

# Ingeniería de Agentes Software

Òscar Coltell,  
Dept. de Llenguajes y Sistemas Informàtics  
Universitat Jaume I  
12080-Castellón  
e-mail: coltell@lsi.uji.es

Ricardo Chalmeta  
Dept. de Llenguajes y Sistemas Informàtics  
Universitat Jaume I  
12080-Castellón  
e-mail: rchalmet@lsi.uji.es

## Resumen

Este trabajo presenta una propuesta de una asignatura para el segundo ciclo de las titulaciones de Ingeniería Informática, denominada *Ingeniería de Agentes Software*, para ofrecer a los futuros ingenieros una formación más específica en el desarrollo de proyectos de Inteligencia Artificial donde se apliquen los conceptos de agente y sistemas multiagente. En particular, se describen los conceptos, objetivos y estructura de esta asignatura, en forma de proyecto docente.

## 1. Introducción

Tradicionalmente, se han empleado muchos esfuerzos en la sistematización y formalización de la gestión y el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería del Software (ISW), desde los primeros trabajos de Bohem [3] hasta la actualidad [14]. Sin embargo, estos aspectos se han descuidado en lo que respecta al desarrollo y gestión de proyectos en ámbitos que se acercan más a la investigación que a la aplicación industrial y profesional [5] como, por ejemplo en la Inteligencia Artificial (AI), que será la disciplina objeto de estudio en este trabajo.

Se ha dado el caso de que en la investigación en IA no han sido absolutamente primordiales los plazos, la eficiencia y los resultados, a diferencia de los proyectos de ingeniería. Entonces, las investigaciones fundamentales se han enfocado hacia el incremento de la potencia expresiva de las teorías específicas, el refinamiento de las técnicas y la reducción de complejidad de los sistemas asociados. Pero se ha perdido de vista que, al fin y al cabo, cualquier proyecto de IA no hace más que emplear recursos de varios tipos, empezando por

los humanos, siguiendo con los financieros, y terminando en los técnicos (hardware) y lógicos (software). Así pues, se puede deducir que son igualmente recomendables, en este contexto, la metodología, la rigurosidad y la sistematización bajo un enfoque de ingeniería [17]. Esta recomendación se ha convertido en necesidad imperiosa, cuando la IA ha trascendido los laboratorios de investigación en universidades e institutos, para ser aplicada en el mundo empresarial. Por ejemplo, se están invirtiendo muchos esfuerzos en proyectos que implican, entre otros, la Ingeniería y la Gestión del Conocimiento, la Robótica real y virtual, y los Sistemas Multiagente (MAS: *Multi-Agent Systems*), como uno de los aspectos de la Inteligencia Artificial Distribuida (DAI: *Distributed Artificial Intelligence*) [20], aplicados a distintos campos comerciales e industriales.

La DAI es una subdisciplina de la Inteligencia Artificial que trata, entre otros campos, el enfoque de agente y los MAS. El concepto de *agente* en general se aplica para representar una unidad artificial plenamente operativa que actúa en delegación de un humano o de otro sistema artificial [20]. La preocupación por aplicar sistemas DAI en la resolución de problemas existe desde hace algunos años, sobre todo en el contexto del soporte a la decisión [10] y la gestión de la producción [9]. También se ha utilizado en aplicaciones más específicas, como el control urbano, entrenamiento en tiempo real, control y gestión de instrumentos de medida en aceleradores de partículas, gestión de recursos en factorías distribuidas, sistemas de telecomunicaciones [4].

Más recientemente, con la introducción de los MAS se ha extendido el espectro de aplicación de la DAI con bastante éxito [16] [22] [8]. Pero

también todo esto comportó que se tomara en serio la gestión y desarrollo de proyectos de DAI y de MAS [12].

Además, otro problema derivado de esta eclosión tecnológica ha sido la falta de profesionales con una formación suficiente que combine el conocimiento y la capacidad, tanto en DAI y MAS, como en Ingeniería del Software y Proyectos Informáticos [21]. Esta preocupación también está recogida en la última propuesta del *Computing Curricula 2001 Computer Science* [19].

La situación es parecida en nuestro país empezando por las titulaciones relacionadas en la universidad y su planteamiento académico. Ocurre que tradicionalmente suele existir cierto distanciamiento metodológico y científico entre los que investigan y enseñan en IA respecto de los que trabajan en ISW o en Ingeniería del Hardware. Por tanto, es preciso tomar conciencia de que el trabajo en proyectos que se basan en DAI y/o en MAS deben ser multidisciplinarios y empezar a formar a los futuros ingenieros informáticos en ese sentido [5] [11].

