamiento. Análisis de eficiencia de redes, aplicaciones y servidores. Servicios multicast. Configuración de la calidad de servicio. Estudio de disciplinas de colas. Servicios diferenciados. Estudio de algoritmos de encaminamiento entre dominios y la configuración de la interconexión. Transporte de servicios multimedia sobre IP. Evaluación del rendimiento de una aplicación distribuida con requerimientos de calidad de servicio.
			Gestión y Sociedad	Mecanismos de toma de decisión en las empresas y organizaciones (estrategia, estructura y control). Funciones de liderazgo y de dirección. Marco de la actividad de la empresa en estrategia de calidad total y búsqueda de excelencia. Desarrollo sostenible, Globalización, Idea de progreso e Impacto social de las tecnologías. Economía ambiental y ecológica. Políticas tecnológicas para el desarrollo sostenible
		5A	Instrumentación y Sistemas Electrónicos	Sistemas de adquisición de señales. Telemedidas en entornos industriales, edificios y aplicaciones mediambientales. Componentes, circuitos y subsistemas para medir magnitudes físicas. Experimentos sobre circuitos y sistemas de medida electrónicos. Tratamiento digital de señal. Estimación de espectro, filtraje, compresión y codificación de audio y vídeo.
			Diseño de Redes y Aplicaciones Telemáticas	Planificación de redes. Dimensionado de los elementos de interconexión, buffers con diferentes modelos de tráfico. Control de congestión, en bucle abierto y cerrado. Aplicaciones sobre TCP y HTTP. Dimensionado de redes, modelo de red, análisis de retardo y asignaciones de capacidades y flujos. Aplicación a MPLS/ATM. Modelos de coste. Señalización SSN7
			Creación de Empresas	Los periodos de la empresa (prenatal, postnatal, ...). El espíritu emprendedor. El "Business Plan". Ejecutivos y emprendedores. El venture capital. La estrategia de la empresa. Intrapreneurship
		5B	Gestión de Redes y Planificación de Servicio	Sociedad de la información. Política de Telecomunicaciones. Servicios de Telecomunicación en el hogar. Infraestructuras comunes de telecomunicaciones. Redes de telecomunicación en polígonos de viviendas. Planes de telecomunicación. Arquitecturas de gestión Gestión de redes . Monitorización de redes. Gestión en TCP/IP: SNMP y RMON
			Innovación y Dirección de Proyectos	Innovación: mercados, productos y nuevos procesos. Creatividad. Benchmarking. R+D. Análisis de valor. Gestión del diseño. Nuevos productos. Análisis de la cadena de valor. Reingeniería. Ingeniería simultánea. Logística y distribución. Patentes y marcas. Gestión de proyectos.

Tabla 1. Palabras clave de cada bloque de segundo ciclo

2.1 Un ejemplo de bloque

Para ilustrar el funcionamiento describiremos con detalle el Bloque de "Comunicaciones inalámbricas", haciendo especial énfasis en la metodología. Al estar este bloque en el primer cuatrimestre, en paralelo con los conocimientos técnicos, se aborda la problemática del trabajo en equipo, proporcionando a los alumnos información que facilite la integración en el grupo. En los cuatrimestres siguientes se observa que el rendimiento de los

grupos es muy superior al 4A, ya que han superado la fase de aprendizaje y la gestión del trabajo en equipo es mucho más ágil.

Al formalizar por primera vez la matrícula, los alumnos rellenan un cuestionario sobre estilos de aprendizaje y reciben información sobre las técnicas de trabajo en grupo (como establecer los objetivos del grupo, comunicación efectiva y gestión de conflictos). Se dedican dos sesiones de 2 horas a trabajar dichos conceptos y al finalizar se forman los grupos de trabajo que se mantienen durante todo el cuatrimestre. Igualmente se dedica una sesión de dos horas a detallar herramientas que facilitan el seguimiento del grupo, como son:

- la carpeta de proyectos: donde se recoge toda la información relevante para la consecución del proyecto.
- normativa del grupo: el grupo debe definir sus criterios de funcionamiento así como la metodología que emplearán en la toma de decisiones y en la resolución de conflictos.
- actas de las reuniones semanales, donde se consigna el progreso del grupo, se analiza la ficha de dedicación semanal y se reparten tareas y responsabilidades. Deben entregarse al profesor.
- ficha de dedicación semanal de cada miembro del grupo.

