

# NUEVAS METODOLOGÍAS PARA NUEVOS TIEMPOS: ADAPTACIÓN AL ESPACIO EUROPEO DE LA ASIGNATURA ARQUITECTURA DE LOS COMPUTADORES

S. ROMERO, I. RUIZ, I. ANGULO, J.M. ANGULO Y J.L. GUTIERREZ

*Departamento de Arquitectura de los Computadores, Electrónica, Automática y Telecomunicaciones.*

*ESIDE. Universidad de Deusto. España.*

*{sromero, ibruiz, iangulo, jmangulo, jguti}@eside.deusto.es*

*En esta comunicación se presenta el cambio completo llevado a cabo en la asignatura Arquitectura de los Computadores, sobre todo en cuanto a metodologías de enseñanza-aprendizaje, para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. Se presentan asimismo los recursos utilizados y los resultados conseguidos.*

## 1. Introducción

No cabe duda de que el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior nos está obligando, como mínimo, a replantearnos si la educación que actualmente se imparte en las aulas es la más adecuada para los objetivos que se pretenden conseguir. Si los contenidos se adaptan a esos objetivos, si dichos objetivos se evalúan adecuadamente, etc. El cambio es necesario pero debe ser progresivo, tanto para alumnos como para profesores: unos y otros deben aprender a hacer las cosas de forma diferente.

En esta comunicación se presenta el cambio total llevado a cabo en la asignatura Arquitectura de los Computadores, teniendo en cuenta todas las características que implica este nuevo contexto de educación. Esta asignatura es elegida porque se imparte en casi todas las carreras de Ingeniería de la Facultad (Informática, Informática+Organización, Telecomunicación, y Automática y Electrónica Industrial). La experiencia surge de la iniciativa de un grupo interdisciplinar de profesores que participan en un proyecto [1] del Vicerrectorado de Innovación y Calidad de la Universidad de Deusto, donde se busca encontrar una metodología sistemática que permita el cambio de cualquier asignatura, ya sea o no técnica, a los nuevos conceptos del Espacio Europeo de Educación Superior. Entre ellos se trabaja el cambio a ECTS, la definición por competencias, tanto específicas como genéricas [2], la adaptación de los contenidos a dichas competencias, y un sistema de evaluación acorde con ello. La autora principal de esta comunicación participó en dicho proyecto con la asignatura que aquí se plantea, y fue la encargada de transmitir la experiencia al resto del departamento, para ir adaptando poco a poco el resto de asignaturas. No obstante, en la asignatura Arquitectura de los Computadores se va un poco más allá, y se profundiza además en las estrategias de enseñanza-aprendizaje, pretendiendo de esta forma no sólo llamar a las cosas por otro nombre, sino llegar realmente al concepto de la nueva educación: enseñar a aprender y que los alumnos sean protagonistas de su propio aprendizaje.

## 2. Proceso de cambio

Lo primero que debe preguntarse un docente a la hora de plantear un cambio en su asignatura es “¿qué quiero que los alumnos hayan aprendido al final de la misma?”. La respuesta a esta pregunta debe dar como resultado una serie de acciones verbales que definan tanto los conocimientos de la materia como las actitudes o formas de actuación de los alumnos ante determinados casos. Lo primero se corresponderá con las competencias específicas de la asignatura y lo segundo con las competencias genéricas: se rellena así la primera columna de la Tabla 1.

COMPETENCIAS		CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE
ESPECÍFICA	GENÉRICA		
Diseñar sistemas basados en las arquitecturas analizadas, para control de sensores y actuadores		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>TEMA 1P:</b> Arquitectura de microcontroladores avanzados. (Estructura, tipo de datos, memorias, recursos, repertorio de instrucciones. Ejercicios y programas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Exposición:</b> La profesora explica el modo en que se desarrolla la dinámica. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Act. 1.</b> Aprendizaje Cooperativo para recogida y explicación de información.</li> <li>○ <b>Act. 2.</b> Elaboración de un resumen por parte del grupo.</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>TEMA 2P:</b> Periféricos de entrada/salida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Act. 3.</b> Dinámica de Grupos de la clase en su conjunto, con una explicación posterior del profesor.</li> <li>• <b>Act. 4.</b> Realización de una memoria por parte del grupo.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>TEMA 3P:</b> Fases en el diseño de un proyecto con microcontroladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Act. 5.</b> Método del Caso para determinar las fases de diseño</li> <li>• <b>Act. 6.</b> Realización del diseño del propio proyecto.</li> <li>• <b>Act. 7.</b> Evaluación por pares.</li> </ul>

**Tabla 1.** Ejemplo de competencia, con sus contenidos y estrategias asociados.

En la Universidad de Deusto, las competencias genéricas están repartidas a lo largo de las titulaciones entre las diferentes asignaturas, pudiendo una misma asignatura trabajar varias competencias y una competencia ser trabajada en diferentes asignaturas. El grupo total de competencias son además sacadas de un grupo mayor dependiendo del perfil de cada titulación.

