

# Metodología de trabajo y experiencias de aprendizaje colaborativo y evaluación continua en la disciplina de Sistemas Multiagente

Francisco Bellas Bouza y Amparo Alonso Betanzos

Dpto. de Computación. Facultad de Informática

Universidad de A Coruña

Campus de Elviña, 15071 A Coruña

[fran@udc.es](mailto:fran@udc.es), [ciamparo@udc.es](mailto:ciamparo@udc.es)

## Resumen

En este trabajo se exponen las experiencias realizadas para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior de la asignatura Sistemas Expertos, de la titulación de Ingeniería Informática en la Universidad de A Coruña. El nuevo planteamiento se centra principalmente en la realización de actividades colaborativas, la incorporación de recursos virtuales y el sistema de evaluación continua empleado, que son posibles, en gran parte, debido a que el número de alumnos matriculados en la asignatura (una media de 21 en los dos últimos cursos), es adecuado para este tipo de experiencias. Con este planteamiento, el 95% de los alumnos matriculados (100% de los presentados) superaron la materia y demostraron un alto nivel de asimilación de los conceptos.

## 1. Introducción

La asignatura de Sistemas Expertos en la Universidad de A Coruña es una asignatura optativa de segundo ciclo que se imparte en la titulación de Ingeniería Informática, con una carga lectiva total de 6 créditos, 4 de los cuales son teóricos y 2 son prácticos. Esta asignatura forma parte de un grupo de asignaturas de la Facultad de Informática en nuestra Universidad, que planifican una nueva Guía Docente para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. En nuestro caso, la nueva guía adapta esta asignatura a 5 créditos ECTS. Estas guías docentes han sido elaboradas empleando la plantilla creada por la Universidad de A Coruña mediante el proyecto GADDU (Guía de Armonización para el diseño de la Docencia Universitaria) [1].

Dado el carácter optativo de esta asignatura, y que además se imparte en el segundo ciclo de una ingeniería superior, la filosofía que se ha tratado

de imponer al desarrollo de los objetivos docentes de la misma se basa en incentivar el trabajo personal del alumno y la capacidad de resolución de problemas por sí mismo. De esta forma, se valorará altamente la asistencia y la participación en las clases, pudiendo el alumno obtener la calificación final de la asignatura mediante trabajos y sin necesidad de realizar un examen final escrito. Además, consideramos importante fomentar el trabajo en equipo y la colaboración, fundamentales en la vida profesional de los Ingenieros Informáticos, además de potenciar el autoaprendizaje, por supuesto guiado, de los alumnos. La metodología usada y los objetivos de la asignatura se ven claramente favorecidos por el hecho de que el número de alumnos matriculados es moderado (durante los dos últimos cursos la media es de 21 alumnos).

Desde el curso 2004/2005, el contenido temático básico de esta asignatura ha cambiado de los Sistemas Expertos clásicos del campo de la Inteligencia Artificial, a los Sistemas Multiagente que se imparten en la actualidad. Este es un campo de estudio reciente en sus planteamientos y desarrollos, que aumentan cada día, lo cual confiere unas características especiales a la asignatura en cuanto a la novedad de los contenidos. Esto nos ha permitido, por una parte, acercar a los alumnos al mundo de la investigación cuando están a punto de finalizar el segundo ciclo, y por la otra, incorporar conocimientos recientes que se utilizan ya a nivel industrial, siendo éste un aspecto muy importante en carreras como la Ingeniería Informática.

Hemos establecido una serie de objetivos concretos para la asignatura, que desde el punto de vista de los conocimientos son:

- Introducir el concepto de Sistemas Multiagente a partir de la necesidad de

arquitecturas distribuidas en los sistemas inteligentes.

- Presentar las diferentes aproximaciones a las arquitecturas de los Sistemas Inteligentes.
- Presentar la noción de Negociación como un aspecto básico inherente a los sistemas multiagente.
- Presentar las nociones y los aspectos básicos de la coordinación, la cooperación y la comunicación, también imprescindibles en sistemas de este tipo.
- Presentar los aspectos básicos de una herramienta que cumple los estándares del campo, como JADE, y capacitar al alumno para la implementación de sistemas sencillos usando esta herramienta.

