

PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS PARA ALUMNOS DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

A. GARCÍA-BELTRÁN, J. A. JAÉN, R. MARTÍNEZ Y S. TAPIA
*Departamento de Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial.
Universidad Politécnica de Madrid. España*

En este trabajo se analiza una metodología innovadora seguida en la impartición de la asignatura Programación Orientada a Objetos con vistas a su integración dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. Dicha asignatura se imparte dentro de la titulación de segundo ciclo de Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Asimismo se facilitan datos experimentales obtenidos durante los primeros semestres de los cursos académicos 2004-05 y 2005-06.

1. Introducción

En este trabajo se estudia la implantación de una metodología que introduce el uso de nuevas tecnologías como apoyo en el proceso de aprendizaje/enseñanza en una asignatura de programación de ordenadores dentro del plan de estudios de la titulación de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (IAEI) impartida en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

El objetivo de la asignatura es introducir a los alumnos en la filosofía de la Programación Orientada a Objetos como paradigma de programación de ordenadores. Si bien el uso de nuevas tecnologías en la formación está teniendo un auge creciente, tanto para el personal docente como para el alumnado, es fundamental no perder de vista la verdadera meta final, que no es otra que el aprendizaje real de los alumnos. Para conseguir ese propósito, lo primordial no son las tecnologías en sí, sino su sistemática de uso. El modelo educativo que se pretende seguir, trata de fundamentarse más en el trabajo personal de los alumnos que en las horas de clase teóricas, tal y como fomenta el proceso de integración en el Espacio Europeo de Educación Superior. En este sentido el alumno se debe hacer responsable de su propia formación más allá de las actividades realizadas en el aula, mientras que el profesor debe orientar su esfuerzo para convertirse en un agente catalizador del trabajo del alumno.

1.1. La Titulación de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial

La titulación de IAEI es un título oficial de segundo ciclo regulado por el Real Decreto 1400/1992 de 20 de noviembre de 1992 [1] que se viene impartiendo desde el curso académico 2003-04 por la UPM en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII). Estos estudios están dedicados a formar a titulados de segundo ciclo en las materias indicadas en su denominación, complementando las que hayan cursado en su titulación previa de primer ciclo (como Ingeniero Técnico Industrial, Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones, Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Telecomunicaciones o Ingeniero Informático). Esta complementariedad entre una formación tecnológica de primer ciclo y la específica de Automática y Electrónica Industrial está asentada sobre tres grandes áreas tecnológicas como son la Automática, la Electrónica y la Informática, ofreciendo un equilibrio de conocimientos entre las mismas. Campos como Control de procesos, Instrumentación electrónica, Inteligencia Artificial, Microsistemas, Nanotecnologías, Robótica, Sistemas de potencia o Visión por computador, están incluidos en las distintas asignaturas que constituyen su Plan de Estudios. Los estudios tienen una carga lectiva total de 150 créditos estructurados en cuatro semestres (135

créditos de asignaturas comunes y optativas y 15 créditos de asignaturas de libre elección) y el horario lectivo es de tarde para facilitar la asistencia a los alumnos que tengan algún tipo de actividad profesional. Los estudios se completan, antes de conceder el correspondiente título, con la realización de un Proyecto Fin de Carrera, trabajo individual de carácter práctico que se efectúa en los laboratorios docentes de la Escuela o en las instalaciones de empresas que colaboran en el desarrollo de las enseñanzas [2]. El plan de estudios de la titulación se muestra en la Tabla 1.