Arquitectura de los Computadores se divide en parte de teoría y parte de prácticas, teniendo cada parte unos créditos asignados, y temario y evaluaciones propias e independientes. En el caso de teoría, la competencia genérica a trabajar es la de Orientación a la Calidad, y en el caso de prácticas la Expresión Oral.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	TÉCNICAS	CALIFICACIÓN
<p><b>COMPETENCIA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar sistemas basados en las arquitecturas analizadas, para control de sensores y actuadores.</li> </ul> <p><b>INDICADORES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación clara y estructurada de la información.</li> <li>2. Corrección de la información.</li> <li>3. Adecuación del nivel de concreción de la información.</li> </ol>	<p>Recogida de tres trabajos (indicadores 1, 2 y 3 para cada uno):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resumen de conocimiento de conceptos (5%)</li> <li>• Resumen de periféricos de entrada/salida (5%)</li> <li>• Diseño del proyecto a realizar.</li> </ul>	<p>Los dos primeros trabajos serán evaluados por el profesor, y valdrán un 5% de la nota cada uno. El 3º se evaluará por el método de pares, y aunque no puntúa, es necesario para la siguiente fase.</p>

**Tabla 2.** Ejemplo de competencia, con sus indicadores y técnicas de evaluación.

Lo siguiente será estructurar los contenidos en base a las competencias, de modo que si hay contenidos que no trabajan ninguna competencia, habría que preguntarse si dichos contenidos son o no necesarios y, por otra parte, si hay competencias que no tienen contenidos asociados habrá que incorporar nuevos contenidos: lo importante son las competencias. Se completa así la columna central de la Tabla 1, y se modifica si es necesario la columna primera.

Hasta aquí, el mayor problema suele ser la reticencia de algunos docentes a eliminar parte de la materia, ya que toda se considera importante, pero si el análisis de competencias específicas se ha realizado de forma exhaustiva tiene sentido pensar que todo contenido que no trabaje esas competencias (lo que queremos que aprendan) estamos impartiendo “para nada”.

El tercer paso debiera ser buscar la estrategia de enseñanza-aprendizaje que mejor se adapte a la enseñanza de esos contenidos (última columna de la Tabla 1). Y aquí viene el segundo de los problemas, el paso que más cuesta, ya que los docentes especializados en un área no tienen por qué tener conocimientos de cómo impartir ciertas competencias genéricas, con lo cual suele ser necesario el apoyo de otros departamentos de la universidad, como el ICE (Instituto de Ciencias de la Educación), que instruya primero a los docentes [3]. Al desconocimiento de técnicas se une la falta de costumbre en innovación, la cantidad de trabajo asociado, etc. por lo que no es de extrañar que en la mayoría de los casos se sigan haciendo las cosas de la misma forma: el profesor explica y los alumnos copian. Y es, sin embargo, la esencia misma del cambio: de nada sirve llamar a los créditos de otra forma, cambiar el nombre de objetivos por competencias... si luego seguimos haciendo lo mismo. No se propone cambiar todo de un día para otro, pero sí el ir introduciendo pequeños cambios, poco a poco: introducir prácticas en la asignatura si no las hay, intercalar ejercicios de comprobación de la teoría, dejar que los alumnos preparen y expliquen ellos mismos una parte de un tema... Las técnicas son muchas y muy variadas, pero todas se basan en dejar que el alumno participe de forma activa en la clase. La asignatura que aquí se presenta ha llegado a lo que algunos podrían llamar el máximo en este aspecto, pero los profesores involucrados siguen introduciendo cambios cada curso. De hecho, lo que actualmente conforma la asignatura se ha ido gestando a lo largo de varios años, y ha sido necesaria la asistencia de los profesores a cursos de muy diversa índole impartidos por el ICE de la universidad. Los siguientes apartados se centrarán en este tema.

A continuación, se tendrá que analizar detenidamente el sistema de evaluación, teniendo en cuenta que ahora lo que se evalúa son competencias (Tabla 2). Y se tendrá que pensar en los indicadores y en las técnicas en las que se basa dicha evaluación. Se tendrá que especificar, así mismo, el porcentaje sobre la nota total de cada una de las competencias. Aunque el análisis de todos estos datos puede llevar un trabajo bastante laborioso, es un buen ejercicio ya que obliga a pensar en la importancia de cada parte y a equilibrar la evaluación según esa importancia, haciéndola más justa para el alumno, y más fácil de llevar a la práctica para el profesor.

Por último, no debemos olvidar que todo lo que hacen **los alumnos** se debe corresponder con un número de horas determinado por los ECTS de la asignatura. Cada ECTS tiene asignadas 25 horas, las cuales incluyen tanto lo realizado en el aula, como trabajos en laboratorio, casa, preparación de exámenes, etc. Será misión del profesor asignar una carga de trabajo aproximada a los alumnos para cada una de las actividades, y tener un método de control que sirva para ir ajustando poco a poco dicha carga (Tabla 3).

