

**Curso Experimental de Circuitos Electrónicos Digitales de la E.T.S.I. de  
Telecomunicación de la U.P.M. adaptado a las directrices del E.E.E.S.  
(CEDG-Bolonia. 2005/2006)  
López Barrio, C.A. y Padilla González, I.  
Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Europea de Madrid**

<b>a. Contextualización</b>	<b>2</b>
<b>b. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>c. Metodología</b>	<b>3</b>
<b>d. Descripción de la Experiencia</b>	<b>5</b>
<b>e. Resultados y Análisis</b>	<b>8</b>
<b>f. Conclusiones</b>	<b>10</b>

## **a. CONTEXTUALIZACIÓN**

En pleno proceso de desarrollo del EEES y próximo a ponerse en práctica en la Universidad Española las nuevas disposiciones relativas a las enseñanzas de Grado y Postgrado que del EEES se derivan, el Dpto. de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Madrid ha querido iniciar la experimentación de este nuevo enfoque en el sistema educativo en pro de una docencia más proactiva y personal, basada en el trabajo individual y en equipo y no en clases teóricas exclusivamente, centrandó la actividad docente en el “hacer” a través de la acción, mediante el desarrollo de proyectos, más que en el “saber hacer” a través de la lectura y la memorización.

De esta forma se consigue mayor cercanía a lo que será la realidad profesional del alumno, donde otros aspectos de competencias emocionales, más allá de los conocimientos técnicos, deben ser puestos en juego y donde “el proyecto” es la herramienta típica de actuación (gestión y desarrollo).

Como toda experimentación, ha sido y será un proceso de aprendizaje de las dos partes, profesores y alumnos, que ha requerido de ambas un mayor esfuerzo. El curso se ofreció como alternativa a los matriculados en la asignatura convencional con el fin de que un grupo de alumnos, para los que la temática objeto de la asignatura y el nuevo proceso de aprendizaje resultaran especialmente motivadores, participaran voluntariamente pese al mayor esfuerzo previsto. Aun así, se realizó una selección previa atendiendo al currículo y las actitudes de los solicitantes, de forma que el grupo resultante estuvo compuesto por dieciséis personas.

La asignatura convencional mencionada antes, de la que éste curso era alternativa, es Circuitos Electrónicos Digitales, se imparte en el segundo curso del primer ciclo de la carrera de Ingeniería de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la U.P.M.

En esta experiencia, se han llevado a cabo cambios innovadores respecto a la metodología didáctica de las asignaturas convencionales, cuyos rasgos más característicos son:

- Las clases teóricas, específicas del grupo, pretenden ser sólo una introducción al tema para que el alumno estudie y aprenda la materia posteriormente por medio del trabajo personal.
- Se fijan horas de tutoría en grupo -además de las individuales- dedicadas exclusivamente al desarrollo de dudas y la solución de dificultades halladas por los alumnos en su fase de aprendizaje

individual, así como se habilitan otros medios con el mismo fin (página web, foros en Internet para que las dudas y las soluciones se compartan y se moldeen entre todos los alumnos).

- Es indispensable un seguimiento del aprendizaje, comprobar que lo estudiado se asimila y lo trabajado da sus frutos a un ritmo correcto, como medio para que la forma de trabajo mejore y se adapte a las necesidades y a una planificación previa (también indispensable). De hecho, se realizó una agenda semanal analizando la situación y (aunque no estaba planificado en un principio) se añadieron a las sesiones de control del proyecto otras sesiones de control de la teoría y del seguimiento del curso - que se llamaron quiz-, de las que hablaremos más adelante.

- Las búsquedas por internet y otros medios, orientadas por los profesores, se añaden como herramienta fundamental y complementaria a la consulta clásica bibliográfica, para que el alumno aprenda a obtener la información que necesite sin que necesariamente le haya sido explicada ni previamente adaptada.