Primer curso			
Primer semestre		Segundo semestre	
<i>Asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Asignatura</i>	<i>Créditos</i>
Sistemas Mecánicos	6	Control Por Computador	6
Modelado de Sistemas	4,5	Control y Programación de Robots	6
Máquinas Eléctricas	6	Simulación	4.5
Sistemas de Percepción	6	Sistemas Informáticos en Tiempo Real	6
Sistemas Electrónicos Digitales	6	Microprocesadores	6
Computadores	4.5	Comunicaciones	6
Segundo curso			
Primer semestre		Segundo semestre	
<i>Asignatura</i>	<i>Créditos</i>	<i>Asignatura</i>	<i>Créditos</i>
Ingeniería de Control	6	Proyectos	6
Electrónica de Potencia	6	Optimización y Control Óptimo	6
Microelectrónica	6	Sistemas de Producción Integrados	6
Visión y Percepción Por Computador	6	Ingeniería de Sistemas de Computación	4.5
Administración de Empresas	4.5	Optativa Grupo II:	
Optativa Grupo I:		Microsistemas	6
Arquitectura de Sistemas Digitales	6	Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia	6
Procesamiento Digital de la Señal	6	Modelado y Gestión de la Información en Ingeniería	6
Control Inteligente	6		
Programación Orientada a Objetos	6		

Tabla 1. Asignaturas del Plan de Estudios de la titulación de Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial

La oferta de acceso al primer curso para alumnos de nuevo ingreso está limitada a 25 plazas. Cuando el número de solicitantes que cumplen los requisitos excede del de plazas ofertadas, todos los solicitantes deben participar en una prueba específica sobre conocimientos previos exigibles a los efectos de proceder a una selección. Dicha prueba está orientada a evaluar las capacidades lógicas y de razonamiento, asumiendo un grado de formación básico en Matemáticas, Física e Informática.

1.2. La asignatura de Programación Orientada a Objetos

Como se indica en la Tabla 1, la asignatura de Programación Orientada a Objetos es una asignatura opcional de 6 créditos enmarcada dentro del primer semestre del segundo curso de la titulación de IAEI. El objetivo de esta asignatura es familiarizar a los alumnos con la filosofía de la Programación Orientada a Objetos (POO), metodología empleada por muchos lenguajes de programación de alto nivel que se emplean con gran profusión en la actualidad en el diseño y desarrollo de proyectos de software. Como un número significativo de alumnos ya dispone de conocimiento en este campo y al tratarse de una asignatura opcional de segundo curso, el número de alumnos matriculados en la asignatura se reduce sensiblemente. El primer año de impartición (curso 2004-05) se matricularon 15 alumnos y el segundo año (curso 2005-06) los alumnos matriculados han sido 12. Como detalle a destacar, en este año académico 2005-06, 5 de los 12 eran alumnos de primer curso que se matricularon en la asignatura como de libre elección. Preguntados los alumnos de esta iniciativa, las razones esgrimidas apuntan al hecho de que en la asignatura *Sistemas Informáticos en Tiempo Real* (emplazada en el segundo semestre de primer curso) se utilice Java como lenguaje de programación para implementar los ejemplos de aplicaciones y algunos alumnos de primer curso no disponen de los conocimientos suficientes para afrontarla con seguridad.

El temario de la asignatura utiliza Java como lenguaje de implementación, sigue un enfoque híbrido [3, 4] de la POO y abarca desde una introducción a la programación estructurada hasta la utilización de flujos de datos e hilos en aplicaciones multitarea. El temario de la asignatura junto con las horas lectivas dedicadas a cada capítulo se muestra en la Tabla 2.

Nº	Capítulo	Horas lectivas
1	Introducción a Java	4
2	La Programación Estructurada	8
3	Clases y Objetos	12
4	Herencia y agregación	8
5	Interfaces	2
6	Paquetes	2
7	La Notación UML	4
8	Flujos de Datos y Archivos	8
9	Hilos	4
10	Diseño y desarrollo de Aplicaciones en Java	8