TEMA	COMPETENCIAS	ACTIVIDADES	DOCUMENTACIÓN	TIEMPO		TIEMPO TOTAL	SESIÓN INICIO	SESIÓN FIN/ENTREGA
				En Aula	Fuera Aula			
		Presentación de la asignatura. Formación de grupos. • <b>1.1.</b> Búsqueda de bibliografía sobre la asignatura	Programa y Guía de Aprendizaje (plataforma virtual)	1h	30m	1h30m	1ª Sesión	
<b>TIP</b>	<b>CE1:</b> Diseñar sistemas basados en las arquitecturas analizadas, para control de sensores y actuadores.	<b>Act. 1.</b> Aprendizaje Cooperativo para recogida y explicación de información. Técnica del puzzle. • <b>1.2.</b> Repartición de trabajos. • <b>1.3.</b> Preparación del resumen individual. • <b>1.4.</b> Reunión de expertos. • <b>1.5.</b> Vuelta a grupos.  <b>Act. 2.</b> Elaboración de un resumen por parte del grupo.	Transparencias de clase, bibliografía de la asignatura e información disponible en la plataforma virtual.	1h  1h 1h	3h   1h	7h	2ª Sesión	3ª Sesión

**Tabla 3.** Ejemplo de tiempos asignados a cada actividad del alumno.

### 3. Estrategias de enseñanza aprendizaje

Desde mucho antes de que se hablara de Bolonia, en el Departamento de Arquitectura de los Computadores, Electrónica, Automática y Telecomunicaciones, siempre se ha intentado que las asignaturas resultaran interesantes para el alumnado. Así, el primer paso dado hace años fue la diferenciación en la mayoría de las asignaturas de una parte de teoría y una parte de prácticas. Cada una con sus profesores y horarios independientes, materia relacionada aunque también diferenciada, y un porcentaje de evaluación fijo y con obligación de aprobado por separado. Esto supuso el primer gran cambio en el modo de trabajar. A partir de aquí, los cambios han sido paulatinos y no tan acusados, pues sólo se trata de pequeñas dinámicas, muy fáciles de llevar a cabo, que se introducen para temas concretos. A continuación se exponen varias de las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en Arquitectura de los Computadores. La mayoría de ellas pueden ser adaptadas para su utilización en diversas asignaturas técnicas.

#### 3.1. Resolución de ejemplos y problemas

Además de la exposición del profesor en el aula, la técnica más utilizada en la teoría de la asignatura es la resolución de ejemplos y problemas por parte de los alumnos. Se rompe así el ritmo normal de la asignatura y se hace reflexionar a los alumnos sobre diversos aspectos, desde los puramente numéricos de rendimiento o capacidad de un ordenador, hasta el diseño de mejoras en las arquitecturas propuestas.

#### 3.2. Aprendizaje cooperativo por el método del puzzle

Se adoptó este método para trabajar los contenidos relativos a los microcontroladores, que es el eje principal de las prácticas de la asignatura. Al tratarse de varios temas relacionados, pero de comprensión independiente, se presta a ser divididos en partes según se necesita en la dinámica.

Para ello se forman grupos de cuatro alumnos, salvo excepciones en que podrán ser de tres o cinco, y serán grupos base para la realización de todas las actividades y trabajos.

La materia en este caso está recogida en diversos libros y manuales que los grupos deben comprar y/o descargar de Internet. Una vez el profesor indica cómo dividirla en partes, serán los grupos los

encargados de asignar una parte a cada miembro del equipo. Cada alumno deberá preparar entonces la materia hasta llegar a ser capaz de explicarla a los compañeros. Una vez preparados sus temas, deberá traer el trabajo para juntarse en grupos de expertos. Dichos grupos estarán formados por cuatro (o cinco) alumnos que habrán trabajado los mismos temas, y su misión será la de resolver los problemas que hayan podido surgir e intercambiar dudas y soluciones encontradas. El profesor, mientras los expertos trabajan, recorrerá los grupos para resolver las dudas o problemas que queden pendientes. Como tercera fase, cada alumno volverá a su grupo base para explicar a sus compañeros su parte de materia. El profesor volverá a pasar por los grupos para resolver las nuevas dudas surgidas. Al término de la dinámica todos los alumnos conocerán los contenidos sobre microcontroladores al completo. Otra tarea imprescindible del profesor en este método, es el determinar e incluso acotar lo que se considera más importante de la materia que los alumnos deben preparar, sobre todo si luego va a ser evaluada de forma independiente. En el caso de esta asignatura la premisa es que al término, cada alumno debe haber realizado un resumen que le sirva de guía para la realización de las prácticas, no teniendo que saber de memoria, por ejemplo, la situación de cada patita dentro del microcontrolador o el listado de instrucciones, pero sí saber interpretar los parámetros de dichas instrucciones o qué hay que hacer con la patita llamada “GND”.