Por tanto, el objetivo de este trabajo es el planteamiento de una asignatura que pretende aglutinar los enfoques científicos, metodológicos y técnicos, de la IA, la DAI, los MAS, la Ingeniería de Proyectos y la Ingeniería del Software. Esta asignatura se denomina *Ingeniería de Agentes Software* y se describen sus objetivos y estructura, así como el contexto institucional y el marco académico en que se puede encuadrar con el propósito de ofrecer a los futuros ingenieros informáticos una formación más específica en el desarrollo de proyectos basado en MAS.

En la sección siguiente se describirá la asignatura propuesta intentando cubrir los distintos aspectos docentes y académicos. A continuación, se estudiará la estructura de contenido teórico y práctico. Después se describirán los resultados esperados. Y en la sección siguiente se expresarán las conclusiones obtenidas

## 2. Descripción general de la propuesta

Para proponer una nueva asignatura dentro de un Plan de Estudios de una titulación universitaria es preciso justificar bajo qué contexto y para qué se

quiere desarrollar la misma. Entonces, hay que explicar los distintos factores asociados a cualquier asignatura: contexto, objetivos, metodología docente y estructura de contenidos y prácticas. Y esto es lo que se va a hacer a continuación.

### 2.1. Contexto de la Asignatura

En el contexto universitario local de los autores, actualmente la asignatura propuesta no existe en los planes de estudios de Ingeniería Informática de la Universitat Jaume I, ni en el de 1991 [1], ni en los que se acaban de estrenar en esta curso académico [2]. Y por la prospección curricular hecha por los autores en diversas universidades, se puede afirmar que tampoco existe en otros planes de estudios (salvo error o excepción). Sin embargo, esta materia debería ser tenida en cuenta para futuras revisiones de planes de estudios a medida que la IA, la DAI y los sistemas orientados a agentes vayan tomando mayor protagonismo en las aplicaciones industriales, comerciales, y científicas en general [18] [19]. Por lo tanto, el contexto académico de esta asignatura es el segundo ciclo de Ingeniería Informática en la intensificación de Sistemas de Información. Sería recomendable que se ofertara en el último curso, posteriormente a *Ingeniería del Software* y otras materias relacionadas con la Inteligencia Artificial.

La experiencia acumulada por los autores en asignaturas relacionadas con la *Ingeniería del Software*, la Ingeniería de Integración de Sistemas y la Ingeniería de Sistemas de Información para la Producción, tanto de segundo ciclo, como en tercer ciclo, ha sido valiosa a la hora de diseñar el contenido de la asignatura que se presenta. De hecho, una de las asignaturas de tercer ciclo que se imparte actualmente, denominada *Desarrollo de Software Orientado a Objetos Avanzado*, es un pequeño prototipo de lo que los autores conciben como una asignatura de más envergadura.

### 2.2. Objetivos de la asignatura

Se pretende que los alumnos adquieran conocimientos teóricos y prácticos específicos para el desarrollo de agentes y sistemas multiagente en un contexto amplio de la DAI y de las aplicaciones software (MAS, softbots) locales o

en Internet (web). Se quiere introducir a los alumnos en el manejo de herramientas de desarrollo de agentes comerciales cuyas características son más estables que los prototipos universitarios. También se tiene la intención de fomentar las habilidades del trabajo en equipo multidisciplinar para el desarrollo de proyectos DAI y MAS en particular. En resumen, se pretende formar el embrión del futuro Ingeniero de Sistemas Multiagente.

### 2.3. Metodología Docente

Dado el cariz científico y tecnológico de la asignatura, se ha adoptado un enfoque docente basado en un modelo instruccional teórico denominado MISE (Modelo Instruccional de la Situación Educativa) [6], donde se plantea fundamentalmente la interacción entre profesor, asignatura y estudiante, y da especial importancia al proceso de enseñanza/aprendizaje con distintos niveles de objetivos: metas de la titulación, generales de la asignatura y operativos de cada unidad instruccional. Con respecto a los objetivos generales, se establecen según tres dominios distintos: cognitivo, socio-afectivo y psicomotor.

Con respecto al *dominio cognitivo*, se ha establecido una segmentación del contenido de la asignatura. En primer lugar, se ha establecido un núcleo de contenido que sea expuesto por el profesor en forma de clase magistral, pero que sirva de introducción y de enganche al resto de la asignatura. En segundo lugar, se ha diseñado un espectro de temas fuera del núcleo que sean menos teóricos y que puedan ser desarrollados por los alumnos. En tercer lugar, el profesor debe proporcionar las prácticas introductorias relacionadas con la parte que él mismo ha expuesto. Y en cuarto lugar, los alumnos deberían abordar la realización de un proyecto de mayor envergadura, que aglutinara los conocimientos teóricos y prácticos nucleares, pero que se base en los temas periféricos.

