

La asignatura AIC y su adaptación al EEES

Miguel A. Vega Rodríguez, Juan M. Sánchez Pérez, Juan A. Gómez Pulido

Dpto. de Informática

Universidad de Extremadura

Escuela Politécnica. Campus Universitario, s/n. 10071 Cáceres. Spain

Correo-e: {mavega, sanperez, jangomez}@unex.es. Fax: +34-927-257202

Resumen

La asignatura Arquitectura e Ingeniería de Computadores (AIC), impartida en la Universidad de Extremadura (UEx), pertenece al plan de estudios de la titulación de Ingeniería en Informática. Los autores presentan una propuesta de adaptación de dicha asignatura al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), con el ánimo de darla a conocer a otros profesores, y buscando siempre el intercambio de ideas y experiencias. En este artículo se detallan aspectos como las competencias que se pretenden fomentar con la asignatura AIC, la interrelación de AIC con otras asignaturas actuales en la titulación, los contenidos que se proponen para la asignatura teniendo en cuenta su adaptación al EEES, la dedicación que implicaría en créditos ECTS tanto para el alumno como para el profesor, las actividades e instrumentos de evaluación propuestos, etc.

1. Introducción

En este artículo presentamos una propuesta de adaptación de la asignatura Arquitectura e Ingeniería de Computadores al EEES. La asignatura AIC es una asignatura troncal de 4º curso de la Ingeniería en Informática dentro de la UEx. Antes de adentrarnos en nuestra propuesta concreta de adaptación, detallamos brevemente el contexto en el que dicha asignatura se enmarca.

Los estudios de Informática ofrecidos en la Escuela Politécnica (Cáceres) se encuentran entre los más demandados de la UEx. De hecho, en los últimos años la demanda ha aumentado significativamente tanto en alumnos preinscritos como en alumnos preinscritos en primera opción. En concreto, para la Ingeniería en Informática el número de estudiantes que acaban cursándola y que la señalan como primera opción de sus preferencias ronda el 90% [3]. Esto asegura un mínimo de interés de los alumnos por las materias

que cursan. Y por tanto, cierto grado de éxito. A este hecho debemos añadir la reflexión de que los alumnos matriculados en la Ingeniería en Informática (en lugar de en una carrera técnica) están dispuestos desde el principio a cursar unos estudios de ciclo largo, por lo que se presupone una mayor motivación inicial de dichos estudiantes. Estas mismas consideraciones pueden aplicarse a la materia AIC, puesto que se trata de una materia troncal de 4º curso. Por lo tanto, los alumnos que llegan a ella ya han demostrado cierto rendimiento en cursos anteriores.

Para los alumnos que acceden a la Ingeniería en Informática desde primero, la mayoría (en torno al 90%) acceden tras la realización de la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU). Aunque esta prueba ya no asegura un buen rendimiento académico de los alumnos. La otra vía de acceso a 4º curso, y por tanto a la materia (pues es troncal), es el acceso directo a cuarto tras superar una titulación Técnica (o Diplomatura) en Informática. Muchos de los alumnos que entran por esta otra vía ya se encuentran trabajando, por lo que les cuesta asistir con regularidad a clase o seguir de forma adecuada/continua la materia, lo que dificulta la obtención de buenos resultados.

En todo caso, sea cual sea el itinerario de procedencia de los alumnos, en general, éstos ya han cursado las materias de primer ciclo imprescindibles (p.e. Estructura de Computadores de 2º curso) para afrontar con cierto grado de éxito la materia AIC. Es decir, todos los alumnos suelen poseer los requisitos formativos mínimos exigibles.

En cuanto a los resultados académicos, éstos son bajos para la titulación de Ingeniería en Informática. Por ejemplo, en el curso 2001/2002, el tiempo medio de graduación en la Ingeniería en Informática fue de 6,43 años en lugar de los cinco años previstos [2]. Como es razonable, este hecho también afecta a la materia AIC. De todas formas, aunque las cifras de la Ingeniería en Informática

no dejan de ser preocupantes, hay que decir que son las habituales en estudios de carácter técnico.