### 3.3. Dinámica de grupos

Para la realización de un proyecto con microcontroladores, además de la teoría sobre éstos, se deben conocer los periféricos de entrada/salida típicos en este tipo de sistemas, así como su forma de utilización. Algunos son ya conocidos de otras asignaturas y otros, aunque nuevos, se asemejan bastante a éstos. Por ello, la introducción de una dinámica en la que participe toda la clase, puede hacer atractiva esta parte de la materia, que de otro modo podría resultar monótona por lo repetitivo. Se ha pensado que la dinámica empleada no sea siempre la misma, de ahí que no se especifique en la planificación.

La primera puesta en marcha ha sido la de formar un panel gigante entre toda la clase (Figura 1). Para ello se reparten tres tipos de tarjetas, de tres colores distintos, entre todos los alumnos. Unas tarjetas son fotografías de los periféricos que se quieren estudiar, otras son los nombres de dichos periféricos, y las terceras la explicación de su funcionamiento. En la pizarra se colocan carteles indicando las clasificaciones posibles: “sensores”, “actuadores”, y dentro de los sensores “digitales” y “analógicos”. Hay un quinto cartel de “especiales” para periféricos ambiguos o dispositivos auxiliares. Los alumnos deberán entonces levantarse y colocar en su sitio las tarjetas que les ha tocado: primero los de fotografías, luego nombres, y por último funcionamiento. Para hacer más dinámica la clase no se debe guardar ningún orden ni esperar a que un compañero se sienta para levantarse. Si se piensa que alguna tarjeta está mal colocada, puede además cambiarse de sitio.



**Figura 1.** Resultado de la aplicación de la dinámica de grupos.

Al terminar, el profesor irá cogiendo los grupos de tarjetas e indicando algunos datos adicionales, como ejemplos de utilización o modo de programación. Si el ambiente generado ha sido bueno, la dinámica da pie a la realización de bromas sobre los fallos cometidos, lo que suele servir para fijar mejor las ideas correctas.

### 3.4. Método del caso

El objetivo final de las prácticas es la realización de un proyecto, que va a suponer un alto porcentaje de la nota. Puede ocurrir que los grupos tiendan a la realización de proyectos demasiado sencillos o muy complejos. Si la desviación se produce sólo en algún grupo no importa, porque suele coincidir con grupos más o menos trabajadores y ese es el motivo. Pero a menudo sucede que los alumnos tienen en conjunto una visión de la asignatura que viene influenciada por el profesor, comentarios de otros años, cantidad de trabajo de otras asignaturas, etc. Además, cuando se realizan este tipo de dinámicas, la motivación transmitida sitúa las expectativas mucho más alto que en una metodología tradicional, lo cual puede generar problemas a la hora de su puesta en práctica. Se trata, por tanto, de conocer las intenciones de los grupos en relación al proyecto que quieren realizar, para ayudar a encauzar los esfuerzos requeridos.

Para ello se utilizará el Método del Caso, que además de ayudar a definir el diseño del proyecto marcará el tipo de proyecto que se quiere que realicen. Cada semestre el profesor elige un tema diferente, lo cual sirve no sólo para que no se puedan producir copias de un curso a otro, sino para ir adaptando el proyecto, las formas de proponerlo, requisitos, etc. según las observaciones y encuestas realizadas durante el semestre anterior. En el primer semestre del curso 2007-2008 el caso ha venido en forma de Concurso de Innovación en la industria de los juegos electrónicos: los grupos debían diseñar un Sudoku para presentarlo al concurso, y para ello debían definir su lógica de funcionamiento y qué características lo hacían diferente de los ya existentes. En el segundo semestre el tema ha sido la realización de una prenda de ropa o complemento “tecnológico”, es decir, con una serie de sensores y actuadores que lo dotaran de alguna característica especial. Así, en la fecha de entrega de esta comunicación, los grupos están ultimando los montajes y programación de bastones para ciegos, camisetas que te ayudan a encontrar la pareja ideal según el color de la ropa, o bolsos antirrobo, por poner sólo algunos ejemplos. Las preguntas que acompañan al caso y los requisitos impuestos ayudarán a plantearse cuestiones y a marcar unos límites que, de no existir, a menudo no se encuentran hasta la fase de programación, dando lugar a frustraciones y pérdida de tiempo.

Al finalizar la actividad, los grupos tienen definido en qué consistirá el proyecto y qué recursos necesitan.

### 3.5. Evaluación por pares

El diseño realizado por el Método del Caso necesita ser corregido antes de pasar a la fase siguiente. Si esta corrección dependiera exclusivamente del profesor, el tiempo necesitado sería excesivo. De esta forma se consigue que en una sola hora de clase los grupos tengan su diseño corregido, estando listos para ponerlo en práctica.

En un primer paso, el profesor recoge el diseño de los grupos, que deberán tener ya acabado. Los vuelve a repartir, esta vez de forma inversa, teniendo cuidado de que a ningún grupo le toque ni el suyo ni el de grupos que pueda tener por alrededor, ya que se trata de que cada grupo corrija el trabajo de otro sin que ese otro intervenga.

