

Metodologías activas para facilitar el aprendizaje en un curso básico de Tecnología de Computadores

S. BLANC CLAVERO Y J. V. BENLLOCH DUALDE

Escuela Técnica Superior de Informática Aplicada, Departamento de Informática de Sistemas y Computadores, Universidad Politécnica de Valencia, España

Esta comunicación desarrolla una iniciativa de la Escuela Técnica Superior de Informática Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. El objetivo que pretende alcanzar es analizar la viabilidad de aplicar nuevas metodologías activas en el primer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, valorando aquellos factores que puedan proporcionar una medida sobre el coste de implantación, el esfuerzo personal de alumnos y profesores y, en particular, los resultados académicos. Nuestra contribución se centra en la asignatura de Ampliación de Tecnología de Computadores, donde partiendo del contrato de aprendizaje se plantea una alternativa a la docencia tradicional que potencia la actividad del alumno y su evaluación durante todo el cuatrimestre.

1. Introducción

La asignatura objeto de la presente comunicación viene siendo impartida por el Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA), desde el año 1985, con enfoques diferentes. A partir del curso 2001-02, momento en el que se introduce un nuevo plan de estudios, la asignatura correspondiente a la *Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (ITIS)*, pasa a denominarse *Ampliación de Tecnología de Computadores (ATC)*. Tiene carácter troncal y se imparte en el segundo semestre del primer curso con 6 créditos de aula y 1,5 de prácticas de laboratorio.

Desde ese mismo curso, se han desarrollado diversos proyectos de innovación [1] dentro de los diferentes programas de nuestra Universidad [2]. Una de estas iniciativas para el curso 2005-06, es la puesta en marcha de un *Grupo Piloto* que incluye todas las asignaturas de primer curso de ITIS y que cuenta con unos 40-50 alumnos de nuevo ingreso y un máximo de 20-30 repetidores. La coordinación del proyecto está a cargo de la dirección de la Escuela Técnica Superior de Informática Aplicada (ETSIAP), que cuenta con el apoyo profesional del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV.

Existen varios motivos para mantener una colaboración activa entre los profesores de las distintas asignaturas de un mismo curso. Es en este primer año de universidad, cuando más se debe favorecer la autonomía del alumno, lo que implica darle un papel más activo en su aprendizaje, y éste es un objetivo transversal a todas las asignaturas. Esto entronca perfectamente con las iniciativas puestas en marcha por la Universidad, en el marco de la Convergencia Europea, con acciones concretas como [3]:

- Formación del profesorado orientada a nuevas competencias sobre aprendizaje-enseñanza.
- El alumno como protagonista de su proceso educativo.
- Planes estratégicos de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) elaborados por la propia Universidad, que para este curso incluye como línea de actuación prioritaria la coordinación horizontal y vertical de asignaturas, así como la elaboración de las llamadas *guías docentes*.
- Integración de nuevos recursos didácticos y nuevos procedimientos de evaluación.
- Apoyo a iniciativas encaminadas a la mejora de los procesos educativos.

El objetivo principal del Grupo Piloto es aplicar nuevas metodologías activas de aprendizaje-enseñanza, para después poder analizar la viabilidad de extender este tipo de metodologías a todas las asignaturas del centro, valorando el coste de su implantación, los recursos necesarios, el esfuerzo

personal de los profesores y, muy en particular, la respuesta del alumno y su efecto sobre el rendimiento académico.

Otro motivo que hace necesaria la colaboración de todos los profesores que participan en el Grupo Piloto es la estimación de la carga lectiva tanto de los alumnos como de los profesores. Se pretende evitar que exista un desequilibrio de dedicación por parte del alumno entre asignaturas que aplican nuevas metodologías, y por tanto una evaluación más continua del alumno, y asignaturas con una única evaluación final.

Como punto de partida para determinar las actividades de aprendizaje y evaluación en cada asignatura, el Grupo Piloto incorpora el *contrato de aprendizaje*. Además de ser una herramienta muy positiva y favorecedora de la autonomía del alumno, también es una herramienta que clarifica las estrategias propuestas por cada asignatura y cuál va a ser el reparto del esfuerzo del alumno a lo largo del curso. El núcleo del contrato de aprendizaje es común para todas las asignaturas, aunque cada una debe adaptar el contrato a sus objetivos específicos.