2. Competencias que se pretenden fomentar con la asignatura AIC

Dentro de las competencias genéricas de la titulación vamos a distinguir dos tipos:

1. Las competencias genéricas específicas de la titulación (o simplemente competencias genéricas de la titulación).
2. Las competencias transversales genéricas, que son aquellas competencias genéricas que aparecen en esta titulación (Informática) pero que también son comunes a otras muchas titulaciones. Estas competencias también reciben el nombre de competencias genéricas del Grado.

La siguiente lista muestra las principales competencias genéricas específicas de la titulación vinculadas con la materia AIC. Se ha seguido la descripción de las mismas propuesta en el propio Libro Blanco de Informática [1]. De todas las posibles, únicamente enumeramos aquellas con especial relación con AIC, explicando además el motivo de esta relación:

- Arquitecturas de computadores: La relación con AIC es directa. El lector no debe olvidar que el nombre de la materia es “Arquitectura e Ingeniería de Computadores”.
- Arquitecturas de redes: Aunque esta competencia es más propia de materias sobre redes, también se trata en parte durante los temas “5. Multiprocesadores” y “6. Multicomputadores” de la materia AIC.
- Capacidad para entender y evaluar especificaciones internas y externas: La materia AIC tiene una estrecha relación con la tecnología e ingeniería de computadores. En ambas es fundamental esta competencia.
- Conocimiento de productos tecnológicos y tendencias de la tecnología, asociados al segmento del mercado: Como acabamos de comentar, dentro de AIC la tecnología de computadores tiene gran importancia (tendencias en arquitecturas paralelas, etc.).
- Conocimientos creativos y artísticos: Durante las prácticas de AIC, especialmente las del 2º

cuatrimestre, los alumnos deben desarrollar una aplicación visual en entorno Windows. La creatividad es una competencia importante para mejorar la interfaz de dicha aplicación.

- Dirección, planificación y gestión de proyectos: Competencia fundamental para el desarrollo de proyectos. En este sentido, las prácticas de AIC proponen al alumno el desarrollo de diversos proyectos de dimensión importante.
- Diseño y arquitectura de sistemas de información: Muchos sistemas de información actuales se basan en arquitecturas avanzadas y/o paralelas. Por tanto, la relación es directa con la materia AIC.
- Documentación técnica: Los proyectos propuestos durante las sesiones prácticas concluyen con la entrega de la correspondiente documentación técnica. Además, en la teoría de la asignatura también se explica cómo analizar esta documentación desde el punto de vista de la Arquitectura de Computadores.
- Evaluación de requisitos hardware: La relación entre AIC y el hardware/tecnología es estrecha.
- Integración de sistemas: Dentro de las arquitecturas paralelas es normal la integración de diversos sistemas. De igual forma, en Arquitectura de Computadores también se trata la integración de distintos sistemas dentro de un único computador: sistema de memoria, procesador, buses, etc.
- Interfaz con el usuario final: Aunque esta competencia es más propia de materias sobre lenguajes informáticos, también se trata en parte durante las prácticas del segundo cuatrimestre, puesto que los alumnos deben desarrollar una aplicación visual en entorno Windows.
- Metodologías de configuración: La configuración de un sistema informático es fundamental. La elección de un sistema de caché u otro, de más o menos procesadores, de cierto tipo de red de interconexión, ... son aspectos tratados dentro de AIC.
- Métodos y herramientas para el diseño y desarrollo de sistemas basados en computadores: En las prácticas se usan herramientas como la plataforma .NET, el entorno de desarrollo para VHDL, o diversos

simuladores. En la teoría se indican otras herramientas desde el punto de vista de la Arquitectura de Computadores: programas de prueba, compiladores paralelizantes, etc.

- Planificación, estrategia y organización empresarial: Dentro de una empresa es importante el hardware que ésta adquiere: si se trata de arquitecturas paralelas o no, qué arquitecturas de computador se usan exactamente, etc. Todos estos aspectos quedan cubiertos dentro de AIC.
- Programación: Aunque esta competencia es más propia de materias sobre programación, también se trata en parte durante las prácticas de AIC, puesto que los alumnos deben desarrollar diversos proyectos programando en lenguajes tan distintos como VHDL y Visual C++ .NET.
- Tecnología hardware: La relación entre AIC y el hardware/tecnología es estrecha.