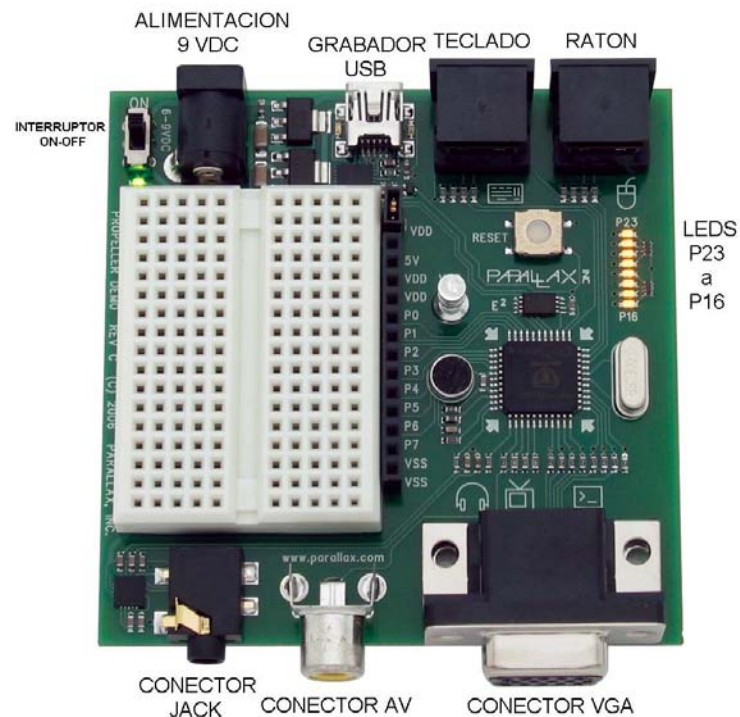
A continuación, el profesor da unas pautas de corrección, que no son más que las posibles respuestas a las preguntas planteadas en el Método del Caso, para asegurarse de que todos los grupos han entendido lo que se pretendía. Mientras los grupos corrigen, el profesor va resolviendo las dudas en alto según van apareciendo.

Los grupos tienen media hora para corregir. Se recalca que no se trata de poner una nota. Tienen que imaginarse que ellos son los programadores que van a realizar el proyecto que un analista ha plasmado en ese diseño y, por tanto, anotar todo aquello que creen que está mal o no entienden.

Una vez terminada la corrección, se devuelve a cada grupo su trabajo para que vean las anotaciones, reflexionen sobre si tienen que corregir algo, pregunten dudas al profesor o al grupo que les corrigió, etc. Los grupos tienen más tiempo para reformar en casa su trabajo inicial con los problemas resueltos.

Aunque el objetivo inicial para utilizar esta dinámica era la de descargar de trabajo de corrección al profesor, para poder continuar cuanto antes con la siguiente fase, se ha visto que existen beneficios adicionales [4], como que los grupos aprenden de los fallos y de la forma de trabajar de sus compañeros, y el tener que explicar por qué han hecho las cosas de una determinada forma les ayuda, así mismo, a replantearse su propio trabajo. El profesor tiene, además, una forma de conocer dónde están las principales dudas sobre la materia, en un ambiente distendido, y de ir las resolviendo para el conjunto de la clase según van saliendo.

### 3.6. Laboratorio



**Figura 2.** Fotografía de la Propeller Demo de Parallax.

Llega la hora de poner en práctica lo aprendido, pero antes de empezar con la realización del proyecto, se hace necesario conocer las herramientas con las que se va a trabajar. Para ayudar al alumno con este comienzo, se preparan una serie de ejercicios base que recorren todas las posibilidades de acción del microcontrolador y de los periféricos de entrada/salida más típicos ya vistos en otra sesión. Así, habrá un ejercicio para trabajo con el teclado, otro con el monitor de televisión o pantalla LCD, otro con un sensor analógico, etc. Estos ejercicios servirán al alumno, por una parte para comprobar la teoría de forma práctica y, por otra, para utilizarlos más adelante como parte de su proyecto.

Junto a los ejercicios se dispone de una placa entrenadora de propósito general, que servirá tanto para probar éstos como para la realización del proyecto final. En el primer semestre se ha tratado del Propeller Demo de Parallax (Figura 2) [5], que ofrece 8 pines de propósito general y una serie de conexiones ya asignadas a periféricos estándar muy extendidos como el ratón o el monitor de ordenador. Durante el segundo semestre la placa es la PicSchool de Ingeniería de Microsistemas Programados (Figura 3) [6], que utiliza un Pic como microcontrolador, y dispone de periféricos tan habituales como un teclado hexadecimal, una pantalla LCD, interruptores, LED, e incluso un puerto serie para conectar con otros dispositivos, todo ello con conexionado flexible. Una ventaja de la utilización de estas dinámicas es que no se ven influenciadas por la placa o microcontrolador utilizado: tan solo hay que cambiar la bibliografía y ejercicios de consulta.