2. El contrato de aprendizaje

El objetivo de esta comunicación es describir la adaptación del contrato de aprendizaje en el Grupo Piloto para la asignatura ATC en el curso 2005-2006. La adaptación del contrato comienza por la definición de los objetivos específicos y competencias profesionales que aborda la asignatura. Para cada una de las actividades de aprendizaje propuestas existe su correspondiente actividad de evaluación, todas ellas diseñadas para fomentar el logro de los objetivos de aprendizaje. En ATC se propone que el alumno sea capaz de:

- O1.- Distinguir los principales dispositivos semiconductores utilizados en la Tecnología de Computadores.
- O2.- Analizar circuitos electrónicos de mediana complejidad que incluyan dispositivos semiconductores básicos.
- O3.- Diferenciar los circuitos electrónicos en régimen lineal de los circuitos en conmutación.
- O4.- Identificar y comparar las principales tecnologías de circuitos digitales integrados.
- O5.- Utilizar adecuadamente la instrumentación electrónica básica.
- O6.- Realizar montajes de circuitos electrónicos sencillos con dispositivos discretos, sobre placa de prototipos.
- O7.- Simular circuitos electrónicos mediante un entorno de simulación asistido por computador.
- O8.- Asumir responsabilidades individuales y desarrollar una actitud positiva ante el trabajo en grupo.

La Fig. 1 relaciona las diferentes actividades propuestas que abordan los objetivos declarados, diferenciando entre actividades de aprendizaje y actividades de evaluación.

2.1. Actividades de aprendizaje

Durante este curso hemos aplicado ocho tipos de actividades de aprendizaje. Las horas presenciales definidas en los horarios del curso se dividen entre clase de teoría, clase de problemas y prácticas en el laboratorio. La *clase de teoría* tiene asignada una hora y media semanal, mientras que el resto de grupos dispone de media hora adicional. La idea era derivar horas para otras actividades de aprendizaje sin sobrecargar en exceso al alumnado. Las clases se imparten para todos los alumnos del grupo a la vez, teniendo un compromiso de asistencia definido en el contrato de al menos el 80%.

Nos resulta interesante destacar que el compromiso de asistencia es parte del contrato de todas las asignaturas de Grupo Piloto. La homogeneidad en esta decisión es importante, a fin de evitar que el alumno acabe cambiando sus horarios tratando de concentrar las asistencias obligatorias en el mínimo número de días posibles. Este efecto puede ser especialmente perjudicial para las sesiones de prácticas de laboratorio, donde nos encontramos con grupos muy numerosos frente a grupos muy reducidos, cuando la intención del programa de matriculación fue formar grupos más o menos iguales.

A la **clase de problemas** se le ha asignado otra hora y media semanal para el alumno. Sin embargo, debido a que la atención en estas clases debe ser más personalizada, el Grupo se divide en dos. Cada parte del Grupo tiene asignado un horario de problemas diferente. En estas clases se llevan a cabo actividades de trabajo presenciales tanto individuales como en grupo.

Tanto en los **seminarios** como en las **tutorías**, el alumno va a recibir una realimentación en su estudio. La diferencia entre ambas es que los seminarios se realizan en grupo en horas contempladas como presenciales, mientras que las tutorías no. El principal objetivo de los seminarios es trabajar sobre los resultados de las pruebas objetivas de evaluación recientemente realizada por el alumno. Cada seminario se ha realizado a la semana siguiente de la prueba de evaluación. El motivo de realizar pruebas objetivas es precisamente el de obtener los resultados en un breve plazo de tiempo, sabiendo para cada alumno cuál o cuáles son las preguntas que ha fallado y por tanto los aspectos que debe mejorar. Sin embargo, para algunos alumnos un seminario no es suficiente. Necesitan del apoyo adicional que van a encontrar en las tutorías.

Las **actividades de trabajo en grupo dirigidas** entroncan directamente con el objetivo de asumir responsabilidades individuales y desarrollar una actitud positiva ante el trabajo en grupo. Pero no sólo eso. Esta actividad está relacionada con una actividad de evaluación, la realización de un trabajo, y por tanto, es una oportunidad para el alumno de tomar decisiones que afecten a su nota final.

Las **actividades de trabajo individuales dirigidas** son también una forma de refuerzo. Aunque se proponen básicamente en tutorías, estas actividades se evalúan mediante el portafolio del alumno.