- La realización paralela al desarrollo del curso de un proyecto -que en este caso se basa en la domótica- que se considera el motor de aprendizaje desde la perspectiva de la aplicación y que no sólo supone la adquisición de conocimientos técnicos, sino la introducción a la forma de trabajo habitual de un ingeniero, expandiendo el aprendizaje a otros muchos campos en los que también se desarrolla dicho oficio (incluidas las competencias personales que debe poseer un ingeniero).

- Como parte del trabajo habitual de un ingeniero se presentan durante el curso los distintos bloques realizados y al final del cuatrimestre el proyecto definitivo. Por supuesto las presentaciones (tanto las parciales como, especialmente, la final) incluyen una memoria del proyecto realizado y la respuesta a las preguntas que surgen a profesores y demás compañeros.

- En el afán de innovar también en la evaluación del alumno y en su seguimiento personal, el método de evaluación prescinde de un examen como único sustento y toma como fuentes fundamentales añadidas la valoración del proyecto (tanto su desarrollo como el resultado final) y del progreso del alumno (observando su actitud y respuesta en las presentaciones en grupo).

## **b. OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA**

El objetivo principal de esta experiencia ha sido analizar las implicaciones que se derivan de la puesta en práctica de las directrices del EEES en el aprendizaje de una materia muy técnica en una Escuela de Ingeniería.

Relacionados con el objetivo principal se definió un conjunto de objetivos más concretos que se enumeran a continuación:

Evaluar la aceptación, por parte de los alumnos de primeros cursos de ingeniería, de técnicas de aprendizaje basadas en la realización de proyectos (PBL).

Evaluar los resultados del EEES en el aprendizaje de la Electrónica Digital (esfuerzos requeridos, formas de evaluación, resultados en las evaluaciones).

Introducir el aprendizaje y la práctica de competencias emocionales entre los alumnos de los primeros cursos de ingeniería, para potenciar sus aptitudes naturales.

Obtener datos y opiniones para analizar el impacto del empleo de nuevas metodologías de enseñanza en la carga docente de un departamento de una Escuela de Ingeniería

Avanzar en la preparación de entornos informáticos, materiales y aulas para la adecuación de la enseñanza a las directrices del EEES.

Detectar ineficiencias y errores durante la experiencia para proponer soluciones antes de extender estas metodologías en los años siguientes.

## **c. METODOLOGÍA**

Para que los objetivos de la experiencia pudieran alcanzarse y evaluarse, tal como fueron formulados, ha sido preciso un conjunto de actuaciones previas, durante la experiencia y posteriores a la experiencia que garantizaran un entorno personal, grupal y de equipo, adecuado para la realización de la experiencia y por lo tanto dieran fiabilidad a los resultados y permitieran disponer de unos fundamentos para el posterior análisis y para relacionar y entender los resultados obtenidos.

### **c.1 Convocatoria y selección de participantes en la experiencia**

El curso experimental se ofreció a los alumnos de Circuitos Electrónicos Digitales como alternativa no excluyente a la asignatura convencional (el alumno podía seguir asistiendo a las clases habituales). Se realizó la propuesta comentando brevemente las bases y acompañando la charla con una presentación (Anexo I). Para optar a participar, los alumnos rellenaron una solicitud formal con algunas características que ya estaban influenciadas por el enfoque profesional, puesto que aparte de presuponer un cierto nivel de compromiso, de voluntad e interés, el alumno debía entregar su C.V. y una ficha en la que, además de los datos personales, se pedía que el alumno redactara una breve explicación de los motivos por los cuales había elegido la carrera, de las razones por las que se había decidido participar en el curso y de los méritos alegados para ser uno de los participantes (Anexo II).

### **c.2 Clases-Reuniones.**

Puesto que el grupo era reducido y se quería lograr la idea de introducción a la vida laboral, las “clases” se sustituyeron por “reuniones” y las aulas por salas de juntas del departamento (razón por la cual se redujo el número de alumnos a dieciséis). El horario se sometió al consenso de profesores y alumnos, partiendo de la necesidad de dos horas de reunión semanales. Se propuso una planificación temporal a seguir (Anexo III), que se pretendió mantener en la medida de lo posible durante el transcurso del cuatrimestre, pero que fue modificada en función del propio desarrollo de las actividades del grupo (Anexo IV).