Tras la presentación de la placa y las posibilidades que ofrece, se explica a los alumnos, ya en el laboratorio, los pasos a seguir, tras lo cual dedican la sesión a probar los ejercicios que les pueden interesar para su proyecto. Para la prueba se utiliza el software que acompaña a la placa.



**Figura 3.** Fotografía de la PicSchool de Ingeniería de Microsistemas Programados.



### 3.7. Realización del proyecto

Los alumnos aprendieron la teoría, conocieron los posibles sensores y actuadores de los que iban a disponer, pensaron en qué iba a consistir su proyecto, y probaron ejercicios de muestra. Llega ahora la parte más importante de las prácticas: la conjunción de todos esos elementos para la realización de un proyecto. Aunque ya se han ido adelantando cosas según salían los temas, es el momento de subrayar qué se pretende con el proyecto, qué partes tiene, cómo se va a puntuar, etc. A partir de aquí y casi hasta el final del semestre, las clases serán en laboratorio, donde los grupos irán a trabajar en su proyecto concreto.

El profesor servirá de apoyo para resolver dudas sobre el funcionamiento de un periférico, conceptos del microcontrolador, o asesorar sobre la conveniencia de aplicar un recurso u otro, aunque no para corregir código. El profesor, además, debe asegurarse durante estas sesiones de la participación de todo el grupo, observando y anotando en caso necesario faltas reiteradas de algún miembro o actuaciones no buscadas. Los grupos contarán además con los laboratorios abiertos fuera de las horas lectivas, para poder completar su proyecto.

Algunos grupos llegan a materializar su diseño más allá del prototipo pedido en el entrenador.

### 3.8. Presentación oral

Aunque se sitúa en este punto porque los grupos harán la presentación tras la realización del proyecto, las pautas para su preparación se dan antes de comenzar con los ejercicios de laboratorio, para que los grupos puedan prepararlo a su ritmo y no interrumpir una vez comenzado el proyecto.

Para ello, se pensó en una dinámica que sirviera de ejemplo. Se propuso a un becario no experimentado la exposición de un proyecto, que no era suyo, con muy poco tiempo de antelación. Sólo se le dijo que debía realizar una serie de diapositivas y explicarlo en un máximo de 15 minutos. Se pretendía con ello que dicha presentación fuera deficiente en diversos aspectos, como calidad de las diapositivas, nerviosismo por falta de preparación y conocimientos, etc. Antes de comenzar se repartió a los alumnos unas hojas con los aspectos en los que se tenían que fijar. Éstos se dividían entre características de la comunicación verbal y no verbal. Tras la exposición, se sitúa el contexto en que ésta se ha realizado para comprender las posibles faltas cometidas, y se dan las características de una buena presentación oral.

A continuación se explica en qué consistirá la presentación del proyecto. Cada grupo tendrá que acomodarse a un papel determinado: dirigida al usuario final del producto, o al hipotético concurso de la Dinámica del Caso, o a un grupo de analistas... El representante del grupo para realizarla será elegido por el profesor en el momento de la misma. En el primer semestre de este curso se han visto desde anuncios hasta pequeñas obras de teatro, y en este semestre se espera algún que otro desfile de modelos. Se intenta hacer comprender a los alumnos que tan importante como la calidad del proyecto, que tiene su apartado de puntuación, es la presentación o "venta" que se realiza de éste, con su valoración independiente. Se liga además esta competencia con la importancia para su futuro profesional.

### 3.9. Presentación escrita

Aunque la expresión escrita tiene una sesión dedicada a hablar de ella, tras la presentación oral, cuando se llega a esta parte son ya varios los trabajos entregados por los grupos. En la corrección de dichos trabajos se habrá prestado atención no sólo a los contenidos sino a aspectos más formales como ortografía, acentuación, etc., y los fallos encontrados se habrán comentado en clase.

Así, en la clase correspondiente, se hace un repaso por todos los aspectos ya comentados, haciendo hincapié en aquellos en los que más problemas se ven y en los que se tendrán en cuenta al corregir la memoria final. Por tratarse de una asignatura técnica, no sólo se deberá cuidar la expresión escrita de la

lengua, sino otras formas de expresión como son los organigramas para mostrar el flujo de un programa, o los esquemas electrónicos de conexión de los periféricos de entrada/salida.

### 3.10. Moodle como plataforma virtual

Durante este curso, además de las metodologías expuestas hasta el momento, se ha comenzado a hacer uso de la plataforma virtual Moodle (Figura 4) como apoyo a diversas asignaturas del departamento [7]. Con ella se pretende: poner a disposición de los alumnos, de una forma cómoda y sencilla, documentos como la Guía de Aprendizaje y el Programa de la asignatura; la notificación de correcciones, modificación o ajustes de actividades a entregar; proporcionar la documentación de las Unidades Didácticas como diapositivas, material de consulta, orientaciones...; la recogida de trabajos y realización de comentarios sobre los mismos; el seguimiento de las actividades propuestas a los grupos; y la resolución de dudas a través de los foros o correos directos.