Finalmente, una parte importante de la asignatura, que afronta varios de los objetivos que queremos alcanzar, son las **prácticas en el laboratorio**. En el laboratorio, además de afianzar los conceptos explicados en clase, durante dos horas quincenales se pueden y deben trabajar procedimientos, habilidades y, por supuesto, actitudes.

2.2. Actividades de evaluación

Se han considerado siete indicadores de aprendizaje, seis de ellos son parte de la evaluación. En la Fig. 1 se presenta el peso de cada actividad en la nota final. La prueba de nivel, el primer día de clase, no tiene peso, sólo sirve como indicativo del nivel de nuestros alumnos con respecto a otros grupos de la asignatura.

Durante los últimos años, en la asignatura de ATC se han realizado varias pruebas de evaluación de tipo objetivo o test. El análisis de ítems proporcionado por el Instituto de Ciencias de la Educación sobre los resultados de las pruebas, nos han permitido discernir entre a) las preguntas que generalmente han sido más difíciles para los alumnos y b) las preguntas de dificultad media con distractores óptimos para detectar errores en los procedimientos de resolución. Con el material recopilado, las preguntas de tipo a) han sido más adecuadas para el trabajo en clase, mientras que las preguntas de tipo b) han sido las más adecuadas para las dos actividades de evaluación de tipo objetivo realizadas durante el curso AE1 y AE2 (ver Fig. 1).

El planteamiento de los ejercicios de test clarifica la relación entre el aprendizaje realizado y los objetivos específicos desarrollados. Nos permite abarcar todos los contenidos desarrollados y nos proporciona, de forma rápida, realimentación sobre el proceso de aprendizaje-enseñanza. Sin embargo, no se detecta la carencia de iniciativa o de procesos cognitivos que permitan al alumno resolver un problema. Por ese motivo se incluye una parte de resolución de problemas. Estas pruebas pretenden fijar los contenidos del primer bloque de la asignatura y proporcionar realimentación tanto al alumno como al profesor. Además, la prueba AE2 es un primer punto de validación del enfoque metodológico propuesto, ya que esta prueba la realizan todos los alumnos de la asignatura aunque no pertenezcan al Grupo Piloto.

El trabajo en grupo (AE3) evalúa otras habilidades además de las meramente cognitivas, como son: búsqueda y uso de información técnica, preparación de documentación, presentación oral, trabajo en equipo, etc. La evaluación se realiza mediante presentación de memoria y defensa de la misma.

En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, uno de los objetivos fundamentales es que el alumno adquiera un papel más activo y responsable de su propio aprendizaje. En este sentido, el trabajo en el laboratorio es clave y el profesor ha de actuar como un orientador del mismo. Es lógico, por tanto, que el trabajo sea evaluado en el propio laboratorio con arreglo a los objetivos de aprendizaje (AE4). No se trata de evaluar más al alumno, sino de evaluarlo mejor. En el curso 2003-04, se introdujo en esta asignatura la prueba de evaluación de las prácticas en el propio laboratorio, siendo los resultados muy positivos [4].

El Grupo Piloto es, entre otras cosas, una iniciativa encaminada a mejorar los procesos educativos. Por tanto, necesitamos evidencias de la mejora. El examen o prueba final (AE5), nos permitirá comparar resultados entre el Grupo Piloto y el resto de los grupos, y obtener así los beneficios reales de la experiencia. El examen final es igual para todos. Lo que varía es el peso del examen entre los alumnos que han mantenido el contrato hasta el final, y los que no se adherieron o lo zanjaron durante el curso.

Finalmente, hemos querido incorporar como herramienta de aprendizaje el portafolio del alumno (AE6). Se evalúa el trabajo personal y esfuerzo realizado por el alumno a lo largo del curso. Pero además, un portafolio dirigido por el profesor, es un recurso muy interesante de realimentación para el profesor, y una herramienta de estudio eficaz para el alumno. El portafolio incluirá el control de asistencias a las actividades presenciales y a las tutorías, así como el cumplimiento de plazos en la entrega de actividades propuestas.