Tabla 2. Temario de la asignatura Programación Orientada a Objetos

2. Asignación de créditos a actividades dentro de la asignatura

Los seis créditos de la asignatura corresponden a 60 horas lectivas según la correspondencia del crédito clásico o a 180 horas de trabajo del alumno según el sistema europeo de créditos, ECTS [5]. Estas horas de trabajo se han repartido fundamentalmente en la asistencia a clases lectivas, el trabajo personal, la realización de trabajos, la realización de ejercicios de autoevaluación y, finalmente, la realización de un examen o prueba de evaluación. Salvo esta última actividad el resto de ellas no son obligatorias para aprobar, pero pueden ayudar a aumentar la calificación final de la asignatura. Esto sirve para motivar el esfuerzo del alumno para llevar a cabo todas las actividades. El tiempo dedicado para cada una de ellas se ha intentado focalizar y repartir como se indica a continuación.

2.1. Clases lectivas

Aunque el método clásico de las lecciones magistrales pueda ser un modo eficiente, desde el punto de vista económico, de transmitir información, implica algunas objeciones desde el punto de vista del aprendizaje. La mera exposición de una información no significa que ésta sea comprendida, ni tampoco que dé lugar a la construcción de un conocimiento capaz de ser aplicable a la resolución de problemas concretos y nuevos durante la actividad profesional de un ingeniero. En este sentido y basándose en la creencia de que la forma más eficaz de aprender cualquier metodología técnica, y especialmente una metodología de programación, es la práctica, las clases de esta asignatura tienen un perfil mixto teórico-práctico.

Por este motivo, las clases se imparten en un aula-laboratorio equipada con un ordenador y un proyector de video para el profesor y un ordenador personal para cada uno de los alumnos. Todos los ordenadores disponen del entorno de programación de Java facilitado gratuitamente por Sun Microsystems [6], un navegador web y conexión a internet. Así los alumnos pueden poner en práctica casi de forma inmediata los conceptos explicados por el profesor con el soporte de una presentación de Microsoft PowerPoint [7] y el propio entorno de programación de Java, conforme avanza la clase. La realización de estos ejercicios prácticos de programación no se lleva a cabo de forma puramente automática: el profesor presente en el aula supervisa su realización, despeja las dudas que pudieran tener los alumnos y plantea nuevas cuestiones de interés. El aula de ordenadores donde se imparten las clases está diseñada para facilitar al profesor el acceso físico a todos los puestos de ordenador utilizados por los alumnos: todo puestos son inmediatamente accesibles desde alguno de los pasillos que recorre la sala. Esto facilita y agiliza la resolución de dudas in situ

sobre la pantalla del ordenador de cada alumno.

Por otro lado, a principios del curso se les facilita a los alumnos unos apuntes [8] que sirven a la vez de libro de referencia y de manual de guiones de prácticas y que se utiliza habitualmente en las clases. Esta documentación puede adquirirse impresa en la Sección de Publicaciones de la ETSII-UPM desde el principio del curso y/o descargarse en formato electrónico (Adobe PDF [9]) del servidor de la plataforma AulaWeb [10] instalada en la ETSII-UPM.

Durante el semestre, se imparte una única sesión lectiva por semana de cuatro horas, lo que hace un total de **60** horas para dicha actividad. En concreto, estas sesiones se han impartido todos los viernes del primer semestre de 15:30 a 19:30 horas en los dos cursos académicos anteriores. Debido al carácter eminentemente práctico pero voluntario de las clases, se ha querido valorar la asistencia con hasta un punto (sobre diez) en la calificación final de la asignatura. Pese al horario, en los dos cursos anteriores el 80% de los alumnos ha asistido a la mayoría de las clases, mientras que un 15% no ha podido hacerlo habitualmente por motivos laborales.