Los objetivos de la asignatura en cuanto a competencias y actitudes son los siguientes:

- Lograr que el alumno adquiera la capacidad de llevar a cabo la resolución de problemas, en este caso particular, relativos al desarrollo y la implementación de un sistema multiagente.
- Lograr que el alumno adquiera la capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica.
- Lograr que el alumno adquiera la capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Lograr que el alumno sea capaz de trabajar de forma colaborativa con sus compañeros.
- Fomentar el aprendizaje autónomo del alumno

## 2. Metodología

Como hemos mencionado anteriormente, el objetivo principal de esta asignatura se puede resumir en *enseñar al alumno a resolver problemas que necesiten de arquitecturas computacionales distribuidas y cooperativas flexibles*. En líneas generales, nuestra propuesta para adaptarnos a una distribución de créditos ECTS consiste en:

- Utilizar las clases magistrales para establecer los conceptos fundamentales de la materia.
- Desarrollo de trabajos tutelados por los profesores de la asignatura. Los trabajos están basados en los contenidos desarrollados en las clases teóricas y pretenden ampliar los

conocimientos del alumno en la materia. El profesor guiará al alumno en el desarrollo de estos trabajos para establecer unos contenidos mínimos y delimitar el alcance de los mismos.

- Desarrollo de trabajos en grupos cooperativos durante las clases presenciales. El objetivo de estos trabajos es favorecer el aprendizaje en grupo del alumno así como fomentar diversas competencias, entre ellas la de trabajo en grupo.
- Desarrollo de prácticas de programación en una herramienta que se ajuste a los estándares del campo. Estos ejercicios pretenden que el alumno adquiera experiencia en la construcción, depuración y prueba de programas y su uso en diversas aplicaciones prácticas.
- Desarrollo de foros de discusión sobre temas puntuales de la asignatura.
- Estudio de casos en las clases presenciales, con trabajo previo del alumno.
- Empleo y manejo de recursos virtuales para favorecer el autoaprendizaje del alumno y su autonomía.

Para llevar a cabo cada uno de estos apartados y como soporte al alumno, se emplea mayoritariamente el programa informático Moodle [2], una plataforma de formación a través de la Web que permite la gestión de un curso virtual y que ya hemos utilizado el curso 2005/06 con éxito notable. Este curso se pretende potenciar su uso para fomentar la capacidad de aprendizaje autónomo del alumno. La herramienta está basada en diversos principios pedagógicos para ayudar a los educadores en el desarrollo de comunidades de aprendizaje on-line. Moodle es una herramienta de libre distribución y gratuita, por tanto su implantación no supone ningún coste económico adicional, aunque sí es necesario un coste temporal en cuanto a la instalación y configuración del sistema. Paralelamente, también se utilizarán los recursos disponibles en la Facultad Virtual de la Universidade da Coruña [3], aunque esta herramienta posee ciertas limitaciones respecto a Moodle, por lo que será utilizada básicamente como apoyo. Esta decisión se debe a que Moodle permite realizar pruebas de autoevaluación interactivas, entrega de actividades individuales y de grupos, encuestas sobre la asignatura, etc. y otros aspectos atractivos que no

es posible realizar en el entorno que nos proporciona la Universidad. En la Figura 1 se muestra la página principal de la asignatura en el entorno Moodle.

### 3. Estructura teórica de la asignatura

Las clases teóricas de la asignatura suponen 4 de los 6 créditos de la misma, es decir, un 66% de su contenido total. Son de carácter presencial y se basan en una clase magistral impartida haciendo uso de transparencias que son proyectadas con un cañón de video. La asistencia a las clases de teoría no es obligatoria, pero es valorada en la calificación final de la asignatura.

Los contenidos teóricos están agrupados en cuatro bloques temáticos básicos, que se detallan a continuación:

#### 3.1. Bloque temático I: Conceptos básicos

Se introducen las nociones básicas de sistemas inteligentes distribuidos y de agentes. Este bloque

contiene los tres primeros temas del temario oficial de la asignatura:

- Tema 1. Introducción.
- Tema 2: Agentes. Aspectos Generales.
- Tema 3: Agentes Inteligentes.