Respecto de las competencias transversales genéricas, indicamos aquellas con las que esta materia tiene especial conexión. En el Libro Blanco sobre las Titulaciones Universitarias de Informática [1] puede encontrarse una lista completa de todas las competencias genéricas de la titulación. Respetamos aquí la numeración que aparece en este documento para dichas competencias. La siguiente lista también incluye una breve explicación de porqué cada competencia tiene conexión con la materia AIC:

- (1) Capacidad de análisis y síntesis: Fundamental para el desarrollo de los problemas prácticos propuestos en la materia, e incluso para el estudio de la misma, puesto que su temario es amplio.
- (2) Capacidad de organización y planificación: Competencia importante para la realización de las prácticas de AIC, puesto que éstas proponen al alumno el desarrollo de diversos proyectos de dimensión importante.
- (3) Comunicación oral y escrita en la lengua nativa: Capacidad importante para la realización de los exámenes, y para la redacción de la documentación técnica asociada a los proyectos propuestos durante las sesiones prácticas de AIC.
- (4) Conocimiento de una lengua extranjera: AIC es una materia avanzada con un marcado

carácter tecnológico, por lo que muchos de los mejores libros de texto únicamente se encuentran en lengua inglesa. Aunque al alumno se le ofrece en español todo el material necesario para superar la materia, lo cierto es que en alguna ocasión quizás le sea necesario acudir a estos textos en lengua inglesa.

- (5) Conocimientos de Informática relativos al ámbito de estudio: La relación con AIC es directa.
- (6) Capacidad de gestión de la información (captación y análisis de la información): Competencia necesaria para sacar el máximo partido de las clases de teoría, el estudio del temario, etc.
- (7) Resolución de problemas: El examen de la materia siempre incluye diversos problemas prácticos a resolver. Otros problemas aparecen durante el desarrollo de los proyectos propuestos en las sesiones prácticas.
- (8) Toma de decisiones: Las prácticas de AIC están abiertas a optimizaciones/mejoras propuestas por el propio alumno. El alumno decide si presenta o no optimizaciones y cuáles. Más aún, las herramientas usadas dentro de las sesiones prácticas (p.e. Visual C++ .NET) son muy amplias, con múltiples alternativas de uso. El alumno debe decidir qué alternativas prefiere usar.
- (9) Trabajo en equipo: Las prácticas de la materia AIC se realizan en equipos de 2 alumnos.
- (14) Razonamiento crítico: El examen de la materia siempre incluye alguna pregunta teórica que el alumno debe razonar. Esta competencia también es útil durante el estudio de la materia, sobre todo si se complementa el temario con otras fuentes de información.
- (16) Aprendizaje autónomo: Las prácticas de AIC proponen al alumno el desarrollo de proyectos en diversos lenguajes de programación (como VHDL o Visual C++ .NET). El alumno no tiene porqué conocer esos lenguajes, por lo que debe aprenderlos en parte de forma autónoma, aunque los profesores de la asignatura también proporcionen cierta ayuda. Por otro lado, la materia se complementa con el uso de varios simuladores, que permiten que los alumnos

practiquen en casa (a su propio ritmo) los conceptos enseñados en clase.

- (17) Adaptación a nuevas situaciones: Como hemos comentado, las prácticas de AIC incluyen el desarrollo de proyectos en diversos lenguajes de programación (como VHDL o Visual C++ .NET). Y el alumno no tiene porqué conocer, de partida, esos lenguajes. Por tanto, se enfrenta a nuevas situaciones.
- (18) Creatividad: Durante las prácticas de AIC, especialmente las del 2º cuatrimestre, los alumnos deben desarrollar una aplicación visual en entorno Windows. La creatividad es una competencia importante para mejorar la interfaz de dicha aplicación. También es importante la creatividad a la hora de enfrentarse a muchos problemas prácticos.
- (21) Iniciativa y espíritu emprendedor: Fundamental para proponer mejoras/optimizaciones en las prácticas de la materia.
- (22) Motivación por la calidad: Las prácticas (tanto la aplicación desarrollada como la documentación técnica entregada) de la materia deben cumplir unos mínimos de calidad para ser aceptadas. En la misma línea se puede hablar de los exámenes de la asignatura, y en particular, de los problemas prácticos a revolver en ellos.