2.2. Horas de estudio y trabajo personal.

Los alumnos deben dedicar un tiempo fuera del aula a estudiar la teoría y, sobre todo, a realizar prácticas para asimilar dicha teoría. El tiempo estimado de dedicación de cada alumno a esta actividad es de **60** horas durante todo el semestre. Las actividades de prácticas individuales son un complemento fundamental a las clases, de forma que el alumno tenga la oportunidad de familiarizarse y profundizar su aprendizaje, asimilando sosegada pero paulatinamente los contenidos del temario y desarrollando con el entorno de programación lo expuesto en clase y las prácticas propuestas por el profesor. Éste proporciona al alumno los siguientes instrumentos:

1. Además de los apuntes anteriormente mencionados, el profesor facilita una lista de referencias bibliográficas básicas y de apoyo para el seguimiento de la asignatura. La selección es intencionadamente reducida para evitar la dispersión en el estudio, aunque también se facilita una bibliografía complementaria que puede ser de utilidad en algún capítulo del temario y que puede encontrarse en la biblioteca del Departamento y/o del Centro.
2. Una lista de enlaces de internet de interés para la asignatura. De esta manera los alumnos se familiarizan con la búsqueda de información en Internet, actividad ya imprescindible para su posterior vida profesional.
3. El entorno de programación de Java para que también pueda instalarlo en su ordenador de trabajo o del domicilio personal
4. Un conjunto de guiones de prácticas, ya sean impresos o en formato electrónico, en los que se incluyen algunas orientaciones sobre el método a emplear para resolverlo. El contenido de estas prácticas se adapta progresivamente al nivel y ritmo de los conceptos desarrollados en el curso.

En caso de necesidad, el alumno puede consultar con el profesor en horas de tutorías pero también, si el horario no es compatible con otras actividades que pueda tener puede utilizar el correo electrónico y el foro configurado *ad hoc* en la plataforma AulaWeb para mantener cualquier comunicación con el profesor y con otros alumnos matriculados en la asignatura. El profesor también anima a los alumnos a trabajar en grupo y a resolverse entre ellos dudas y cuestiones que pudieran tener. Durante el curso 2005-06 el número de mensajes de correo electrónico entre el profesor y los alumnos alcanza las 68 correspondencias, mientras que el número de intervenciones

en el foro ha sido de 36. Cifras similares se obtuvieron en el curso anterior. Estos datos indican que estos formatos virtuales de comunicación potencian la flexibilidad temporal y espacial de esta actividad, lo que es muy importante considerando el perfil profesional de la mayoría de los alumnos.

2.3. Realización de ejercicios de autoevaluación.

Conforme van impartiendo cada uno de los capítulos del temario, el profesor configura ejercicios de autoevaluación, de tipo test y de programación, mediante la plataforma AulaWeb [11]. El conjunto empleado de preguntas de la base de datos (153 preguntas preparadas previamente por el profesor), repasa los conceptos teóricos más importantes de cada capítulo y también plantea problemas sencillos de codificación en Java. Los alumnos pueden repetir los ejercicios (con preguntas distintas seleccionadas aleatoriamente de la base de datos) correspondiente a un determinado capítulo para mejorar la nota media, si consideran que la calificación obtenida no es buena o suficientemente alta. Estos ejercicios tienen una fecha límite de realización de unos diez días tras su activación, lo que obliga al alumno a llevar el temario de la asignatura al día y permite al profesor hacer un seguimiento de forma cómoda sin necesidad de dedicar tiempo a la tediosa tarea de corrección. Además los alumnos pueden realizar los ejercicios desde el aula de ordenadores del centro, desde su domicilio particular o incluso desde su lugar de trabajo si dispone de un ordenador con conexión a Internet. Ya descartado el tiempo de estudio personal, el número estimado de horas que el alumno debe dedicar a esta tarea es de **12** horas.

El resultado de esta actividad tiene un peso de hasta un punto sobre 10 en la calificación global de la asignatura. Durante el curso 2005-06 el profesor ha configurado 7 ejercicios distintos con entre 2 y 6 preguntas. Los alumnos han finalizado 275 ejercicios en total (lo que hace una media de 22,9 ejercicios por alumno) con una calificación media de 8,99 sobre 10. El 91% de los alumnos (11 de 12) ha realizado la mayoría de los ejercicios propuestos. Los resultados y porcentajes de participación obtenidos en el curso anterior no difieren sensiblemente.