En este bloque inicial se proporcionará al alumno una visión moderna de los sistemas inteligentes y los recursos necesarios para consultar los trabajos de investigación más relevantes del campo.

#### *Trabajos propuestos (no presenciales)*

Se propone un trabajo inicial de búsqueda en Internet de aplicaciones reales y actuales de sistemas multiagente. El objetivo es que el alumno adquiera una dimensión del campo del que trata la asignatura. La actividad está tutorada por los profesores de la asignatura de forma presencial y de forma virtual. Un segundo objetivo de esta

The screenshot shows the Moodle course interface for 'Sistemas Expertos'. The browser window title is 'Curso: Sistemas Expertos - Mozilla Firefox'. The URL is 'https://pauker.dc.fi.udc.es/moodle/course/view.php?id=10&edit=off'. The user is logged in as 'Francisco Bellas Bouza'. The page layout includes a left sidebar with navigation menus for 'Personas', 'Actividades', 'Buscar en los foros', 'Administración', and 'Mis cursos'. The main content area is titled 'Diagrama de temas' and contains a list of six topics: 1. Tutorías, 2. Programa, 3. Introducción, 4. Transparencias teoría, 5. Entrega de un fichero con direcciones web sobre aplicaciones de agentes, and 6. Plantilla para el trabajo sobre arquitecturas deliberativas y reactivas. The right sidebar contains 'Mensajes', 'Calendario', 'Eventos próximos', and 'Actividad reciente'.

Figura 1. Página principal de la asignatura en la herramienta docente Moodle

actividad es que el alumno pueda plantearse qué tipo de aplicación le interesaría presentar en el trabajo teórico final, otra de las actividades que se propone a los alumnos de la asignatura al finalizar el cuarto bloque temático.

Este trabajo es de carácter individual y las especificaciones en cuanto a longitud y características del contenido son proporcionadas por el profesor mediante la herramienta docente *Moodle*.

### 3.2. Bloque Temático II: Arquitecturas de Agentes

Los temas concretos a los que se hace referencia en este bloque son:

- Tema 4.- Agentes de razonamiento deductivo
- Tema 5.- Agentes de razonamiento práctico
- Tema 6.- Agentes reactivos y Agentes híbridos

En estos temas se trata un aspecto básico de los agentes, la arquitectura que les proporciona capacidades inteligentes. Se hace un repaso exhaustivo a las principales características de los tres tipos de arquitecturas existentes: deliberativas, reactivas o híbridas.

#### *Trabajos propuestos (no presenciales)*

Antes de comenzar la explicación del tema 6 sobre arquitecturas deliberativas, se plantea a los alumnos un trabajo donde se muestren con claridad las diferencias entre las arquitecturas deliberativas y reactivas para agentes. El objetivo de esta actividad es mostrar que la problemática del tipo de aproximación escogida, desconocida para la mayoría de los alumnos, ha sido muy relevante en estas últimas décadas. La principal fuente de información debe ser, de nuevo, Internet, pero en este caso también es posible recurrir a los textos de referencia en la bibliografía de la asignatura. El alumno debe comentar como conclusión la solución que ha sido adoptada como más eficiente en el campo, esto es, una aproximación híbrida. Dicha conclusión se puede extraer de una lectura calmada de cualquiera de los textos que tratan esta problemática.

Para la realización de este trabajo, se proporciona a los alumnos (por medio de la Web

de la asignatura en *Moodle*), una plantilla con el formato básico y la longitud mínima (y máxima), en páginas. Asimismo, se establece un directorio de entrega del trabajo, ambas cosas a través de la página Web de la asignatura en Moodle. El planteamiento que hemos elegido para la implementación de este trabajo es la variante de aprendizaje colaborativo Jigsaw [4]. Los grupos constan de dos alumnos, uno de los cuales se especializaría en arquitecturas deliberativas y el otro en arquitecturas reactivas. Posteriormente, los grupos se intercambiarán de forma que los alumnos que estudian el mismo tipo de arquitectura se reúnan en un mismo grupo, que elaborará en detalle el aspecto a estudiar. Finalmente, cada estudiante retornará a su grupo original para elaborar un trabajo final.