Las competencias académicas y disciplinares específicas que se pretenden fomentar con la materia AIC son las siguientes:

1. Conocer y comprender el concepto de modelo computacional y los distintos modelos computacionales existentes, profundizando en el modelo de von Neumann.
2. Dominar los fundamentos de la Arquitectura e Ingeniería de Computadores, comprendiendo la estrecha interrelación entre arquitectura de computadores y tecnología de computadores.
3. Ser capaz de analizar el rendimiento de distintas arquitecturas de computadores.
4. Comprender y conocer el concepto de paralelismo a distintos niveles, la clasificación de las arquitecturas paralelas existentes, las técnicas paralelas básicas, y la relación entre lenguajes y arquitecturas paralelas.

5. Manejar en profundidad las técnicas de segmentación usadas en procesadores para mejora de su rendimiento.
6. Comprender el concepto de procesador vectorial y su modo de operación, siendo capaz de comparar el rendimiento de estos procesadores con el de los escalares.
7. Conocer y dominar las características de los sistemas multiprocesadores actuales. Dentro de estas características son de especial interés las redes de interconexión, los mecanismos de sincronización y la organización de la memoria en multiprocesadores.
8. Comprender y dominar el concepto de multicomputador, entendiendo las distintas redes de interconexión, los mecanismos de paso de mensajes y las estrategias de encaminamiento.

De igual forma, las competencias personales y profesionales específicas a fomentar son:

1. Ser capaz de desarrollar proyectos, relativos a Arquitectura de Computadores, de dimensiones importantes.
2. Resolver problemas, de Arquitectura de Computadores, con creatividad y confianza en los propios conocimientos.
3. Desarrollar habilidades de síntesis y análisis de la información, combinación de información de diversas fuentes (no sólo de fuentes en español, sino también en lengua inglesa), y gestión de un gran volumen de información. En particular, para información sobre Arquitectura de Computadores.

3. Interrelación de AIC con otras asignaturas actuales en la titulación

En la figura 1 se muestra la interrelación de AIC con otras materias de la titulación de Ingeniero en Informática.

Las tablas 1 y 2 dan una breve explicación para cada interrelación indicada en la figura 1. Es importante destacar que no existen contenidos redundantes entre AIC y otras materias troncales/obligatorias que el alumno deba cursar.

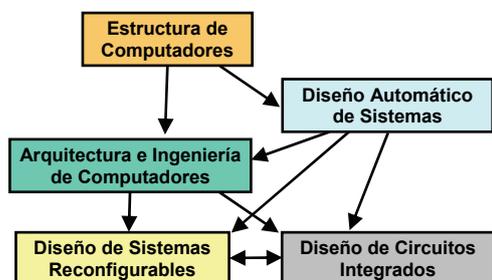


Figura 1. Interrelación entre AIC y otras materias de la Ingeniería en Informática

SE APOYA EN
<p>Estructura de Computadores. 2º curso. Obligatoria. 12 créditos.</p> <p>Descriptor: Instrucciones: formato y direccionamiento. Sistema de memoria. Unidad de Control. Sistema de E/S. Buses. Aumento de prestaciones.</p> <p>Breve explicación: AIC se apoya en los conceptos explicados en Estructura de Computadores (EC), ampliando algunos de estos conceptos, tratando temas más avanzados, y estudiando arquitecturas paralelas. Podríamos decir que AIC es la materia continuación de EC.</p>
<p>Diseño Automático de Sistemas. 3º curso. Optativa. 6 créditos.</p> <p>Descriptor: Metodología y fases de diseño. Síntesis lógica. Síntesis de alto nivel. Lenguajes de descripción de hardware. Diseño físico.</p> <p>Breve explicación: Si antes de cursar AIC el alumno ya ha cursado Diseño Automático de Sistemas (DAS), el desarrollo de los proyectos propuestos en las sesiones prácticas de AIC le resultará más sencillo, puesto que ya conocerá algunos aspectos como: el lenguaje VHDL, el modelado y simulación de un procesador en VHDL, etc. De todas formas, no es obligatorio haber cursado DAS, y para aquellos alumnos que no la hayan cursado los profesores dan el soporte necesario.</p>

Tabla 1. Explicación de la interrelación entre AIC y otras materias de la titulación en las que se apoya

4. Contenidos que se proponen para la asignatura AIC

Según B.O.E., los descriptores actuales de la asignatura AIC son: “Arquitecturas paralelas.