2.4. Realización de trabajos.

Asimismo durante el curso el profesor establece dos trabajos de diseño y desarrollo de programas que cada alumno debe realizar de forma individual y que le pueden suponer a cada uno un total **40** horas durante el periodo académico. En el primer trabajo el alumno debe resolver un problema concreto que le permita un aprendizaje más significativo y el desarrollo de un conocimiento crítico. Como segundo trabajo (al final de la asignatura) se les pide que implementen una aplicación en Java que resuelva un problema que ellos mismos planteen y que, preferiblemente tenga relación con alguna del resto de asignaturas en las que esté matriculado el alumno. La entrega de estos trabajos se lleva a cabo también a través de AulaWeb, y en el caso del trabajo final se permite su entrega hasta una semana después de la finalización del examen final. De esta forma no debe interferir demasiado en la preparación de los exámenes.

El resultado de esta actividad tiene un peso de hasta un punto sobre 10 en la calificación global de la asignatura. En el curso 2005-06 el 75% de los alumnos (9 de 12) entregaron alguno de los trabajos configurados. La práctica totalidad de los trabajos han sido de muy buena calidad.

2.5. Realización de exámenes.

Al final del semestre se lleva a cabo un examen consistente en la implementación de una aplicación que debe resolver una tarea determinada. Se intenta que el problema a resolver tenga alguna conexión con la titulación. Así en el curso 2005-06 se les propuso una aplicación que permita consultar en un entorno de pruebas la señal de cada uno de los sensores electrónicos de un sistema de seguridad. El programa debía consultar periódicamente la señal enviada por cada sensor e indicar por pantalla si se había producido algún cambio en algún sensor. Como parte del

enunciado se les facilitaba el diagrama de clases a emplear. Cada alumno debe entregar una primera versión de los archivos de la aplicación al final de la sesión del ejercicio, pero se les permite a los alumnos entregar una segunda versión del código, *ad honorem*, más ponderada, con el fin de matizar la calificación final de la evaluación. El tiempo total dedicado a esta actividad se estima en **8 horas**.

Como resultado del examen deben entregarse todos los archivos fuente (.java), compilados (.class) y de datos (.dat) de la aplicación dentro de un archivo comprimido (en formato zip). Se informa a los alumnos que la calificación del ejercicio se lleva a cabo en función de los siguientes puntos: objetivos cumplidos por la aplicación desarrollada, buen uso de la programación orientada a objetos, corrección en el diseño y la implementación, elementos de la programación de Java utilizados, corrección en la ejecución y elegancia del código (comentarios, buen uso de la composición, invocación en cascada, uso de las variables justas...). En este curso se han presentado al examen final de la convocatoria de febrero 8 alumnos (de 12: un 66%) y han aprobado 7 (58% del total de alumnos matriculados), considerando la nota del examen junto con las calificaciones de todas las actividades indicadas anteriormente).

En la tabla 3 se resumen las horas y créditos ECTS de la asignatura con respecto a cada una de las actividades desarrolladas.

Actividad	Técnica	Actividad		Horas	Créditos ECTS
		Profesor	Alumno		
Clases	Teórico-Prácticas	Explica teoría Plantea ejercicios Resuelve dudas	Asimila teoría Realiza ejercicios Plantea dudas	60	2
Horas de estudio y trabajo personal	Estudio Tutorías	Orienta y resuelve dudas	Digiere la teoría Prepara contenidos	60	2
Autoevaluación	Ejercicios por Internet	Prepara preguntas Configura ejercicios	Responde preguntas Repasa contenidos	12	0.4
Trabajos	Ejercicios	Prepara y corrige	Desarrolla programas	40	1.333
Examen	Ejercicios	Prepara y corrige	Realiza el examen	8	0.267
Total				180	6.00