### 3.3. Bloque Temático III: Interacción, cooperación y negociación en Sistemas Multiagente

Los temas concretos a los que se hace referencia en este bloque son:

- Tema 7.- Interacciones multiagente
- Tema 8.- La negociación entre agentes.
- Tema 9.- La comunicación entre agentes.
- Tema 10.- La cooperación entre agentes.

En los temas de este tercer bloque se trata un aspecto básico de los sistemas de agentes, la comunicación e interacción entre ellos. El estudio general de las interacciones entre agentes requiere establecer un protocolo de comunicaciones eficiente y fiable y un protocolo de negociación general que permitan que los agentes cooperen en la realización de una tarea.

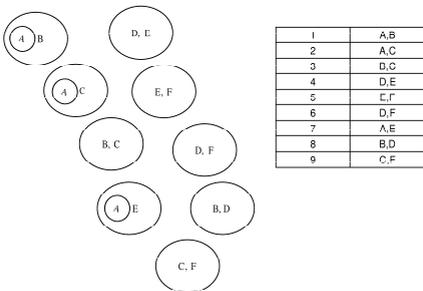
#### *Trabajos propuestos (no presenciales)*

Durante este bloque, los alumnos deben realizar una tarea de discusión sobre el tema de metodologías de agentes. Así, se organizan en grupos de dos alumnos, cada uno de los cuales está especializado en una metodología particular, de entre un grupo de metodologías a estudiar que propondrá el profesor. Por tanto, cada grupo estará especializado en dos metodologías. Posteriormente, en una segunda fase, se formarán grupos homogéneos con los alumnos que se hayan

especializado en cada una de las distintas metodologías, para profundizar en ellas. Finalmente, los alumnos vuelven a su grupo inicial, en donde se debe elaborar un informe que compare las ventajas e inconvenientes de las dos metodologías, realizando un estudio comparativo (figura 2). Como vemos, de nuevo aplicamos una estrategia de aprendizaje colaborativo en su variante de Jigsaw [4]. Con esta actividad, se pretende introducir al alumno en la problemática de la falta de estandarización en el campo de los sistemas multiagente, además de fomentar su capacidad crítica. La plantilla para la realización del trabajo y el directorio de entrega del mismo están disponibles en la página Web de la asignatura. En la plantilla se incluye un apartado de comparativa con otras metodologías y de ventajas e inconvenientes de la metodología presentada.

METODOLOGÍAS PROPUESTAS : A,B, C,D, E, F

GRUPOS 1ª FASE



GRUPOS 2ª FASE: El alumno del grupo especializado en una metodología, por ejemplo, la A, forma un nuevo grupo. En este ejemplo, los nuevos grupos son de tres alumnos, todos especialistas en la misma metodología.

METODOLOGÍA	
A	1,2,7
B	1,3,8
C	2,3,9
D	4,6,8
E	4,5,7
F	5,6,9

Figura 2. Estrategia de Jigsaw aplicada en el trabajo sobre metodologías de agentes.

### 3.4. Bloque Temático IV: Ejemplos de Sistemas Multiagente

El tema al que se hace referencia en este bloque es:

- Tema 11.- Aplicaciones

Los contenidos teóricos de este tema serán presentados por los propios alumnos mediante trabajos y la exposición en clase de los mismos.

#### Trabajos propuestos (no presenciales)

En este bloque, el alumno realizará de nuevo en grupos de dos, un trabajo teórico, consistente en el estudio de una aplicación práctica de los sistemas multiagente de su elección. Este trabajo deberá ser presentado ante el resto de la clase, además de entregado por escrito. Con esta actividad, se persigue que el alumno, además de adquirir conocimientos sobre el tema, adquiera las capacidades necesarias para exponer en público un trabajo, y para abstraer las ideas generales más importantes, ya que el tiempo de exposición se reducirá a 10-12 minutos para cada uno de los dos alumnos del grupo. Por otra parte, de esta forma también podíamos puntuar a cada uno de los dos integrantes del grupo por separado, en función de su capacidad de abstracción, resumen de ideas fundamentales, claridad en la exposición, dominio del tema y capacidad de contestar a las preguntas formuladas por el profesor y por los demás alumnos.