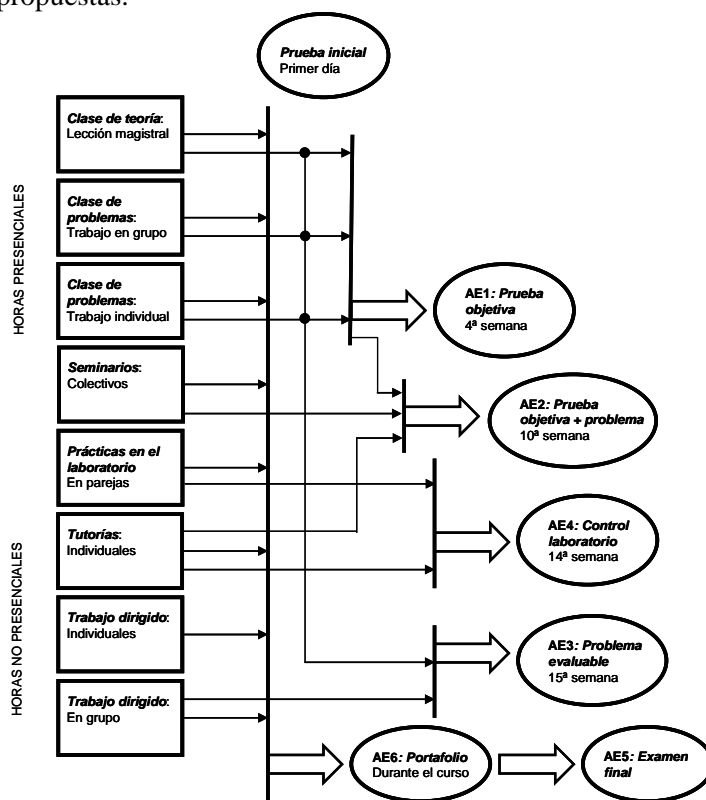


Figura 1. Adaptación del contrato de aprendizaje a la asignatura de ATC.

3. Respuesta del alumno. Resultados

La respuesta al contrato de aprendizaje ha sido del 83.56% de los matriculados en el Grupo Piloto. Uno de los indicadores más directos sobre la respuesta del alumno es la asistencia a las distintas actividades presenciales programadas. Como vemos en las gráficas de asistencia (Fig. 2), tanto en teoría como en problemas, existe un descenso notable tras las vacaciones de Semana Santa, coincidiendo con la prueba AE2 (sesión 9). El porcentaje final de alumnos, sobre matriculados, que asisten regularmente a las diferentes actividades, se aproxima al 50%; siendo de un 66% sobre los que firmaron el contrato. Esta cifra no nos debe de extrañar si tenemos en cuenta que, desde el curso 2001-02, el porcentaje de no presentados en la asignatura siempre supera el 45%. Es un fenómeno bastante habitual en primer curso de nuestra Escuela y, en particular, en algunas asignaturas de segundo cuatrimestre, donde se producen los peores rendimientos académicos.

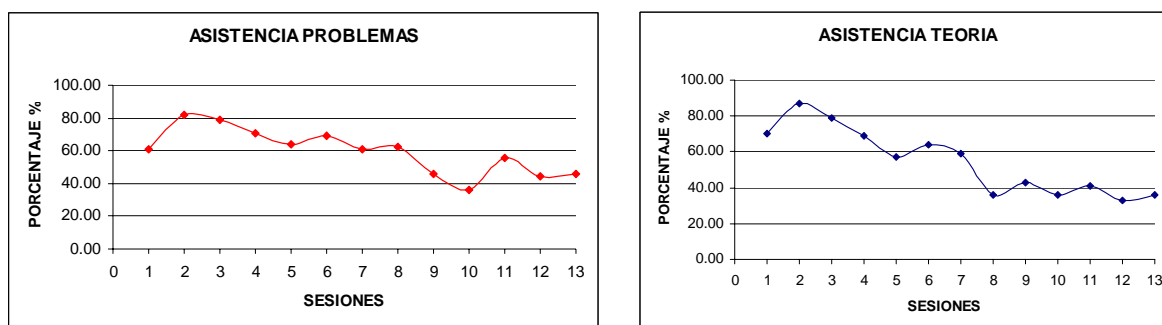


Figura 2. Porcentaje de alumnos que asisten a teoría y problemas sobre los matriculados en el Grupo Piloto.