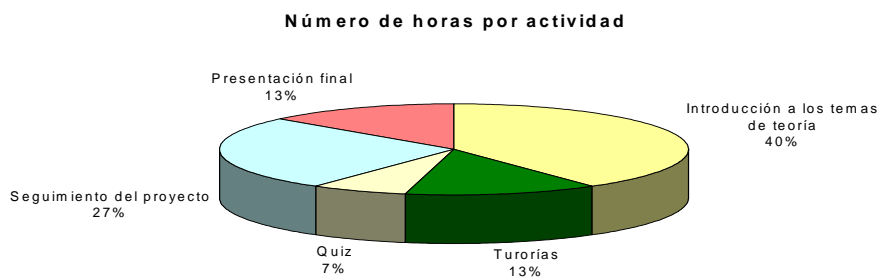
### **c.3 Distribución del tiempo**

Las reuniones se mantuvieron de forma periódica desde el 6 de Octubre hasta el 14 de Febrero: una reunión de dos horas los jueves de cada semana. Si había alguna razón especial y existía acuerdo previo de la mayoría, se trasladaba a otro día. En total, treinta horas de reunión, incluyendo cuatro horas de presentación final de los proyectos.

Había una planificación específica para cada reunión, que se completaba la semana anterior con aquellos puntos que habían quedado pendientes o que no se habían revelado como necesarios.. Después de las reuniones, los profesores recogían en una agenda semanal todo lo realizado, valorándolo y anunciando esos retoques a la planificación para la semana siguiente, y su publicaban en la página web.

Las horas de reunión consistieron en:

- Introducción a los temas de teoría (12 horas): Se presentaban los componentes del temario (Anexo V), se utilizaban las presentaciones informáticas del departamento para explicarlos punto por punto (Anexo VI), pero sin entrar en excesivos detalles; se atendían las dudas que surgieran en el momento y se comentaban los usos o aplicaciones de cada tema con el fin de que se aplicaran al desarrollo del proyecto.
- Tutorías sobre los temas de teoría (4 horas): Repaso de dudas, dificultades en la aplicación de lo aprendido a problemas teóricos o al proyecto, y breve recapitulación de lo estudiado.
- Realización de los “quiz” (2 horas): Los alumnos hacían un breve control, en el que debían resolver algunos problemas acerca de la materia estudiada y además responder a un breve cuestionario sobre el seguimiento del curso.
- Desarrollo y seguimiento del proyecto (12 horas): dedicadas a su especificación, explicación, control o presentación.



### **c.4 Consenso**

Desde los primeros momentos los alumnos participaban activamente en la experiencia. No sólo tenían las responsabilidades habituales del alumno, tenían el derecho y el deber de opinar e intentar dar forma a una experiencia que fuera para todos enriquecedora. Cualquier decisión (tanto en cuanto a la organización como en cuanto al desarrollo académico) se contrastaba con las opiniones del grupo y si era algún asunto discrepante se sometía a votación.

### **c.5 Desarrollo de Competencias**

En todo momento del transcurso de la experiencia se prestó atención especial al aprendizaje y desarrollo de las competencias de los participantes, mediante charlas y consejos sobre competencias emocionales de aplicación directa al desarrollo del proyecto (Hogar Digital) que, a su vez, estimulaba el aprendizaje de la materia académica (Electrónica Digital). Las competencias que se desarrollaron fueron: Trabajo en equipo, iniciativa, liderazgo, gestión del tiempo, visión estratégica, comunicación y negociación.

## **d. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

El desarrollo detallado de la experiencia ha quedado registrado en las agendas y comentarios semanales en la WEB de la experiencia, de donde se ha extractado el resumen que se transcribe a continuación.