La plantilla para la realización del trabajo y el directorio de entrega del mismo están disponibles en la página Web de la asignatura.

Finalmente, se propone a los alumnos una última actividad no presencial, que realizan en grupo, y que consiste en el desarrollo de una aplicación en la metodología seleccionada. En este momento, los alumnos ya tendrán una versión crítica de las metodologías que se pueden usar, así como de los posibles campos de aplicación de la disciplina, por lo que consideramos que están capacitados para realizar un diseño de un sistema de este tipo.

### 4. Estructura práctica de la asignatura

En cuanto a las clases prácticas, éstas son presenciales y la asistencia es obligatoria. La organización de las prácticas está sincronizada con las clases de teoría, de forma que los alumnos programen aquellos aspectos de un Sistema Multiagente que ya han visto de forma teórica.

También pueden ser estructuradas en cuatro bloques básicos, aunque no guardan una relación directa con los bloques de teoría:

#### 4.1. Introducción a JADE

En este primer bloque se introduce la herramienta de desarrollo de sistemas multiagente que se utilizará en la asignatura: JADE. Al estar realizada completamente en JAVA, los alumnos de segundo ciclo están altamente familiarizados con el lenguaje, y la comprensión de los elementos básicos es rápida. Además, esta herramienta cumple totalmente el estándar FIPA de creación de agentes, lo que la convierte en muy indicada para docencia.

Se dedican dos clases prácticas a la explicación de la herramienta, dónde se llevan a cabo ejemplos simples que toquen los aspectos básicos de JADE (creación y eliminación de agentes, configuración de la herramienta, entorno gráfico, threads, etc). Estas prácticas no serán entregadas al profesor, sino que se plantean para que el alumno pueda fijar dichos conceptos básicos.

#### 4.2. Conceptos básicos de Sistemas Multiagente

En este bloque, el alumno deberá realizar una práctica de programación obligatoria consistente en la modificación de un ejemplo básico de sistema multiagente dedicado a la compra-venta de libros. Este problema fue planteado en una versión básica dentro de las dos primeras clases prácticas que se utilizaron para introducir los conceptos básicos de JADE y los lenguajes orientados a agentes. De esta forma, el alumno no parte de cero a la hora de implementar un sistema tan complejo, sino que debe completar y aumentar un código ya existente. La práctica hace hincapié en los principales aspectos de JADE, como son el uso de comportamientos, las comunicaciones, el uso de la GUI, etc.

De nuevo, se habilita un directorio de entrega en la página Web de la asignatura y se proporciona una plantilla para la realización de la memoria de la práctica.

#### 4.3. Conceptos avanzados de Sistemas Multiagente

La segunda práctica obligatoria implica la realización por parte del alumno de un sistema multiagente visto en clase de teoría y que trata de realizar la exploración óptima de un planeta, con el objetivo de que un grupo de agentes robóticos

recojan el mayor número de piedras posible. Para la realización de esta práctica, los alumnos deben organizarse previamente en grupos de 6 alumnos, es decir, grupos formados por 3 de las parejas ya existentes. Cada uno de estos grupos de 6 alumnos debía crear un simulador gráfico con el objetivo de poder realizar una competición entre los sistemas creados por cada pareja. Esta tarea inicial se planteó con el objetivo de fomentar el trabajo en grupo y, dado que los alumnos son de último curso, de mostrar qué implica organizarse en un grupo de programadores para realizar una aplicación conjunta (Ingeniería del Software). De hecho, el profesor de prácticas no proporcionó ninguna indicación sobre cómo debían organizarse los alumnos. El hecho de plantear una competición final hizo que los alumnos se tomasen en serio la premisa básica de realizar una implementación optimizada, con el objeto de no resultar “perdedores” delante del profesor y de sus compañeros.