Arquitecturas orientadas a aplicaciones y lenguajes”. Tomando como punto de partida dichos descriptores, la figura 2 presenta la selección y estructuración de conocimientos generales que se pretenden impartir en la asignatura.

SIRVE DE BASE PARA
<p>Diseño de Circuitos Integrados. 4º y 5º curso. Optativa. 6 créditos.</p> <p>Descriptor: Tecnologías de circuitos integrados. Metodologías de diseño de circuitos integrados. Testabilidad. Diseño de ASICs.</p> <p>Breve explicación: Tras cursar AIC el alumno tiene una idea más clara de la tecnología y el hardware de los computadores, además de la arquitectura de los mismos. De esta forma, observará con más claridad la utilidad e importancia de los circuitos integrados en los computadores actuales.</p>
<p>Diseño de Sistemas Reconfigurables. 5º curso. Libre elección. 6 créditos.</p> <p>Descriptor: Prototipado y diseño en lenguaje de alto nivel de procesadores digitales. FPGAs. Síntesis física en hardware reconfigurable.</p> <p>Breve explicación: Tras cursar AIC, y en particular tras desarrollar los proyectos propuestos en las sesiones prácticas, el estudiante adquiere las nociones fundamentales sobre el modelado y simulación de procesadores con lenguajes de alto nivel (como VHDL). Estos aspectos son útiles en la materia Diseño de Sistemas Reconfigurables (DSR). Además, cada vez existe una más estrecha relación entre procesadores (AIC) y FPGAs (DSR), existiendo hoy en día: procesadores con unidades funcionales implementadas usando FPGAs (p.e. mediante un coprocesador reconfigurable), SoC (<i>System-on-Chip</i>, procesadores implementados dentro de FPGAs), etc.</p>

Tabla 2. Explicación de la interrelación entre AIC y otras materias de la titulación a las que sirve de base

5. Distribución temporal de la asignatura

En la actualidad, la asignatura AIC es una asignatura anual que consta de 9 créditos, de los cuales 6 son teóricos y 3 prácticos. Según la tabla de conversión correspondiente, esos 9 créditos darían lugar a 8,2 créditos ECTS, es decir, 205 horas de dedicación por parte del alumnado. La distribución que proponemos de esas 205 horas aparece en la tabla 3. Dicha distribución mantiene