El segundo indicador se basa en los resultados parciales que han ido obteniendo los alumnos a lo largo del curso. En la Fig. 3 se muestra una gráfica comparativa del nivel inicial con el que comienzan nuestra asignatura los alumnos del Grupo Piloto en comparación con los otros tres grupos de ATC (grupos HFE). Por tanto, trabajamos con un grupo medio, tal vez un poco por debajo de la media, y bastante por debajo de nuestras expectativas. Un aspecto a subrayar que, en buena medida explica esta diferencia de nivel, es la diferente composición del grupo piloto en comparación con el resto de grupos, en cuanto a porcentaje de alumnos de nuevo ingreso y de repetidores. Mientras el porcentaje de alumnos repetidores en el grupo piloto apenas llega al 26%, en el resto de grupos alcanza un porcentaje de un 58%.

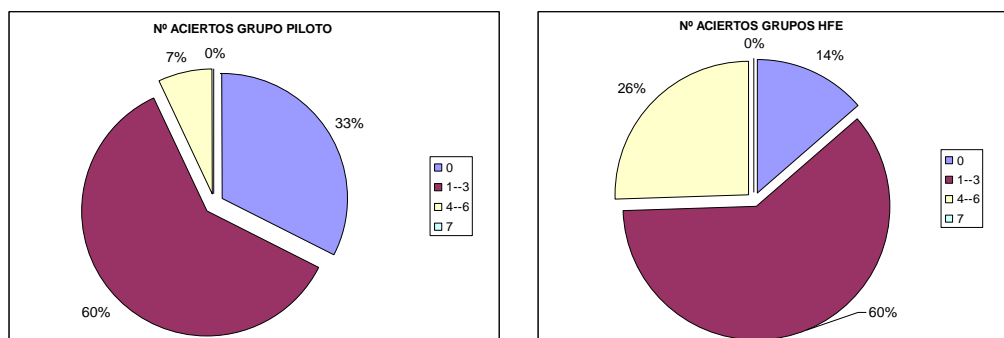


Figura 3. Número de aciertos de la prueba de nivel (sobre 7). Alumnos Grupo Piloto (izquierda), resto de grupos (derecha).

Muchos de los conceptos en los que se basa ATC se estudian en la asignatura Fundamentos Físicos de la Informática. Sin embargo, esta asignatura presenta uno de los porcentajes más bajos de aprobados de la Escuela, con un alto número de abandonos. Por ejemplo, en la convocatoria ordinaria del presente curso, sólo se presentó un 23% de los alumnos matriculados en el grupo piloto, de los

cuales aprobaron un 54% (12% sobre matriculados). En el resto de grupos de por la mañana, se presentó un 19% de los que aprobaron un 87% (17% sobre matriculados).

Por tanto, aunque desearíamos que el nivel inicial fuese más alto, los resultados no han supuesto ninguna sorpresa, llevándonos a plantear seminarios de refuerzo a principio de curso a los que acudieron un 42.62% de los alumnos.

La primera prueba evaluable a la que se han enfrentado los alumnos ha sido en la 4ª semana del curso. La Fig. 4 muestra los resultados sobre los alumnos presentados, un 60.65% de los alumnos que firmaron el contrato. Aunque un 71% de alumnos no superaron el 5, sobre una puntuación de 10, la mayoría se volvió a presentar a la prueba AE2, a la 10ª semana de curso. La AE1 sirvió a muchos alumnos para afrontar la AE2 de dos formas. Primero, porque los contenidos de la AE1 también entraban en la AE2 y por tanto les sirvió de refuerzo en el estudio. Segundo, por ser el mismo tipo de prueba. Es de esperar que un alumno de último año sea capaz de enfrentarse a cualquier tipo de prueba ya que las ha experimentado a lo largo de la carrera. Sin embargo, no ocurre así con el alumno de primero. Nos hemos dado cuenta que la prueba en sí, al margen de los contenidos, es una dificultad añadida para el alumno que no sabe cómo afrontarla.