Con respecto al *dominio socio-afectivo*, se pretende facilitar que los estudiantes desarrollen su habilidad de ser responsables en su trabajo, para trabajar y tomar decisiones en equipo, que sean constructivos y buenos comunicadores, etc. Para ello, por una parte se ha pensado que los alumnos establezcan un “contrato” con el profesor en el que se comprometan a desarrollar un tema

elegido del conjunto de temas periféricos. También se pueden añadir otras cláusulas que estipulen una valoración adicional si el tema se expone al resto de compañeros, sea en forma de seminario, sea en forma de grupos de discusión. Por otra parte, se ha previsto dar la suficiente flexibilidad y responsabilidad a cada alumno para que desarrolle la asignatura o los trabajos y prácticas, de forma individual o colectiva formando un equipo de trabajo.

Con respecto al *dominio psicomotor*, se pretende que los alumnos desarrollen sus habilidades en el desarrollo de las prácticas, trabajando con las herramientas de diseño y desarrollo, y adquiriendo experiencia en la aplicación de estas herramientas a casos concretos.

### 2.4. Evaluación de la asignatura

Dada la flexibilidad y responsabilidad que se puede conceder a cada alumno para que desarrolle la asignatura o individualmente o formando equipo de trabajo, la evaluación debe estar acorde con las propuestas metodológicas mencionadas y así, debe estar compartimentada y aplicarse según la modalidad de trabajo elegida por los alumnos.

Se valorará en primer lugar el contenido teórico teniendo en cuenta la diversidad de recorridos. Si el alumno ha elegido desarrollar solamente el temario básico, se le valorará hasta un nivel máximo previamente estipulado y publicitado, que siempre será menor que la nota máxima oficial. En cambio, si el alumno ha elegido desarrollar además alguno de los temas periféricos mediante su propio contrato, la valoración podrá ser superior. Y finalmente, si el alumno presenta en público el trabajo realizado, puede alcanzar la máxima nota establecida para esta franja.

Por otra parte, se valorará el trabajo continuado del alumno en las sesiones de prácticas, tanto en el aspecto técnico del uso de las herramientas, como del aspecto socio-afectivo en el trabajo en equipo y participación activa. Para que los alumnos puedan revisar el esfuerzo realizado, se debe pedir una memoria de prácticas que incluya un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las prácticas o sesiones.

Finalmente, se valorará la capacidad de trabajo en equipo y alcance de los objetivos en el

dominio cognitivo según la Taxonomía de Bloom [6], comprensión, aplicación y resolución de problemas, mediante el desarrollo de un pequeño proyecto que integre las disciplinas mencionadas. También se valorará la responsabilidad en el trabajo y la capacidad de superación mediante la programación de revisiones periódicas en las que el profesor pueda supervisar los avances técnicos y las actitudes respecto de las dificultades surgidas.

Aunque no es realmente imprescindible en el diseño de la asignatura, se puede dar una estimación inicial cuantitativa del peso de cada aspecto valorado: valoración teórica hasta el 60%, valoración práctica hasta el 15%, y valoración aplicativa hasta el 25%, sumando así el 100% de la calificación total. Dentro de estos pesos, hay que considerar, por ejemplo, las rutas de temario planteadas, siendo del 40% la ruta básica, y dejando el margen del 20% restante para evaluar los contratos.

### 2.5. Caracterización académica

Dados los objetivos y el planteamiento general de esta asignatura, se estima que su carga docente debe ser considerable y no debe encuadrarse en un solo semestre, sino distribuirse a lo largo de todo el curso. Según las estipulaciones oficiales sobre planes de estudios, a las asignaturas anuales se recomienda que se les asigne entre 9 y 15 créditos. En el caso concreto de este trabajo, se ha elegido la máxima carga de 15 créditos. La distribución de los mismos se detalla en la sección siguiente.

Por otra parte, no se considera necesario estudiar aquí el carácter de troncalidad, obligatoriedad u optatividad de la asignatura porque eso está de momento regulado por las leyes correspondientes.

Finalmente, se recomienda que esta asignatura se asigne al último curso del segundo ciclo de Ingeniería Informática, sea en la intensificación de Sistemas de Información, sea en otra más próxima a la IA.