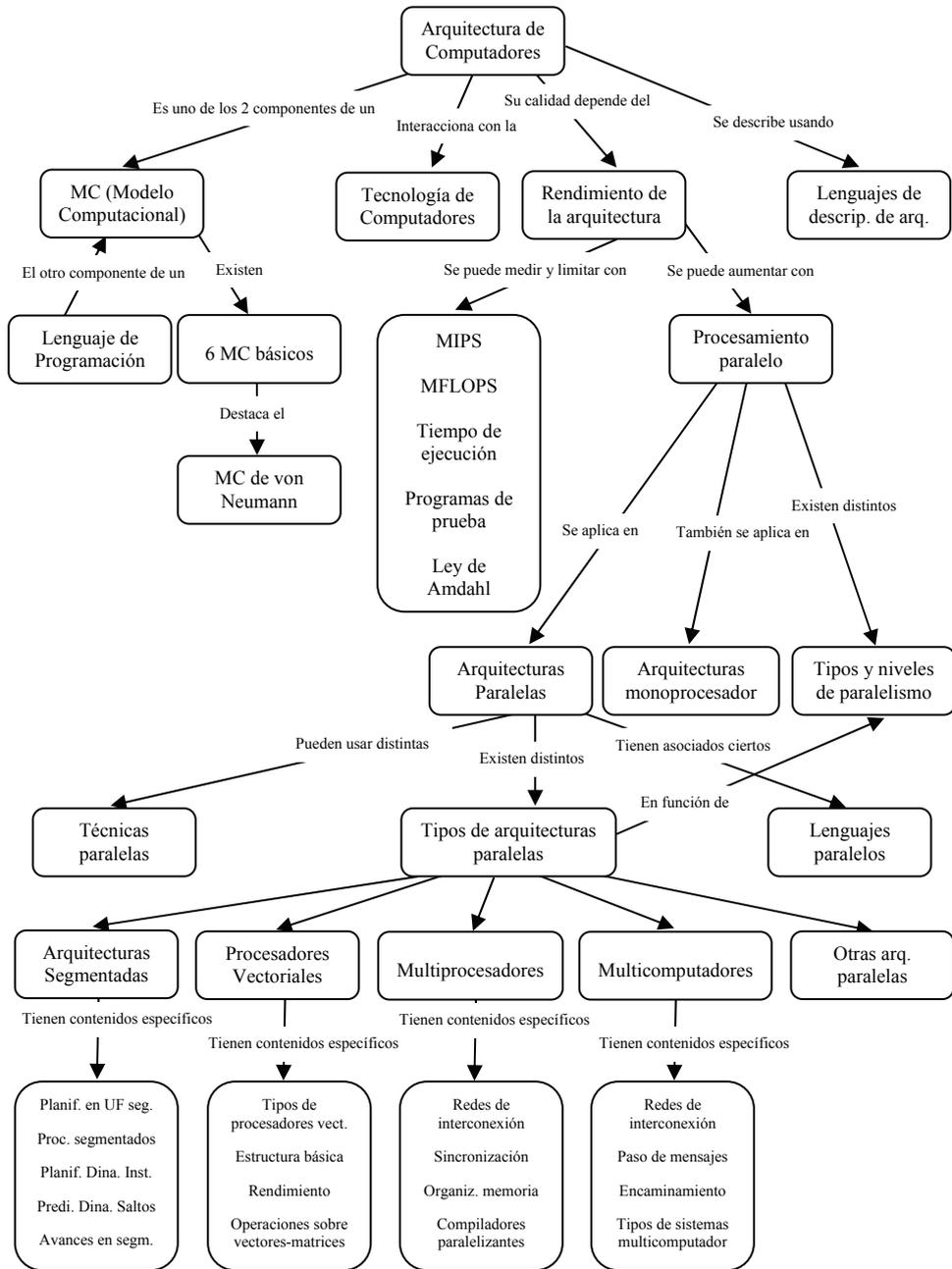


Figura 2. Selección y estructuración de contenidos dentro de la materia AIC

Grupo Grande: 30%	61-62 horas
Seminario-Lab.: 15%	30-31 horas
Tutoría ECTS: 0%	0 horas
No presenciales: 55%	112-113 horas

Tabla 3. Distribución ECTS de los créditos de la asignatura AIC

la proporcionalidad actual entre teoría y prácticas, además no hace uso de la tutoría ECTS debido al alto número de alumnos matriculados en la asignatura (unos 155), lo cual hace inviable el uso de esta alternativa didáctica. Respecto a las actividades de seminario-laboratorio, indicar que el nivel de practicidad de la asignatura es medio-alto (con orientación profesional), y por tanto, el agrupamiento de alumnos para realizar las

prácticas debe ser medio-bajo (habitualmente se hacen grupos de prácticas de dos alumnos).

De forma más detallada, la tabla 4 describe cuál es exactamente la dedicación prevista tanto de alumno como del profesor, desglosando esta dedicación en horas presenciales y no presenciales, además de por distintos tipos de actividades. Obsérvese que en las actividades de coordinación/evaluación por parte del profesor, en las horas no presenciales, se han tenido en cuenta actividades como: revisión del Plan Docente de la materia (rev. PD), preparación del material (prep. material), preparación del examen (prep. exam.), corrección de dicho examen (corr. exam.) y revisión del mismo (rev. exam.).