### **d.1 Octubre**

Las reuniones arrancaron a buen ritmo y como se había previsto durante este mes se estudiaron los temas 2 y 3. También se realizaron las primeras horas de tutoría que cubrirían todas las dudas derivadas de ese trabajo personal y para tratar cualquier otro tema que incumbiera al grupo. Estas primeras reuniones iniciaron espontáneamente algunas costumbres que se mantendrían durante el cuatrimestre entero, como la modificación del material de la asignatura (presentaciones de los temas) en vista de la dificultad del grupo para abordar algunos conceptos, o la comunicación por medio del correo electrónico, para transmitir la agenda semanal y advertir a los alumnos de los próximos retos o de aquellos que habían quedado pendientes o pobremente superados.

Respecto al proyecto se realizaron diversas presentaciones para iniciar a los alumnos en el hogar digital (Anexo VII), se propuso la especificación general dentro de la cual se deberían enmarcar las especificaciones particulares de cada grupo de trabajo (Anexo VIII), se llegó al acuerdo de que los grupos eligieran temas distintos, para poder enmarcar todos los proyectos dentro de un proyecto doméstico conjunto, e incluso que alguno empleara utilidades proporcionadas por otro, complementándose.

Se introdujo a los alumnos en la realización de especificaciones, un tema de inmensa importancia en la ingeniería y que daría muchos quebraderos de cabeza a más de un equipo -los profesores ya lo advirtieron desde un primer momento-. Para poder empezar a trabajar, se propuso Internet como medio principal para acceder a la información sobre domótica –al nivel que fuera necesario-, proporcionando una relación de páginas web especializadas de fabricantes, vendedores, portales de información, etc. Para el día 27 de Octubre se encargó a los equipos el boceto de la especificación que tendrían que completar y perfeccionar para el 3 de Noviembre, y pese a la falta de experiencia de los equipos, razón por la cual los profesores tenían cierta preocupación, los bocetos tenían ya un aspecto bastante notable y, aunque fue un acto de fe por parte de los alumnos (puesto que desconocían la mayor parte del temario), fueron ciertamente ambiciosas y, dentro de lo que cabe, ajustadas a lo que se hizo posteriormente.

Por supuesto se fijaron los equipos de trabajo (formados por cuatro alumnos) y además, por indicación de los profesores, se fijó un líder, para acercarse todavía más al verdadero trabajo en una empresa real, de tal forma que éste se encargaría de coordinar al resto de compañeros, de las relaciones con el resto de equipos y asumiría otra serie de responsabilidades derivadas del funcionamiento habitual de un grupo de trabajo.

De entre los avances que se produjeron este mes, uno de los más relevantes, fue el comienzo de la puesta en marcha de una página web para todo lo relacionado con el grupo especial que además incluiría, a petición de los alumnos, varios foros, de dudas y para la comunicación interna de cada grupo (Anexo IX). La página web albergaría enlaces, noticias, la agenda semanal, todos los ficheros relacionados con la experiencia, etc.

Otra interesante herramienta utilizada en la experiencia fueron unos controles-cuestionarios cortos, que se llamaron en el grupo *quiz* (literalmente “serie de preguntas”, “acertijo”) y en los cuales, para analizar el comportamiento en todas las facetas del experimento, se incluían pequeños problemas sobre la materia del curso y un breve cuestionario. El cuestionario estaba enfocado a estudiar los hábitos de los alumnos relacionados con el seguimiento del curso: estudio personal, seguimiento de las clases, búsqueda de información, etc. Se hicieron dos quiz en el cuatrimestre y el primero de ellos fue el 27 de Octubre (Anexo X).

## **d.2 Noviembre**

Durante este mes se dio un importante empujón al temario de la asignatura, completando la teoría de circuitos combinatoriales e iniciando la de secuenciales, respecto a la forma de trabajar no hubo grandes variantes, aunque los foros y la web fueron tomando mayor protagonismo, esto se reflejó sobre todo en la coordinación de los proyectos. Todo esto sirvió para terminar las especificaciones para principios de mes -incluido un equipo que tuvo que rehacer completamente la suya, puesto que al presentar los borradores coincidía el área de actuación de su proyecto con el de otro equipo y, para evitar solapamientos y completar las necesidades del hogar, tras negociarlo, se decidió a cambiar de objetivo-. Los objetivos concretados definitivamente por los cuatro equipos fueron: **la presencia y seguridad en el hogar, la iluminación de éste, la climatización y, por último, el cuidado y mantenimiento de una piscina.**