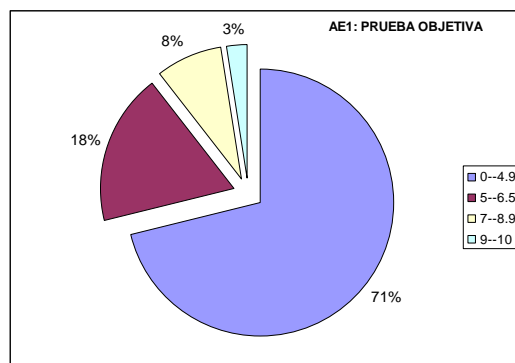
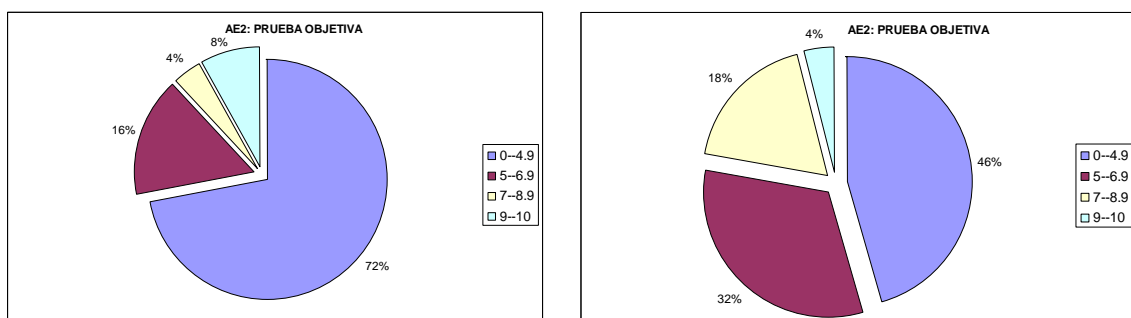


Figura 4. Resultados de la prueba de evaluación a la 4ª semana.

La Fig. 5 compara los resultados de la segunda prueba a la 10ª semana entre el Grupo Piloto y el resto. Esta prueba se dividía en dos partes, una prueba objetiva tipo test y un problema de desarrollo.



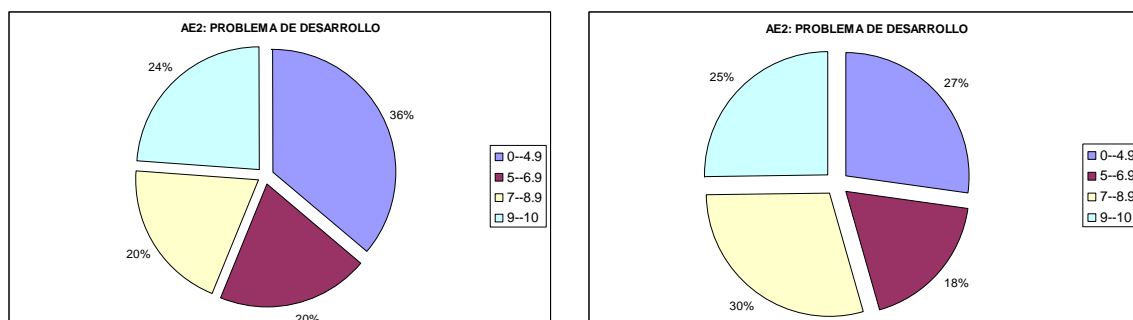


Figura 5. Resultados de la segunda prueba AE2. Alumnos Grupo Piloto (izquierda), resto de grupos (derecha).

Los resultados de esta prueba intermedia muestran resultados algo peores en el grupo piloto que en los otros grupos, en particular, en lo que respecta a la prueba objetiva. Sin embargo, podemos destacar también que las notas más altas las han obtenido alumnos de nuevo ingreso.

El trabajo en grupo (AE3) sólo ha sido entregado por un 41% de los alumnos que firmaron el contrato. Sin embargo, en todos los casos se ha calificado como apto, siendo la calificación media otorgada de Notable (8). El hecho de que la fecha de entrega se hiciera coincidir con la última semana del curso creemos que ha hecho desistir a muchos alumnos.

Los resultados del examen de prácticas en el laboratorio (AE4) son muy positivos. En el grupo piloto, se ha presentado un 79%, de los que un 54% lo han superado. En el resto de grupos, se ha presentado un 44%, de los que un 68% lo han aprobado. Aunque los resultados son peores en el grupo piloto, valoramos muy positivamente el alto porcentaje de presentados, pese a ser mayoritariamente alumnos de nuevo ingreso.

A la fecha de redacción de la presente comunicación quedan por evaluar el examen final y el portafolio del alumno.