Tabla 3. Horas y créditos correspondientes a cada actividad de la asignatura

3. Evaluación de la metodología de la asignatura

Además de los resultados cuantitativos (el porcentaje de alumnos que han conseguido superar el curso, como forma de evaluar el sistema se considera muy importante la opinión de los alumnos. Con el fin de recogerlas de forma anónima para que éstas no se vean influidas por la presencia del profesor, se ha configurado un cuestionario electrónico en AulaWeb. Dentro de este cuestionario electrónico se incluyen un conjunto de epígrafes para los que el alumno tiene que indicar su grado de conformidad en una escala del 1 al 5 y tres preguntas de respuesta abierta en las que se pide al alumno que indique lo mejor, lo peor y posibles sugerencias para próximos cursos.

Las respuestas de los alumnos a las preguntas de respuesta cerrada se muestran en la Figura 1 (curso 2004-05, primera vez que se imparte la asignatura) y en la Figura 2 (curso 2005-06, segundo año de impartición de la asignatura):

Preguntas	Total	1	2	3	4	5	Media
Evaluación de la asignatura Programacion Orientada a Objetos:							
● La organización de las clases ha sido adecuada	12	0	1	1	3	7	4,33
● El contenido de las clases ha sido interesante	12	0	0	2	3	7	4,42
● El profesor explica con claridad	12	0	0	0	2	10	4,83
● La documentación ha facilitado el seguimiento de la asignatura	12	0	0	0	0	12	5
● El tiempo de clase dedicado a la parte práctica ha sido el adecuado	12	0	0	1	4	7	4,5
● Los medios empleados en la clase (aula, proyector, ordenadores) han sido adecuados	12	0	0	0	3	9	4,75
● Recomendaría a otros compañeros la matriculación en esta asignatura	12	0	0	1	3	8	4,58
Utilidad de AulaWeb:							
● La recogida de documentación me ha resultado útil	12	0	0	0	0	12	5
● El sistema de autoevaluación me ha parecido adecuado	12	0	0	2	2	8	4,5
● En general, me ha resultado útil el empleo de AulaWeb	12	0	0	0	1	11	4,92
Otros:							
● He dedicado bastante tiempo a la asignatura fuera de las clases	12	1	3	4	3	1	3
● El horario de las clases es adecuado	12	0	0	3	5	4	4,08
● He utilizado documentación complementaria para el seguimiento de la asignatura	12	6	2	0	1	3	2,42
● La comunicación con el profesor ha sido fluida	12	0	0	0	1	11	4,92

Figura 1. Respuestas de los alumnos del curso 2004-05

Preguntas	Total	1	2	3	4	5	Media
Evaluación de la asignatura Programacion Orientada a Objetos:							
● La organización de las clases ha sido adecuada	7	0	0	0	6	1	4,14
● El contenido de las clases ha sido interesante	7	0	0	1	3	3	4,29
● El profesor explica con claridad	7	0	0	1	4	2	4,14
● La documentación ha facilitado el seguimiento de la asignatura	7	0	0	0	6	1	4,14
● El tiempo de clase dedicado a la parte práctica ha sido el adecuado	7	0	1	2	3	1	3,29
● Los medios empleados en la clase (aula, proyector, ordenadores) han sido adecuados	7	0	0	1	4	2	4,14
● Recomendaría a otros compañeros la matriculación en esta asignatura	7	0	0	1	5	1	4
Utilidad de AulaWeb:							
● La recogida de documentación me ha resultado útil	7	0	0	0	3	4	4,57
● El sistema de autoevaluación me ha parecido adecuado	7	0	0	0	5	2	4,29
● En general, me ha resultado útil el empleo de AulaWeb	7	0	0	0	3	4	4,57
Otros:							
● He dedicado bastante tiempo a la asignatura fuera de las clases	7	0	2	3	2	0	3
● El horario de las clases es adecuado	7	0	0	2	3	2	4
● He utilizado documentación complementaria para el seguimiento de la asignatura	7	1	2	4	0	0	2,43
● La comunicación con el profesor ha sido fluida	7	0	0	0	2	5	4,71

Figura 2. Respuestas de los alumnos del curso 2005-06.