### 3.11. Recursos multimedia

También como novedad este curso, enmarcado en un proyecto aprobado por el Vicerrectorado de Innovación y Calidad, se está estudiando la creación de una librería de recursos multimedia que sirvan de apoyo a determinadas explicaciones dadas por el profesor en las clases. No se trata de grandes simuladores de propósito general, sino de pequeños demostradores de conceptos muy concretos, como la variación de velocidad de un motor cuando se trabaja con PWM, o cómo influye la luz en una LDR (Figura 5). Se pretende además que algunos de estos recursos sean interactivos, pudiendo el alumno modificar un voltaje o comprobar qué ocurre cuando se alimenta mal un componente. Se prevé que puedan estar disponibles para el curso 2008-2009, y serán una herramienta más que se encontrará en la plataforma virtual Moodle acompañando a la documentación de la asignatura.

## 4. Conclusiones

Las metodologías aquí descritas se empezaron a poner en marcha durante el segundo semestre del curso 2005-2006, a excepción del Método del Caso y la Presentación Oral. Así mismo, aunque se realizó una Presentación Escrita del proyecto, el método no fue trabajado en clase. En el primer semestre del curso 2006-2007 se realizaron ya todas las dinámicas (a falta todavía de la utilización de Moodle y los recursos multimedia), y se puede hablar de unos primeros resultados completos.

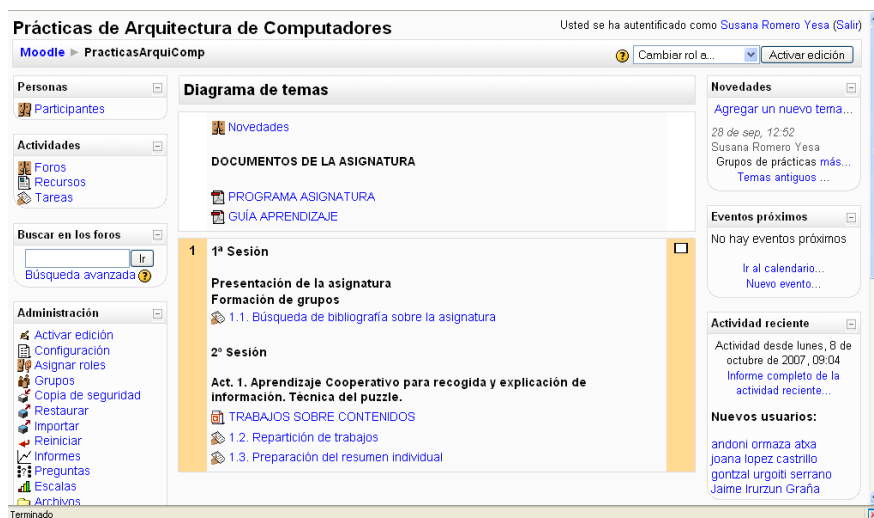
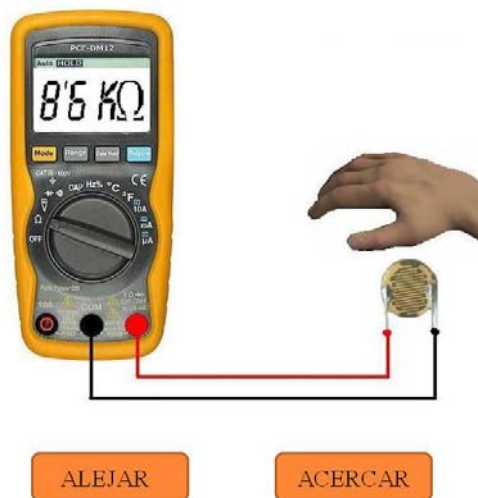


Figura 4. Imagen de la página principal de la asignatura.



**Figura 5.** Ejemplo de recurso multimedia para comprender la variación de resistencia de una LDR con la luz.

En el curso 2005-2006 el 100% de los grupos aprobaron las prácticas de la asignatura. En el primer semestre del curso 2006-2007, el porcentaje fue algo menor, alrededor del 90%, lo cual no resulta significativo si lo comparamos con años anteriores, con porcentajes del 60%-70% y notas inferiores, y en el segundo semestre de ese mismo curso el porcentaje volvió a subir al 100%. Por último, durante el primer semestre de este curso, sólo dos grupos no entregaron el proyecto y, en este semestre, a falta de algo más de un mes para terminar las clases, cinco grupos de un total de trece han terminado ya. Pensamos que la diferencia desde que se comenzó con estas dinámicas se debe al seguimiento que se hace mediante la entrega progresiva de trabajos, que ayuda a encontrar los errores desde el primer momento que se producen. Además, los grupos saben en todo momento cómo se les evalúa y, por tanto, qué deben hacer para conseguir la nota deseada, lo cual les motiva hacia un objetivo.