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>		<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>		
<i>Distribución de actividades</i>	<i>Nº alumnos</i>	<i>Horas presenciales</i>	<i>Horas no presenciales</i>	<i>Horas presenciales</i>	<i>Horas no presenciales</i>	
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinación /evaluación	155	5	-	5	6 (rev. PD) + 12 (prep. material) + 4 (prep. exam.) + 78 (corr. exam.) + 2 (rev. exam.)
	Teóricas	155	34	17	34	17
	Prácticas	155	22	11	22	11
	Subtotal	155	61	28	61	130
Seminario-Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinación /evaluación	20	-	-	-	2 (rev. PD) + 4 (prep. material) + 3 (prep. exam.) + 78 (corr. exam.) + 4 (rev. exam.)
	Teóricas	20	-	-	-	-
	Prácticas	20	30	41	240	15
	Subtotal	20	30	41	240	106
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinación /evaluación	-	-	-	-	-
	Teóricas	-	-	-	-	-
	Prácticas	-	-	-	-	-
	Subtotal	-	-	-	-	-
Tutoría complementaria y preparación de examen		1	-	45	78	-
Totales			91 (3,64 ECTS)	114 (4,56 ECTS)	379 (15,16 ECTS)	236 (9,44 ECTS)

Tabla 4. Distribución ECTS detallada tanto del alumno como del profesor

6. Actividades e instrumentos de evaluación propuestos

Los criterios de evaluación que se proponen para esta materia son:

1. Demostrar la adquisición, comprensión y dominio de los principales conceptos de la materia: La ponderación de este criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final es de un 20%.
2. Resolver problemas, de forma creativa y segura, aplicando conocimientos teóricos y basándose en resultados experimentales: Con una ponderación en la calificación final del 50%.
3. Desarrollar y defender adecuadamente un proyecto relativo al temario del primer cuatrimestre: La ponderación de este criterio en la calificación final es de un 15%.
4. Desarrollar y defender adecuadamente un proyecto relativo al temario del segundo cuatrimestre: Su ponderación en la calificación final es de un 15%.

En resumen, las actividades e instrumentos de evaluación propuestos se desdoblán en dos vertientes: seminario-laboratorio (con una ponderación del 30% sobre la calificación final de la asignatura) y examen final (con una ponderación del 70% sobre la calificación final).

7. Conclusiones

En este artículo hemos presentado una propuesta de adaptación de la asignatura Arquitectura e Ingeniería de Computadores, una asignatura troncal de cuarto curso de la Ingeniería en Informática dentro de la Universidad de Extremadura, al EEES. Esperamos que esta propuesta sea de interés para otros profesores que también se encuentren actualmente en el proceso de adaptación de sus asignaturas al EEES. En todo caso, éste es el objetivo fundamental que hemos buscado con este artículo: el intercambio de ideas y experiencias.

Como conclusión personal cabe destacar que hemos observado que el número máximo de

alumnos que pueden cursar la titulación de Ingeniería en Informática en la UEx es muy elevado [4]. Suponemos que porque se pretende satisfacer toda la demanda existente. Bajo nuestro punto de vista, creemos que debería reducirse dicho número máximo de alumnos en el futuro para alcanzar algunos criterios de calidad, si es que no pueden aumentarse los recursos materiales y humanos necesarios. El establecimiento de mecanismos de selección más restrictivos (con “notas de corte” más elevadas) favorecería la entrada de alumnos con mejor rendimiento académico y capacidad de trabajo. Y por ende, se mejorarían los resultados de la titulación, y por consiguiente, también los de la materia AIC.

Referencias

- [1] ANECA. *Libro Blanco sobre las Titulaciones Universitarias de Informática en el Nuevo Espacio Europeo de Educación Superior*. Proyecto EICE (Los Estudios de Informática y la Convergencia Europea), 2004.
- [2] Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura. *Informe de Autoevaluación de las Titulaciones de Ingeniero en Informática, Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas e Ingeniero Técnico en Informática de Gestión*. II Plan de Calidad de las Universidades, 2003.
- [3] Secretariado de Innovación y Evaluación de la Docencia, Vicerrectorado de Innovación Educativa y Nuevas Tecnologías, Universidad de Extremadura. *Informe de Encuestas al Alumnado de Ingeniería en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas*. 2003.
- [4] Secretariado de Innovación y Evaluación de la Docencia, Vicerrectorado de Innovación Educativa y Nuevas Tecnologías, Universidad de Extremadura. *Informe de Encuestas al Profesorado de Ingeniería en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas*. 2003.