Se comenzó a hablar en Noviembre de uno de los referentes iniciales del curso especial: La **formación integral** del ingeniero. Se habló de los factores que influyen en ésta además de los puramente académicos: formación en competencias personales, inteligencia emocional, en comportamientos sociales y de negocios, etc. y de cómo introduciendo en la docencia proyectos en equipo se podían potenciar dichos factores, lo que se conoce como PBL (Project-Based Learning).

Tras la especificación de todos los proyectos, los equipos tuvieron que realizar, casi a contrarreloj la presentación del primer bloque (El día 17). Este primer bloque, que en un principio se había propuesto como el de circuitos combinatoriales, se vio desbordado, puesto que la forma de trabajo autónoma de los equipos hizo que la mayoría ampliaran por su cuenta y incluyeran circuitos más avanzados -aunque fuera en forma de suposiciones o “cajas negras”-, como por ejemplo el bus de

datos, circuitos gobernados por señales de reloj, registros, etc. Estas primeras presentaciones sirvieron a los profesores para ir introduciendo consejos sobre presentaciones de proyectos en equipo, recalcando la utilidad que tiene estudiar bien quién va a ser el receptor de la presentación y de cuál es su interés en el proyecto (jefe, posible comprador...).

### d.3 Diciembre

El último mes del año empezó con una reunión peculiar que se dividió en dos partes. La primera fue estrictamente la tutoría programada: puesto que el inició en temas relacionados con circuitos secuenciales había sido denso, hubo muchas preguntas sobre conceptos como los elementos Master-Slave y los circuitos síncronos, las señales de reloj, los elementos tri-estado, etc.; también hubo algunas dudas y comentarios acerca de los proyectos que empleaban este tipo de tecnologías. La segunda parte fue la que nos hace calificar la reunión de peculiar, en ella se habló de una competencia muy importante: La **gestión eficaz del tiempo**. Este tipo de asuntos que brilla por su ausencia en las clases habituales era uno de los objetivos pendientes del curso, según aseguraron los profesores durante la charla, es tan importante para ser un buen profesional (incluso para la vida personal) dominar este tipo de competencias como tener una base extensa de conocimientos, puesto que un verdadero ingeniero ha de renovar y actualizar continuamente lo que ha estudiado. El tiempo es un valor irrecuperable. Por tanto, no podemos perderlo de forma absurda.

Hay muchas **más cosas que hacer que tiempo disponible**. Por tanto es fundamental priorizar (debo hacer lo importante para mi y no lo urgente, como establece la matriz de Eisenhower): "Lo primero es lo primero". No debemos dejar las cosas para el último momento, técnica muy extendida, que va en contra de la eficiencia, del aprendizaje serio y duradero y de la propia felicidad. Dicen los expertos que a las personas nos gusta hacer las cosas con calidad y eso nos anima, lo cual nos lleva a hacer más en menos tiempo. El hacer las cosas mal nos hace gastar más tiempo, con peor resultado y, lo peor, con mayor insatisfacción.

Los proyectos son tareas complejas ("un elefante") que requieren una **planificación**, para garantizar que se consiguen los **objetivos perseguidos, en un cierto plazo y con el coste y calidad** esperados. La planificación nos hace tener una visión del conjunto y avanzar paso a paso ("sólo podemos comer el elefante en rodajas"). Pero también nos permite un control periódico para ver si avanzamos adecuadamente y, si no, analizar las causas que lo impiden para poner solución.

"Un plan no será completo si no incluye qué debes hacer cuando falle tu estrategia inicial" Como decía Hickson "Si al principio no tienes éxito, prueba de nuevo con una técnica mejor".

No fueron demasiadas las horas dedicadas exclusivamente a competencias, pero estaban presentes en todos los aspectos del curso, la base misma de la organización y planificación de éste se regía bajo este tipo de criterios.