Desde el punto de vista de los contenidos, esta práctica trata de hacer énfasis en aspectos más realistas de los sistemas multiagente, como son la necesidad de un simulador gráfico que permita analizar los resultados de forma simple, la necesidad de colaboración entre los agentes para lograr una meta común, la necesidad de comunicarse, etc.

De nuevo, se habilita un directorio de entrega en la página Web de la asignatura y se proporciona una plantilla para la realización de la memoria de la práctica

#### 4.4. Práctica optativa

Todos los trabajos anteriores, a excepción del trabajo inicial sobre búsqueda de referencias, fueron realizados por los grupos (parejas) creados al inicio del curso. La idea de la práctica optativa fue que el alumno que deseara incrementar su nota final, pudiese hacerlo de forma individualizada. Así, el profesor de prácticas plantea una serie de posibles implementaciones y los alumnos interesados escogen una de ellas. También, aquellos alumnos que lo deseen, pueden plantear al profesor alguna idea propia como práctica optativa. Una posibilidad es mejorar alguna de las dos prácticas obligatorias, de modo que no supone la realización de un sistema nuevo desde cero.

De nuevo, se habilita un directorio de entrega en la página Web de la asignatura y se proporciona una plantilla para la realización de la memoria de la práctica.

## 5. Evaluación

En cuanto a la evaluación, los alumnos pueden elegir entre dos vías:

- Evaluación continua: El alumno debía entregar los distintos trabajos tanto teóricos como prácticos a lo largo del curso. A continuación se muestra la valoración sobre la nota final de cada una de las actividades:

Actividad	Porcentaje sobre la nota final
Trabajo links agentes	2.5 %
Trabajo reactivo vs deliberativo	5 %
Trabajo metodologías	10%
Trabajo aplicaciones	15%
Diseño aplicación	15%
Practica 1	15%
Practica 2	22,5%
Practica 3	15%

El valor de cada actividad fue fijado por los profesores de la asignatura a principio de curso con el objetivo de que ambas partes (teoría y práctica) pesasen lo mismo sobre la nota final. Sin la realización de la práctica optativa, el alumno no puede optar a la calificación máxima.

Decir por último que las calificaciones acumuladas tras la entrega de cada trabajo eran publicadas en la Web de la asignatura de forma que los alumnos pudiesen ir viendo a lo largo del curso la calificación que acumulaban.

- Evaluación final: El alumno debía entregar únicamente las dos prácticas obligatorias y el examen se centra en la parte teórica. La ponderación de cada parte es al 50%.

## 6. Resultados

De cada una de las actividades propuestas, hemos extraído una serie de conclusiones de cara al próximo curso:

1. Búsqueda de referencias sobre aplicaciones existentes sobre sistemas multiagente: Los conceptos básicos que se presentaron en el tema introductorio y que podían parecer abstractos adquirieron tras este trabajo una dimensión real. Nos ha parecido una actividad introductoria muy adecuada porque permitió que los alumnos se familiarizaran con la entrega de trabajos a través de Moodle (hubo varias incidencias a este respecto), y que se hiciesen una idea de la dimensión real del tema que se trata.
2. Trabajo sobre arquitecturas deliberativas y reactivas: Permitted que los alumnos se hiciesen una idea de la problemática de las arquitecturas antes de que el profesor las explicase, lo cual es necesario dada la complejidad del tema. En este curso, la implantación de la metodología Jigsaw [4] persigue un entendimiento más profundo del tema, así como favorecer el aprendizaje colaborativo de los alumnos.
3. Entrega de la primera práctica obligatoria: Sirvió para que los alumnos se familiarizaran con el entorno JADE, y con la creación de sistemas altamente distribuidos. Además, aquellos grupos que fueron calificados con suspenso, se tomaron más en serio el trabajo a realizar en la segunda práctica y el de los siguientes trabajos teóricos.
4. Entrega de un trabajo sobre metodologías: Durante el curso pasado, se logró el objetivo buscado de mostrar la falta de estandarización a la hora de crear una metodología para sistemas multiagente. Se pedía a los alumnos que realizaran un estudio comparativo con otras metodologías, así como que resaltasen las ventajas y los inconvenientes de la metodología principal a estudiar. De esta forma, no sólo debían conocer una metodología particular, sino también relacionarla con otras. En este curso, la metodología que se pretende usar busca de nuevo un aprendizaje autónomo del alumno mayor, junto con fomentar el aprendizaje colaborativo y el espíritu crítico.
5. Entrega y exposición del trabajo sobre aplicaciones de agentes: Esta actividad sirvió para que los alumnos adquiriesen una dimensión realista de las aplicaciones que se han llevado a cabo en este campo, ya que cada