En esta sección queremos también señalar la escasa participación del alumnado en las actividades no presenciales. Aunque el alumnado de nuestro grupo tenía una hora menos a la semana de clases presenciales que el resto, no creemos que le hayan dedicado mucho más tiempo a la asignatura que el resto de grupos. Especialmente las tutorías tienen una baja aceptación por parte de los alumnos que, cada vez con más frecuencia, recurren al correo electrónico como método de acercamiento para consultas personalizadas. Los seminarios se han planteado orientados a que el alumno tuviese una realimentación de sus pruebas objetivas para conocer los errores que ha cometido y saber qué debería mejorar, incluyendo el material que podía usar como refuerzo. También es una herramienta para aliviar las tutorías o consultas que se pueden generar tras un examen. Sin embargo, a excepción del seminario de refuerzo de base a principio de curso tras la prueba de nivel, la asistencia ha sido muy baja. En general, el alumno sigue rehusando el cara a cara, y prefiere “ver el cuestionario de la prueba resuelto” y compararlo con el suyo propio o con la ayuda de algún compañero. Este dato contrasta con el gran número de alumnos que generalmente deciden revisar el examen final en busca de la “décima” para el aprobado.

Incluso con respecto al trabajo final evaluable (AE3), el número de grupos que han acudido a consultas ha sido muy bajo. Los que sí han venido a consultas, han venido a más de una sesión o bien han seguido la tutoría por correo electrónico. La impresión de los profesores es que al alumno de primer curso en general le cuesta estudiar al día, dejando las tutorías de todo el curso para la última semana. Este es un aspecto sobre el que nos gustaría trabajar el próximo año.

4. Conclusiones

En primer lugar queremos remarcar que la experiencia, tanto en sus aspectos metodológicos como de evaluación, ha tenido buena aceptación entre el alumnado y nos parece viable y perfectamente aplicable al resto de los grupos. Si bien el trabajo del profesorado implicado ha sido mayor al de un grupo convencional, creemos que al tratarse de una asignatura con muchos profesores, se podría distribuir la carga sin demasiados problemas. También hay que agradecer el apoyo institucional ofrecido, destacando la coordinación realizada por la dirección del Centro y el trabajo inestimable de la becaria asignada por el programa institucional.

Aunque los resultados parciales disponibles hasta el momento no son especialmente brillantes, teniendo en cuenta el alto porcentaje de alumnos de nuevo ingreso en nuestro grupo, creemos que es positivo el alto nivel de participación en las distintas actividades de evaluación, así como el porcentaje de aptos entre presentados.

Como aspectos a mejorar pensamos que el detraer horas presenciales para que el alumno tenga más tiempo para el trabajo autónomo, no ha dado los frutos esperados en nuestros alumnos de primer curso. Quizás sea una buena estrategia para cursos más avanzados.

Otro aspecto que creemos se debería introducir durante todo el cuatrimestre, es la entrega de pequeños trabajos o tareas, en sustitución de la simple “asistencia” a las actividades. La asistencia durante las primeras semanas fue realmente alta cuando el “grado de implicación” de un buen número de alumnos podríamos calificarlo de bastante pobre. Pensamos que este cambio de estrategia aumentaría el grado de implicación en el proceso de aprendizaje y, consecuentemente, los resultados.

Agradecimientos

Queremos agradecer su colaboración a la Escuela Técnica Superior de Informática Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia.

Referencias

- [1] J.V. Benlloch, P. Pérez, G. Benet, J.V. Busquets, D. Gil, V. Lorente y F. López. *Innovación metodológica y de evaluación en Tecnología de Computadores*. VI Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. Valencia, (2004).
- [2] Vicerrectorado de Coordinación Académica y Alumnado, *Proyecto Europa*, Universidad Politécnica de Valencia, (2001) (<http://www.upv.es/europa/intro.htm>)
- [3] Vicerrectorado de Estudios y Convergencia Europea, *Plan de Acciones de Convergencia Europea. Proyecto general de la UPV para la promoción y dinamización de la convergencia europea*. Editorial UPV, Valencia, (2005) (http://www.upv.es/vece/central_pace.htm)
- [4] J.V. Benlloch Dualde, S. Blanc Clavero, J. Gracia Morán, F. López García, V. Lorente Garcés, P. Pérez Blasco. *La evaluación de las prácticas de laboratorio de Electrónica en las Ingenierías de Informática de la Universidad Politécnica de Valencia*. IV Jornadas de Didáctica de la Física, Universidad Politécnica de Valencia, (2005).