Al final de la reunión se fijó un nuevo quiz para el día 15, aunque posteriormente la clase de ese día, en el que se celebraban las jornadas de orientación en la E.T.S.I.T., debido a la petición por correo electrónico de muchos alumnos y al posterior acuerdo por medio de Internet, se pasó al día 19 (Anexo XI).

### d.4 Enero

El día 12, el profesor coordinador de la asignatura convencional presentó el último tema: introducción a VHDL y a los componentes para la implementación de circuitos digitales complejos (PLD), un tema interesante y de indispensable aplicación en la industria pero que no tuvo aplicación en los proyectos.

La planificación de Enero se retocó con vistas a que la presentación final de los proyectos no influyera en el estudio del periodo de exámenes y de optimizar el tiempo restante para trabajar lo más razonablemente posible. Con esto, los proyectos se presentarían definitivamente los días 13 y 14 de Febrero (una vez finalizados todos los exámenes).

El día 19 (último día de reunión habitual) se hizo el último control de los proyectos previo a la presentación final, se resolvieron dudas, se discutieron los aspectos problemáticos, los equipos compartieron todo lo necesario para las complementaciones entre los distintos proyectos y se plantearon mejoras de cara a la presentación final.

Un punto muy importante de este último día fue el análisis de la forma de presentar del grupo, (**competencia Comunicación**) los profesores publicaron en la web sus propuestas y consejos para ayudar a los distintos equipos y también a cada alumno individualmente. Para que la presentación final del proyecto y la memoria del mismo culminaran el aprendizaje en este aspecto, se publicaron en la página web una serie de guías y recomendaciones que los alumnos siguieron con ahínco (Anexo XII).

El día 30 los alumnos realizaron el examen final como cualquier otro alumno de la asignatura Circuitos Electrónicos Digitales, cuyos resultados se recogen en el apartado de resultados.

## **d.5 Febrero**

Durante este último mes se dieron los dos pasos finales:

El primero fue la presentación definitiva de los proyectos los días 13 y 14. El segundo consistió en la realización de una encuesta por parte de los alumnos cuyo objetivo era analizar la experiencia habiendo acabado ésta completamente, cuyos resultados se comentan en el capítulo dedicado a resultados.

Con esto finalizaba la experiencia CEDG-Bolonia, pero faltaba la realización de algo muy importante para cumplir el objetivo por el cual había nacido, recoger y analizar los resultados y la marcha del curso para que sirviera como experiencia formativa sobre una nueva forma de aprendizaje y enseñanza.

## **e. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Al término de la Experiencia, desarrollada durante 5 meses, cabe preguntarse en que grado se han cumplido los objetivos que se perseguían al principio (ver apartado b de esta memoria). Esta pregunta puede responderse a través de dos indicadores objetivos: Encuesta a los Alumnos y Evaluación Académica Final de la Asignatura, y un Análisis DAFO de los resultados. A continuación se exponen estos tres conceptos del resultado.

### **e.1 Resultados de la encuesta a los alumnos**

Al finalizar la entrega y presentación de los proyectos de la experiencia se realizó una encuesta de 40 preguntas (algunas abiertas) para que los alumnos pudieran expresar su percepción de los resultados obtenidos por su participación en la Experiencia. Los resultados de esta encuesta están cuantificados en el anexo XIV. Como resumen cabe constatar aquí el alto grado de satisfacción entre los alumnos por los conocimientos de todo tipo adquiridos y el trabajo realizado. Las principales sugerencias de los alumnos, expresadas en la encuesta, se transcriben a continuación:

- Ampliar el proyecto a más gente sin alterar las bases, también realizar el experimento con un grupo no selecto pero voluntario.
- Ampliar este tipo de curso a otras asignaturas de posible aplicación práctica (Sistemas Electrónicos Digitales por ejemplo).
- Hacer mayor hincapié en aquellas partes del temario que influyan menos en el proyecto.
- Se dan tantos comentarios a favor de reducir el peso del proyecto potenciando la teoría, como de ampliarlo (tanto en el curso como en la calificación).
- Se plantea la posibilidad de tener unos proyectos prefijados para que cada grupo escoja.
- Algunos reiteran en la opción de hacer preguntas calificables a los alumnos sobre los proyectos.
- Comentarios a favor de aumentar la importancia de las presentaciones (obligando que todos los miembros participen activamente), la frecuencia de los quiz, las charlas sobre competencias, etc.