Se organiza una sesión a la mitad del cuatrimestre y otra al final, donde los alumnos deben reflexionar sobre el funcionamiento del grupo, el grado de seguimiento de la normativa inicialmente definida, y realizar un informe sobre el grupo.

Respecto a los contenidos técnicos, en el módulo presencial (4.5 créditos) mediante clases magistrales (pizarra, transparencias, métodos audiovisuales) se proporcionan los conceptos teóricos necesarios para la ejecución de los diferentes proyectos y se resuelven problemas sencillos. En el módulo de proyectos (13,5 créditos), el primer día de clase se definen un conjunto de proyectos, cada uno de ellos de duración 15 semanas, y se exponen a los estudiantes. Cada proyecto se describe mediante una ficha donde se resumen los objetivos del proyecto, el material a utilizar para el desarrollo del mismo, así como el trabajo a realizar cada semana, tanto por parte del profesor (entrega de material, explicaciones detalladas sobre determinados conceptos no explicados en clase), como por parte del grupo (realización de un informe, programa, presentación oral, etc). Con esta información cada grupo elige el proyecto que le parece más interesante. Un profesor puede ser el tutor de varios proyectos simultáneamente, y algunos proyectos pueden ser propuestos por empresas relacionadas con el bloque. A título de ejemplo algunos de los proyectos que se han desarrollado en este bloque son:

- Planificación GSM/GPRS en la provincia de Lleida.
- Planificación UMTS en Barcelona y la comarca del Baix Llobregat.
- Diseño de una herramienta de planificación UMTS mediante la utilización de ArcView.
- Bluetooth: desarrollo de un stack de protocolos y cálculos de cobertura.
- Aplicación de la tecnología Bluetooth para transportar información de sensores medioambientales.
- Medidas reales de calidad de servicio (QoS) de diferentes servicios (web, videoconferencia, email, etc.) en UMTS.

- Diseño de aplicaciones mediante programación en Java para sistemas de tercera generación.

En el aula de proyectos cada grupo dispone de un ordenador, que en algunos casos puede ser un portátil dado que la escuela dispone de cobertura WLAN en los espacios docentes [3], y dependiendo del proyecto se utilizan laboratorios de hardware/software con equipos específicos (pueden ser laboratorios docentes o bien laboratorios de investigación) y si se trata de un proyecto propuesto por una empresa pueden utilizarse los laboratorios de la misma. El profesor responsable del proyecto se encarga, no solo de proporcionar los conocimientos técnicos necesarios para el desarrollo del mismo, sino también de realizar un seguimiento del funcionamiento del grupo (actas, horas de dedicación, etc.). Durante la última semana se entrega el informe final del proyecto y se realizan las presentaciones orales (exposición y turno de preguntas) con la asistencia y participación de todos los estudiantes y de los profesores del bloque.

2.1 Recursos asignados

En líneas generales, el PBL necesita de mayores recursos que la enseñanza tradicional. Los bloques de segundo ciclo utilizan los laboratorios de primer ciclo, con su equipamiento específico, para llevar a cabo los proyectos encomendados que lo requieran. Además, de forma permanente, cada grupo de estudiantes tiene asignados recursos por parte de la EPSC [4]. Por un lado, cada grupo tiene un espacio asignado a él, y, por otro, una estación de trabajo (PC) asignada. Actualmente la EPSC tiene habilitadas aulas específicas para los estudiantes de segundo ciclo, en total 4 aulas, en las que existe este espacio y equipamiento exclusivo (24x7).