Con respecto a los alumnos, cuando se les ha realizado un test de incidencias críticas tras la dinámica de los sensores/actuadores, se han obtenido resultados muy satisfactorios, en cuanto que suelen encontrar la parte de prácticas de la asignatura dinámica e interesante, calificativos que se repiten en el 90% de las encuestas. Como parte negativa, la cantidad de trabajo a la que hay que hacer frente para soportar todas las entregas, lo que obliga a llevar al día la asignatura, cosa que para unos es bueno y para otros no. No obstante, al hablar con ellos sobre los resultados, suelen admitir que no les lleva más tiempo que el estipulado: lo que ocurre es que no están acostumbrados al trabajo continuo. Otro aspecto negativo que han remarcado es que a veces no conocen bien el objetivo de la realización de una determinada dinámica, cuando creen que sería más sencillo realizar el trabajo de otra manera. Para solucionar esto último se ha pensado en introducir para el próximo curso una explicación detallada de las dinámicas: objetivos, material, tiempos, actividades complementarias, etc.

Como otro dato negativo, algunos grupos siguen sin entregar a tiempo los trabajos, a pesar de conocer desde el principio la planificación de la asignatura, no sabemos si por no entender bien el documento o por la misma falta de costumbre. No obstante, este problema ha disminuido significativamente con la introducción de Moodle, ya que los alumnos se han acostumbrado a consultarlo cada semana para buscar nuevos documentos o informaciones que se les haya podido dejar, y son avisados por tanto de los trabajos pendientes.

Por parte de los profesores, para la introducción de diferentes métodos para cada grupo de contenidos, se han tenido que sopesar los recursos necesarios y los disponibles, no sólo a nivel económico sino de tiempo, personal, etc. Una vez vista su viabilidad y adaptados a la situación, sólo ha quedado asignarles tiempos y fechas concretas, así como un porcentaje de nota.

Una vez planificadas las actividades, su preparación y ejecución es sencilla, aunque a veces la carga de trabajo para la corrección de lo recogido a los grupos se vuelve excesiva.

Como conclusión podríamos decir que el esfuerzo merece la pena. Una asignatura considerada por los alumnos como complicada, en parte porque cuesta entender su importancia dentro de la carrera, ha pasado a ser interesante y a conseguir resultados satisfactorios tanto en el proceso como en el resultado, sin por ello bajar la exigencia.

Si bien es cierto que todavía quedan aspectos por mejorar, como la elaboración de guías para un seguimiento de actividades de los alumnos fuera del horario lectivo, búsqueda de metodologías para adecuar la carga de trabajo del profesor, o mejora de los recursos utilizados...

No obstante, a nuestro entender, el paso dado ha sido el más importante, ya que al ser el primero es el que más cuesta, y lo demás puede irse mejorando en cursos sucesivos. Si se hacen bien las cosas, siempre se encontrará algo que mejorar, alguna metodología que cambiar para no hacerlo repetitivo, etc.

Dichos progresos deben además ir acompañados de cambios institucionales, como adecuación de las aulas y los medios de éstas, de los horarios presenciales, ayudas técnicas y materiales para preparación de recursos, etc. Los inconvenientes encontrados en este sentido son a menudo los que desaniman o entorpecen y limitan la incorporación de nuevas metodologías. Nuestra propuesta es la de comenzar con aquellos que más sencillos nos resultan por preparación y ejecución, e ir mejorándolos y aumentándolos poco a poco.

Además, creemos firmemente que la utilización de metodologías no expositivas puede ser válida para todo tipo de asignaturas, en mayor o menor medida, y que no es necesario un cambio radical como el presentado en esta experiencia para empezar a apreciar resultados.

## Referencias

- [1] Poblete, M., García, A., y otros. *“Desarrollo de Competencias y Créditos Trnasferibles”*, Ediciones Mensajero, Bilbao (2007).
- [2] Villa, A., Poblete, M., y otros. *“Aprendizaje basado en Competencias. Una propuesta para la evaluación de las Competencias Genéricas”*, Universidad de Deusto, Bilbao (2007).
- [3] ICE (Instituto de Ciencias de la Educación). *“Cuadernos monográficos del ICE. Serie didáctica Núm. 1 al 5”*, Universidad de Deusto, Bilbao (1995).
- [4] Romero, S. *“Evaluación por pares en las prácticas de Arquitectura de Computadores”*. Comunicación presentada en las II Jornadas Universitarias de Innovación y Calidad: Buenas Prácticas Académicas. Universidad de Deusto. Bilbao (septiembre 2006).
- [5] [www.parallax.com](http://www.parallax.com)
- [6] [www.microcontroladores.com](http://www.microcontroladores.com)
- [7] Ruiz, I., Romero, S., *“Moodle: una herramienta eficaz aplicada a la enseñanza de las prácticas, en el área de Electrónica y Arquitectura de los Computadores”*. Comunicación presentada en el TAAE'08. Zaragoza (julio 2008)