- Controlar las especificaciones iniciales para que no sean demasiado ambiciosas y para que no haya excesivas diferencias entre grupos.
- También los alumnos valoran la calidad de la experiencia y la solidez de los conocimientos obtenidos y aplicados.

## **e.2 Resultados de la Evaluación académica**

Presentamos los resultados finales de los alumnos del curso agrupados por equipos participantes en la Experiencia, acompañados de los resultados generales de la misma convocatoria de la asignatura convencional ,se puede constatar un incremento de 2,1 puntos en la evaluación final .

	Nota media Examen	Nota media Final
Equipo 1 (cuatro alumnos)	6,5	8,6
Equipo 2 (cuatro alumnos)	5,5	7,0
Equipo 3 (cuatro alumnos)	6,0	7,0
Equipo 4 (cuatro alumnos)	5,8	8,0
<b>Grupo CEDG-Bolonia (sobre 16 alumnos )</b>	<b>6,0</b>	<b>7,6</b>
<b>Asignatura CEDG (sobre los 351 alumnos)</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>



### e.3 Análisis DAFO de los resultados de la Experiencia

<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El experimento se ha realizado con un grupo selecto, lo cual no permite generalizar las conclusiones fácilmente.</li> <li>- La teoría no incluida en el desarrollo de los proyectos no tiene un aprendizaje tan elevado como el resto.</li> <li>- La valoración personal (pese a la cantidad de información que poseen los profesores) no deja de ser subjetiva en el porcentaje aportado por el proyecto del equipo, es difícil controlar el trabajo individual.</li> <li>- Es indispensable cierto interés por parte de los alumnos.</li> <li>- Un mayor esfuerzo humano, material y en tiempo dedicado es necesario por parte de profesores y alumnos.</li> <li>- Para un mismo número de alumnos hacen falta más profesores que en una asignatura convencional.</li> <li>- Esta metodología es difícilmente aplicable a asignaturas con menos aplicaciones prácticas o con aplicaciones más exigentes.</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es posible que un aumento exagerado de la parte práctica descuide la base teórica.</li> <li>- La competencia entre grupos podría hacer que los equipos sobrepasaran de forma innecesaria los límites de la asignatura, en detrimento de otras.</li> <li>- Por muchas razones es necesario un serio compromiso de los alumnos para que el curso se lleve a cabo y cualquier falta de éste puede entorpecer o destruir el trabajo del resto (miembros que abandonen el proyecto a medias, que trabajen a un ritmo menor que sus compañeros, etc.)</li> <li>- Podrían surgir problemas con asignaturas que presupongan un nivel de conocimientos previo.</li> <li>- Por el mayor tiempo necesario es mucho más complicado un plan de estudios denso en este tipo de asignaturas.</li> <li>- Los objetivos de la asignatura pueden eclipsarse por otras competencias menos académicas.</li> </ul>
<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El método es más satisfactorio y gratificante para el alumno que lo lleva a cabo.</li> <li>- El sistema de trabajo fomenta la responsabilidad y el compromiso con el equipo.</li> <li>- El alumno se relaciona experimentalmente con la materia estimulándose su interés por ésta y ampliando la persistencia del conocimiento.</li> <li>- Se realiza un seguimiento progresivo y personal del aprendizaje (permitiendo observar rápidamente dudas y dificultades).</li> <li>- Los medios empleados facilitan el acceso del alumno a material informativo y didáctico y agilizan la organización del curso.</li> <li>- El aprendizaje se extiende a temas relacionados pero no incluidos en el temario (como la domótica) o incluso a algunos más generales como las competencias de un ingeniero o el trabajo en equipo.</li> <li>- Ingenieros más sólidamente formados en la forma de trabajar y de funcionar del mercado laboral.</li> <li>- La optatividad convierte la asignatura en un reto.</li> <li>- La evaluación de los alumnos tiene una base más completa.</li> </ul>	<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Como proyecto piloto abre vías a la mejora y la profundización en la enseñanza universitaria.</li> <li>- Potenciar y motivar la labor docente.</li> <li>- Desarrollo de nuevos sistemas basados en Internet y otros medios que se conviertan en estándares, y que agilicen las tareas de control del curso, de interacción profesor-alumno, de entrega de material, de organización y planificación, etc.</li> <li>- Extender este tipo de experimentos a una formación económica y comercial.</li> <li>- En asignaturas más avanzadas realizar proyectos de utilidad real.</li> <li>- Unos conocimientos más sólidos permitirían agilizar los planes de estudio ahorrando partes de temarios dedicadas al repaso.</li> <li>- Experiencia aplicable a los programas de grado del EEES.</li> <li>- Experiencia válida para la iniciativa de Innovación Educativa de la UPM.</li> </ul>