3. EVALUACIÓN DESPUÉS DE DOS AÑOS

Tras dos años del inicio, este cuatrimestre sale la primera promoción de estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación, y por ello es momento para una primera evaluación. Esta evaluación consistirá, en primer lugar, en el análisis de los datos de entrada que se han obtenido en estos cuatro cuatrimestres, y, en segundo lugar, se analizará la opinión de estudiantes y profesores recogida mediante encuestas y encuentros con los respectivos colectivos. Sobre el rendimiento académico obtenido, aún no se tienen datos de salida de estudiantes titulados. El dato que puede ser indicativo es el número de bajas de estudiantes; de los 103 estudiantes matriculados hasta el momento, un estudiante ha sido declarado no apto (1%) y 8 se han dado de baja por motivos personales o laborales (8%).

3.1 Datos de entrada

El indicador que se analiza es la procedencia de los estudiantes que son admitidos en el segundo ciclo de Ingeniería de Telecomunicación. Como era de esperar, la mayoría de los estudiantes que lo solicitan proceden de los primeros ciclos de la EPSC, aunque el resultado general en estos cuatrimestres ha sido la gran heterogeneidad de procedencias, y, por tanto, de perfiles que iniciaban estos estudios. El PBL tiene una eficiencia importante en grupos heterogéneos, puesto que al trabajar en grupo estas diferencias proporcionan valor añadido.

Centro	Q1-01/02		Q2-01/02		Q1-02/03		Q2-02/03	
	solicitudes	admitidos	solicitudes	admitidos	solicitud	admitidos	solicitudes	admitidos
EUPM	4		1	1	7	4	1	
EUPMT	8		7	5	15	3	13	3
VIC	1						1	
EPSC	43	20	26	13	36	13	29	18
EUPVG	21	5	16	3	17	5	10	4
UIB	2		1				1	
GANDIA	3		1		1			
ALCOY	2		2					
TERUEL					1			
CANTABRIA					1			
ALCALA			2		2	1	1	
LA SALLE					1		1	
LAS PALMAS					1		1	
COLOMBIA				5				
total	84	25	54	27	82	26	58	25
	hasta el n. 58 lista		hasta el n. 42 lista		hasta el n. 33 lista		hasta el n. 35 lista	

Tabla 2. Relación de solicitudes y admisiones en función del centro y cuatrimestre. En la última fila aparece para cada cuatrimestre el lugar donde finalizaron las admisiones.

3.2 Lo que opinan los alumnos

Para evaluar la opinión de los alumnos respecto al plan de estudios se han llevado a cabo dos acciones. Por una parte, se ha pedido a todos los alumnos que acaban la carrera en el cuatrimestre de primavera 2002-2003 que contesten a una encuesta de opinión sobre la titulación. En segundo lugar, se realizó una reunión con alumnos representativos de cada uno de los cuatro cuatrimestres del plan de estudios con el objetivo de discutir de forma abierta sobre su percepción de la titulación. En esta sección describimos las conclusiones de estas dos acciones.

Encuesta de opinión para los estudiantes que acaban la carrera

Esta encuesta fue contestada por los 12 alumnos que están en su último cuatrimestre de carrera. La encuesta es una serie de afirmaciones sobre el plan de estudios de manera que los alumnos deben manifestar su grado de acuerdo con la afirmación, en una escala de 1 (nada de acuerdo) a 5 (completamente de acuerdo). En la Fig 2, se muestra cada una de las preguntas junto con la valoración media de los estudiantes.

	El plan de estudios me ha ayudado a adquirir:	
1	Conocimientos técnicos	3,85
2	Capacidad para trabajar el equipo	4,83
3	Capacidad para aprender de forma autónoma	3,75
4	Capacidad para comunicarme con los demás de forma eficaz	4,00
5	Capacidad para planificar el tiempo	3,58
6	Capacidad para trabajar por proyectos	4,25
7	Los proyectos que hemos desarrollado me han resultado estimulantes	3,67
8	La atención y el seguimiento por parte del profesorado ha sido	3,17

	adecuado	
9	Los medios y las instalaciones en la escuela han sido adecuados	3,25
10	Tengo la sensación de haber aprendido mucho	3,33
11	Recomiendo esta forma de enseñanza	4,17
12	Creo que habría que hacer cosas parecidas incluso en estudios de primer ciclo	3,83

Fig 2. Relación de preguntas realizadas a los estudiantes con su valoración media

En general, se observa un elevado grado de acuerdo con las afirmaciones, lo cual pone de manifiesto una satisfacción por la formación recibida. Los alumnos perciben muy claramente que han adquirido una buena capacidad para el trabajo en grupo (afirmación 2) y el trabajo por proyectos (afirmación 6), y recomiendan claramente este tipo de enseñanza (afirmaciones 11 y 12). La valoración más baja (a pesar de todo, superior al valor medio) corresponden a la labor de los profesores (afirmación 8), lo cual es también lógico porque el cambio de rol del profesorado no es trivial y requiere un periodo de adaptación y aprendizaje.