grupo debía exponer durante 10-12 minutos en clase delante de sus compañeros. El profesor trató además de fomentar la participación y la discusión tras las exposiciones, iniciativa que resultó muy satisfactoria. Este aspecto favorece las capacidades de crítica y de síntesis, así como la adquisición de competencias para comunicarse de modo eficaz y correcto con los demás, aprendiendo a argumentar con claridad, hablando en público. Además, debe elaborar documentación audiovisual para la presentación de su trabajo, así como redactar un informe. Todas estas actividades serán importantes para enfrentarse a otras asignaturas, fundamentalmente el Proyecto Fin de Carrera, así como a su futuro profesional. Los demás alumnos deben organizar un debate, argumentando con el grupo que está exponiendo su trabajo, sobre determinados aspectos del mismo.

6. Entrega del diseño de un sistema multiagente sobre una aplicación elegida por los alumnos. La estrategia utilizada es el aprendizaje orientado a proyectos [5], de manera que en el aprendizaje autónomo del alumno cobra especial importancia el proceso investigador y la realización de un trabajo escrito.
7. Entrega de la segunda práctica obligatoria: La creación de “grupos de grupos” que se debían de organizar de cara a realizar el simulador resultó muy satisfactoria y todos los simuladores desarrollados funcionaban perfectamente y permitieron la realización de competiciones. El hecho de plantear dichas competiciones hizo que los alumnos se tomasen en serio la premisa básica de realizar una implementación optimizada, con objeto de no resultar “perdedores” delante del profesor y de sus compañeros. Por otro lado, esta práctica sirvió para que los alumnos se diesen cuenta de qué implica crear un sistema “inteligente” sin la posibilidad de usar memorias, es decir, las limitaciones de los sistemas puramente reactivos.
8. Entrega de la práctica optativa: Esta actividad ha servido para mostrar, por un lado, que los alumnos llegan al final del curso con

demasiados exámenes y trabajos y parte de ellos no son capaces de realizar la entrega a tiempo. Los mejor organizados o los más interesados en una buena calificación final han realizado implementaciones muy interesantes.

## 7. Conclusión

En cuanto a las conclusiones finales que podemos extraer tras nuestra experiencia en este curso cabe destacar:

1. El nº de alumnos de la asignatura (26 en el curso 2005/06), ha permitido la realización de las actividades mencionadas anteriormente. Los profesores de la asignatura podían plantear trabajos colaborativos, y corregirlos rápidamente, informando a los alumnos de sus notas acumuladas a lo largo del cuatrimestre. De esta forma el alumno también podía medir el esfuerzo que necesitaba realizar en posteriores trabajos para lograr una determinada nota acumulada. En el caso de que el nº de alumnos aumentase de forma considerable en el futuro, sería mucho más difícil el poder seguir este tipo de enseñanza.
2. El porcentaje de aprobados en la asignatura es superior al 95%, con unos resultados a nivel de conocimientos por parte de alumnado muy satisfactorios.
3. Todos los alumnos han elegido la forma de evaluación continua y han participado de forma activa en el aprendizaje de la asignatura durante todo el cuatrimestre.

## Referencias

- [1] [http://www.udc.es/eees/docs\\_eees/doc\\_gaddu/gaddu\\_proyecto02\\_gal\\_final.pdf](http://www.udc.es/eees/docs_eees/doc_gaddu/gaddu_proyecto02_gal_final.pdf)
- [2] <http://moodle.org/>
- [3] <http://www.fv.udc.es/>
- [4] M. de Miguel Díaz. “Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias”. Alianza Editorial, 2006.
- [5] J.W. Thomas. “A Review of research on Project-based learning”. The Autodesk Foundation, 2000