Las preguntas de respuesta abierta han recogido las siguientes contestaciones por los alumnos de ambos cursos (2004-05 y 2005-06):

Sobre lo mejor:

- Trato personal y clases poco masificadas.
- Desde el compromiso e interés del profesor con los alumnos.....pasando por la claridad de las explicaciones.....hasta la flexibilidad en horarios de exámenes...en definitiva todo muy positivo.
- El poder disponer de la documentación fácilmente desde AulaWeb, cosa que no sucede con

otras asignaturas.

- La paciencia del profesor
- Poder seguir las clases al mismo tiempo por ordenador y por retroproyector
- La forma amena de llevar la asignatura, desarrollándola a base de ejercicios prácticos.
- El profesor y la forma de alternar la teoría con los ejercicios
- Después de tantos años sin tocar un lenguaje de programación volver a estudiarlo.
- El método de autoevaluación
- La actitud de profesor con el alumnado
- El ir haciendo ejercicios al mismo tiempo que se va viendo la teoría.
- Se han realizado numerosos ejercicios, lo cual ayuda a asimilar lo explicado en clase

Sobre lo peor:

- La autoevaluación es un tanto impersonal.
- No tengo ninguna queja sobre esta asignatura.
- Dificultad de pensar en objetos cuando no lo habías visto nunca.
- La pizarra con rotulador que da reflejos estés donde estés en el aula.
- La dificultad de incluirla en el horario lectivo, de primero, como asignatura de libre configuración.
- Que no lo puedo relacionar con otros campos de la ingeniería que me gustan mas, como el control o los microcontroladores
- Que se tengan que dar las cuatro horas lectivas de la asignatura el mismo día de la semana
- Clases algo largas
- El horario de viernes tarde.
- Es muy poco tiempo (6 meses) para aprender bien a programar

Sugerencias de modificaciones para el futuro:

- Algo más de documentación explicativa sobre comandos y más ejercicios resueltos en papel para poder practicar en casa.
- Cambiar la pizarra por una sin reflejos
- Intentar incluir más entornos de desarrollo visual Java, de cara al desarrollo profesional de la carrera.
- Hacer ejemplos o trabajos que motiven e inciten mas, relacionados con problemas reales de ingeniería, mejor que hacer programas para ver si un año es bisiesto o similares, que para empezar están bien, pero creo que luego se necesita mas motivación
- Que haya mas preguntas en los cuestionarios de AulaWeb.
- a mi parecer esta bastante bien organizada aunque si que incluiría otro método de autoevaluación que incluyera preparación de una practica semanal en casa a parte de la practica libre y los ejercicios de AulaWeb que también tuviera importancia en la nota final
- Repartir las horas lectivas de la semana en dos días, aunque es algo que creo no lo decide el profesor
- Ir mandando pequeños ejercicios de programación valorables (aparte de los ejercicios de autoevaluación) para que el alumno lleve la asignatura más al día.

En general, como se puede apreciar las opiniones de los alumnos han sido bastante positivas tanto para la metodología como por las tecnologías empleadas. En cualquier caso los comentarios más críticos pueden considerarse para tratar de paliarlos en la medida de los posible (tratar de cambiar el horario de clases, incluir más preguntas de autoevaluación en la base de datos, realizar

más ejemplos de aplicaciones y ejercicios relacionados con el resto de asignaturas...) en el futuro.