La encuesta tenía también dos preguntas abiertas, en las que se pedía a los alumnos que indicasen los aspectos más positivos y los más negativos del plan. Las conclusiones se muestran en la *Tabla 3* (los aspectos que aparecen en primer lugar en cada lista son los más frecuentemente mencionados).

Aspectos positivos	Aspectos a mejorar
• Aprender a trabajar en grupo • La inclusión de asignaturas no técnicas en el plan de estudios • Una forma de aprender más cercana a la situación en la que deberán ejercer profesionalmente • Un método docente innovador y más estimulante • Aprender otras habilidades (por ejemplo, a planificarse el tiempo) • La relación que se establece entre los compañeros (y lo mucho que se aprende de ellos) • Tratar temas y tecnologías actuales • Posibilidad de escoger entre dos perfiles bien diferenciados • Compatibilidad con el trabajo • Posibilidad de acabar los estudios en el extranjero • Se han ido corrigiendo cosas que no funcionaban	• Falta de recursos (más ordenadores, aulas diferenciadas para trabajo en grupo y clase presencial) • Falta de coordinación entre profesores, especialmente en los bloques en que participan dos departamentos • Falta de seguimiento y realimentación por parte de los profesores • Proyectos poco motivadores • Pocos proyectos a través de empresas • Poca variedad de créditos de libre elección • Falta de experiencia de los profesores en los métodos docentes • Poca formación en habilidades para trabajo en grupo • Más trabajo en inglés • Clases de teoría y sesiones de laboratorio mejor preparadas • Proyectos poco definidos

Tabla 3. Relación de aspectos positivos y a mejorar propuestos por los estudiantes

Reunión con alumnos de diferentes cuatrimestres

A esta reunión asistieron 8 alumnos, dos de cada uno de los cuatro cuatrimestres del plan de estudios. Fue una reunión de discusión abierta, en la que se recogieron las siguientes opiniones:

- Es muy diferente trabajar en grupo en el cuatrimestre 4A (el primero) que en el 5B (el último). Cuando se ha adquirido el hábito de trabajo en grupo se avanza mucho más deprisa.

- En los proyectos (especialmente en los de primer curso) se necesita más planificación temporal, y más realimentación por parte de los profesores.
- Con frecuencia, la relación entre los miembros del grupo es problemática. Sólo los casos más graves trascienden a los profesores. En todo caso, se admite que es valioso el aprender a resolver este tipo de problemas de forma interna.
- El sistema propicia que las individualidades se diluyan en el grupo, a efectos de evaluación. A pesar de que en cada grupo hay quien trabaja más que otros, las notas tienden a ser iguales para todos los miembros del grupo.
- Los recursos son escasos. Un solo ordenador por grupo no es suficiente y los resultados se resienten.
- Los proyectos vinculados a empresas son mucho más motivadores (de momento, solo hay uno en el cuatrimestre 5A).
- Se echa en falta algo más de práctica guiada, aprendiendo a manejar equipamientos.
- Los alumnos son conscientes de que el plan de estudio proporciona menos cantidad de conocimientos que otras formas de estudio, pero también aprecian que se desarrollan más habilidades genéricas, y que los conocimientos que se tocan se consolidan mejor.
- El sistema de enseñanza se acerca más a la dinámica de una empresa, lo cual se valora positivamente.

3.2 Lo que opinan los profesores

Para evaluar la opinión de los profesores se usó también un cuestionario de opinión que se distribuyó entre 11 de los profesores más implicados en el plan de estudios, de los que 9 contestaron la encuesta). De nuevo, se pedía a cada profesor su grado de acuerdo con una serie de afirmaciones. La *Fig 3* muestra estas afirmaciones y la valoración media obtenida.