## 3. Estructura de la asignatura

La estructura de la asignatura se basa lógicamente en el contenido teórico y práctico que aporten

conocimientos de las disciplinas mencionadas más arriba. Así, principalmente se incluirán la Inteligencia Artificial e la Ingeniería del Software, pero restringidas a meras introducciones para no solapar con otras asignaturas. Y después se incluirán los conocimientos integrados, como los Agentes y los MAS. Es importante incorporar también una introducción a la Ingeniería de Requisitos, de Componentes y de Integración porque los sistemas de IA suelen tener planteamientos complejos. Y se cierra la asignatura con una exposición de las distintas tecnologías implicadas en el desarrollo de sistemas DAI y MAS.

### 3.1. Estructura del contenido teórico

El contenido teórico se ha dividido en seis unidades instruccionales: Introducción a la Ingeniería de Agentes, Revisión de Disciplinas Asociadas, Enfoques, Estrategias y Metodologías de Desarrollo, Entornos y Herramientas de Diseño y Desarrollo, Calidad y Análisis y Gestión del Riesgo, y Caracterización de Ámbitos de Aplicación de MAS. A continuación se describen con más detalle estas unidades.

**Unidad Teórica I: Introducción a la Ingeniería de Agentes.** Esta unidad se compone de los temas siguientes: (1) Objetivos, contexto y aplicación de la Ingeniería de Agentes Software; (2) Perfil profesional del Ingeniero de Agentes. (3) Introducción a la DAI; (4) Introducción a los Agentes en general; y (5) Introducción a los Sistemas Multiagente. La carga docente de esta unidad será de 1,5 créditos (15 horas).

**Unidad Teórica II: Revisión de Disciplinas Asociadas, Enfoques.** Esta unidad se compone de los temas siguientes: (1) Revisión de la Ingeniería del Software; (2) Revisión de la Ingeniería de Requisitos; (3) Revisión de la Ingeniería de Componentes; (4) Revisión de la Ingeniería de Integración de Sistemas; (5) Revisión de la Inteligencia Artificial; (6) Tecnologías para el desarrollo de sistemas software; (7) Tecnologías para el desarrollo de sistemas DAI; (8) Tecnologías para el desarrollo de sistemas MAS. La carga docente de esta unidad será de 1,5 créditos (15 horas).

**Unidad Teórica III: Estrategias y Metodologías de Desarrollo.** Esta unidad se compone de los temas siguientes: (1) Estrategias

de diseño y gestión de proyectos multidisciplinares; (2) Técnicas estándar para el modelado de sistemas: UML [15]; (3) Metodologías generales de desarrollo de objetos y agentes software; (4) Metodologías específicas de desarrollo de sistemas multiagente. La carga docente de esta unidad será de 2 créditos (20 horas).

**Unidad Teórica IV: Entornos y Herramientas de Diseño y Desarrollo.** Esta unidad se compone de los temas siguientes: (1) Herramientas de diseño y modelado de objetos y agentes; (2) Entornos de desarrollo de agentes; (3) Lenguajes de modelado, comunicación y generación de agentes y arquitecturas asociadas. La carga docente de esta unidad será de 2 créditos (20 horas).

**Unidad Teórica V: Calidad y Análisis y Gestión del Riesgo.** Esta unidad se compone de los temas siguientes: (1) Métricas de agentes y arquitecturas de agentes; (2) Calidad de los proyectos y sistemas MAS; (3) Análisis del riesgo; (4) Gestión del riesgo. La carga docente de esta unidad será de 0,7 créditos (7 horas).

**Unidad Teórica VI: Caracterización de Ámbitos de Aplicación de MAS.** Esta unidad se compone de los temas siguientes: (1) Aplicaciones web, (2) Sistemas heterogéneos integrados; (3) Sistemas de control complejo (tráfico urbano, etc.) Esta parte debe servir para ofrecer temas concretos de trabajo para los alumnos. La carga docente de esta unidad será de 1,3 crédito (13 horas).

Esta parte suma un total de 9 créditos (90 horas).

### 3.2. Estructura del contenido práctico

El contenido práctico se ha dividido en seis unidades instruccionales: Planteamiento y Diseño de Proyectos de DAI, Gestión de Recursos y Proyectos, Herramientas de Modelado; Entornos de Desarrollo, Análisis de Calidad y del Riesgo, y Estudio de Viabilidad de Proyectos MAS. En enfoque metodológico general será el trabajo sobre casos prácticos en la medida de lo posible.

**Unidad Práctica I: Planteamiento y Diseño de Proyectos de DAI.** Esta unidad se centra en el trabajo sobre las actividades y estrategias necesarias para abordar los proyectos en DAI. También se trata de introducir alguna metodología

técnica, como por ejemplo, el Método Unificado de Desarrollo de Software [7]. La carga docente de esta unidad será de 1 crédito (10 horas).