4. Conclusiones

La innovación de la metodología empleada en la asignatura de libre elección Programación Orientada a Objetos del plan de estudios de IAEI impartida en la ETSII-UPM se basa en la combinación de clases teórico-prácticas en laboratorio con el uso de una plataforma web de teleenseñanza (*b-learning*). Las conclusiones a las que se ha llegado en este trabajo son las siguientes:

1. Las tecnologías utilizadas como apoyo a la impartición de la asignatura incluyen hardware (ordenadores y cañón de proyección), software (el entorno de programación de Java, el correo electrónico y la plataforma AulaWeb con facilidades para la publicación de contenidos, la entrega de prácticas, la realización de ejercicios de autoevaluación, el establecimiento de un foro y la configuración de un cuestionario electrónico), la preparación de documentación en formato impreso y electrónico y la utilización del correo electrónico.
2. El número reducido de alumnos y la metodología empleada permiten al profesor un seguimiento individualizado de los alumnos con un esfuerzo razonable.
3. Al margen de todos los medios técnicos de apoyo es fundamental la actitud del personal docente que imparte las clases, orienta y estimula el aprendizaje de los alumnos, prepara los contenidos formativos y gestiona la realización de las actividades.
4. A pesar del horario, los alumnos matriculados en la asignatura en general asisten a la mayoría de las clases y llevan a cabo las actividades formativas planteadas por el profesor durante el curso.
5. El número total estimado de horas de dedicación a la asignatura por parte del alumno es de 180, lo que se encuentra dentro del intervalo calculado según el ECTS.
6. El nivel de conocimientos de los alumnos alcanzado a final de curso y corroborado por los resultados de la evaluación final prueba la correcta elección y desarrollo de las actividades desarrolladas.

Referencias

- [1] Ministerio de Educación y Ciencia (BOE N. 306 de 22/12/1992, páginas: 43369 - 43370). Real Decreto 1400/1992, de 20 de Noviembre, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial. Disponible en la red en la dirección: http://www.boe.es/g/es/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=1992/28250. Última visita: 24 de mayo de 2006.
- [2] Organización docente de la titulación de IAEI impartida en la ETSII-UPM. Disponible en la red en la dirección: <http://www.etsii.upm.es/docencia/IAEI/index.html>. Última visita: 24 de mayo de 2006.
- [3] D. Arnow y G. Weiss, *Introduction to Programming using Java*, 2ª Edición, Addison-Wesley (2000).
- [4] García-Molina, J.J. *¿Es conveniente la orientación a objetos en un primer curso de programación?* Novática, 154, (2001).
- [5] Ministerio de Educación y Ciencia (BOE n. 224 de 18/9/2003, páginas 34355-34356). Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias... Disponible en la red en la dirección: http://www.boe.es/g/es/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2003/17643. Última visita: 24 de mayo de 2006.
- [6] Java Sun Developer Network. Disponible en la red en la dirección: <http://java.sun.com/javase/downloads/>. Última visita: 24 de mayo de 2006.
- [7] Página principal de Microsoft Office System en España. Disponible en la red en la dirección:

- <http://www.microsoft.com/spain/Office/prodinfo.asp>. Última visita: 24 de mayo de 2006.
- [8] A. García-Beltrán y J. M. Arranz, *Progr. Orientada a Objetos en Java*, Sección de Publicaciones de la ETSII-UPM (2005).
- [9] ¿Por qué PDF? Formato de documento portátil de Adobe. Disponible en la red en la dirección: <http://www.adobe.com/la/products/acrobat/adobepdf.html>. Última visita: 24 de mayo de 2006.
- [10] R. Martínez, A. García-Beltrán, *AulaWeb: Una plataforma e/b-Learning para la UPM*, VI Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAAE 2004 (2004).
- [11] M. González, A. García-Beltrán, R. Martínez y S. Tapia, *Preguntas Autoevaluables de Programación en C/C++ y Java en el Sistema de e-Learning AulaWeb*, Comunicación enviada y aceptada para su presentación en el Congreso TAAE 2006.