**En el anexo XV se realiza una explicación detallada de los conceptos de la Tabla del DAFO anterior**

## f. CONCLUSIONES

**Las conclusiones que a continuación se transcriben han sido redactadas por los alumnos, y se consideran del mayor interés, puesto que son los alumnos el máximo y último objetivo de la Experiencia, y por tanto los más indicados para extraer conclusiones de su participación y de los objetivos que ellos mismos han conseguido. Las conclusiones de los profesores se exponen en el anexo XVI**

“Circuitos Electrónicos Digitales - grupo experimental Bolonia” es una experiencia nacida con el objetivo de colaborar en la mejora de la enseñanza universitaria apoyándose en el método PBL, que propone un aprendizaje basado en la realización de proyectos siguiendo las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior. El seguimiento de dicha metodología ha confirmado sus ventajas, pero también ha mostrado las posibles dificultades de su aplicación.

¿Es posible extender esta experiencia a un curso entero?, ¿Es válida para cualquier asignatura?, ¿Podría el proyecto suponer la pérdida de una completa base teórica?... Son algunas de las dificultades que ya hemos planteado y detallado en el informe. La barrera más difícil de superar para la implantación de este tipo de cursos probablemente sea la desmotivación de los alumnos, puesto que para su realización (que exige más trabajo) **es necesario un interés extra**. En este caso ningún **alumno abandonó la experiencia y todos llegaron al término de la misma presentando su proyecto finalizado**

Analizando las particularidades del grupo, es necesario hacer hincapié en que **los resultados en los controles de teoría no han sido excelentes**. El sistema de calificación ha provocado que los participantes **se hayan dedicado fundamentalmente al proyecto, descuidando la parte teórica**. Principal fallo de la experiencia 2005-2006.

Pese a todas estas pegas **nuestra valoración del curso es muy positiva**.

Las encuestas y los resultados han confirmado que el aprendizaje obtenido mediante la realización de proyectos es **persistente, eficaz e intuitivo**. El empleo continuo durante un cuatrimestre de la teoría como herramienta, soluciona el mayor problema de la enseñanza universitaria habitual: la **fragilidad de los conocimientos adquiridos en el estudio intensivo de unos días antes del examen**.

Además del temario propio de la asignatura, **los alumnos se introducen en el método de trabajo de un ingeniero. Reciben una formación complementaria en competencias personales que les facilitará enormemente el acceso al mercado laboral**, e incluso el inicio de cualquier empresa vital.

**Los medios con los que se ha trabajado (Internet, correo electrónico, etc.) han facilitado enormemente las labores de organización y comunicación entre grupos**.

Como cualquier experiencia, CEDG-Bolonia 2005-2006 ha tenido puntos fuertes y otros más débiles, pero ha realizado una labor muy importante, intentar innovar positivamente en un campo tan inmovilista en el pasado como la educación universitaria.