1	En este plan de estudios la tarea del profesor es más estimulante	4,2
2	Tengo claro qué se espera de mí como profesor en este plan de estudios	3,6
3	Creo que los alumnos reciben una formación más sólida	3,1
4	La carga de trabajo para el profesor es aceptable, a tenor del resultado obtenido	2,8
5	Los alumnos responden bien a este tipo de enseñanza	4
6	Los medios y las instalaciones en la escuela han sido adecuados	2,3
7	Recomiendo esta forma de enseñanza	4,4
8	Deberíamos extender estos métodos al primer ciclo	2,3

Fig 3. Relación de preguntas realizadas a los profesores con su valoración media

Como puede observarse, los profesores consideran que su trabajo es más estimulante, y que los alumnos responden bien, por lo que recomiendan esta forma de docencia, pero no en primeros cursos, en los que probablemente el grado de madurez de los alumnos es insuficiente. Por otra parte, se considera que los medios son insuficientes, y no está claro que la formación de los alumnos sea más sólida que la que obtienen con los métodos clásicos.

El cuestionario también tenía dos preguntas abiertas sobre los aspectos positivos y aspectos a mejorar. Las respuestas se recopilan en la *Tabla 4* (de

nuevo, en las primeras posiciones de las listas aparecen los aspectos más frecuentemente mencionados).

Aspectos positivos	Aspectos a mejorar
• El trabajo en grupo enseña a resolver problemas • Es un aprendizaje real (así se trabaja en la empresa) • Es muy fácil experimentar, innovar y cambiar contenidos • Se facilita la relación entre profesores de diferentes departamentos • Algunas materias pueden abordarse con más profundidad • Los alumnos participan más activamente • Los proyectos integran diferentes materias • Es más motivador para el profesor • Buena interacción entre profesores y alumnos • Se desarrollan habilidades valiosas	• Mejorar los recursos, y laboratorios específicos • El profesor trabaja más que en un plan de estudios clásico • El trabajo en grupo y las formas de evaluación hacen que las diferencias entre alumnos se diluyan. Se necesitan herramientas para una evaluación más individualizada. • La forma de impartir y evaluar los módulos presenciales • Los alumnos que trabajan no pueden hacer dos bloques al mismo tiempo • Evitar que haya más de 25 alumnos matriculados en un bloque formativo • Más proyectos con empresas • Más trabajo en inglés • Mayor homogeneidad en los métodos de los diferentes bloques • El nivel de conocimientos es menor que en otros planes de estudios • Hay que integrar más los elementos de los bloques • El proyecto debe definir los contenidos de los módulos presenciales, y no al revés

Tabla 4. Relación de aspectos positivos y a mejorar propuestos por los profesores

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

La experiencia de la aplicación del PBL al segundo ciclo de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación en la EPSC ha sido enormemente positiva. Se ha demostrado que esta metodología es válida para alcanzar los objetivos docentes de la Titulación, cumpliendo con las expectativas de los estudiantes. Aún queda por mejorar muchos aspectos, tales como los relativos a los recursos e infraestructuras, la adaptación por parte del profesorado a la metodología, y la implicación de las empresas en los proyectos. No obstante, la sensación global de los profesores y estudiantes es positiva y están convencidos que el camino iniciado hace dos años es el correcto.

5. REFERENCIAS

- [1] McMaster University 2001. "Problem-Based Learning". <http://www.chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>
- [2] D.R. Woods et al. The future of engineering education. Developing Critical Skills. Chem. Engr. Education, 34 (2), 108-117.
- [3] J. Alcober. Experiencias en la utilización de la tecnología inalámbrica en la EPSC. Trobada de l'Anella Científica (TAC'03). Tarragona, junio de 2003.
- [4] J. Bará et al. Estrategias de 'Project/Problem Based Learning' en el marco de las nuevas tecnologías: Desarrollo de un programa de acción en la Universidad Politécnica de Catalunya. Proyecto subvencionado por la Dirección General de Universidades, Ref: EA-7098, Barcelona, diciembre del 2001.