**Unidad Práctica II: Gestión de Recursos y Proyectos.** Esta unidad se centra en el trabajo sobre las actividades y estrategias necesarias para adquirir, gestionar y supervisar los recursos necesarios para desarrollar los proyectos en DAI. Estudia especialmente la gestión de recursos humanos y la dirección y coordinación de equipos de proyecto. La carga docente de esta unidad será de 0,5 créditos (5 horas).

**Unidad Práctica III: Herramientas de Modelado.** Esta unidad se centra en el trabajo con una o dos herramientas de modelado de sistemas en general y de sistemas de agentes. En el primer caso, se apuesta por alguna herramienta que aplique UML, ya que es un estándar OMG [15] (versiones 1.3, 1.4 y 1.5), y está previsto que en breve alcance la estandarización ISO con la versión 2.0 [13]. Por ejemplo, *Rational Rose 2001 Enterprise Edition*, de *Rational Corp.* La carga docente de esta unidad será de 1,5 créditos (15 horas).

**Unidad Práctica IV: Entornos de Desarrollo.** Esta unidad se centra en el trabajo con los entornos de desarrollo de agentes y quizá se contemple algún entorno de desarrollo de software orientado a objetos. Uno de los posibles productos puede ser *Agent-builder* de *Reticular Systems*. La carga docente de esta unidad será de 1,5 créditos (15 horas).

**Unidad Práctica V: Análisis de Calidad y del Riesgo.** Esta unidad se centra en la aplicación de metodologías y técnicas para el Análisis de Calidad según los contenidos teóricos dados. También se trabaja el Análisis de Riesgos aplicado al desarrollo de los proyectos MAS. La carga docente de esta unidad será de 0,5 crédito (5 horas).

**Unidad Práctica VI: Estudio de Viabilidad de Proyectos MAS.** Esta unidad se centra en el diseño y estudio preliminar de proyectos concretos pertenecientes a los distintos ámbitos de aplicación de los MAS que se han caracterizado en la parte teórica. En principio, los ejemplos son proporcionados por el profesor. Pero también se puede considerar que esta unidad sirva para el planteamiento inicial del proyecto a desarrollar en la otra franja de evaluación. La carga docente de esta unidad será de 1 crédito (10 horas).

Esta parte suma un total de 6 créditos (60 horas).

#### 4. Resultados

El resultado estimado es un proyecto docente sobre una propuesta de nueva asignatura. Pero éste se muestra parcialmente desarrollado ya que no se han descrito los detalles de objetivos y estructura para cada uno de los temas teóricos y unidades prácticas, así como las actividades complementarias y ejercicios a realizar. Tampoco se incluye la bibliografía básica y recomendada. Esto último también estaría en función de la bibliografía disponible una vez se empezara a construir la asignatura.

Por otra parte, el estudiante que haya desarrollado esta asignatura debe poseer, no solamente un nivel aceptable de conocimientos teóricos y prácticos de dos disciplinas como IA e Ingeniería del Software, sino también debe haber adquirido un conjunto de habilidades y responsabilidades que le confieran una perspectiva profesional más amplia. Con ello podrá abordar los problemas reales del campo de los sistemas DAI y MAS con criterios más consolidados.

#### 3. Conclusiones

Se presentan los objetivos, contenido y metodología docente de una asignatura denominada *Ingeniería de Agentes Software* que se puede encuadrada en el segundo ciclo de Ingeniería Informática.

Dado que esta asignatura se ha diseñado con una fuerte carga de créditos, quizá un planteamiento alternativo podría ser la división en asignaturas menores que, con algunas materias complementarias, pudieran formar una intensificación propia.

La *Ingeniería de Agentes Software* pretende formar a los futuros ingenieros informáticos en el desarrollo de sistemas en el ámbito de la Inteligencia Artificial Distribuida y, más concretamente, de Sistemas Multiagente. Así, habrá profesionales preparados para abordar los grandes proyectos que actualmente plantea la sociedad respecto de las nuevas tecnologías, las comunicaciones, la Medicina y la Bioinformática.

#### Referencias

- [1] 22164-RESOLUCIÓN de 20 de Julio de 1991, de la Universidad Jaume I de Castellón, por la que se hace público el Plan de Estudios de Ingeniero en Informática de esta Universidad. Boletín Oficial del Estado, 29-8-1991; 207: 28671-28682.
- [2] 22893-RESOLUCIÓN de 20 de noviembre de 2001, de la Universidad "Jaume I" de Castellón, por la que se hace público el plan de estudios de la titulación de Ingeniero en Informática de esta Universidad. Boletín Oficial del Estado, 5-12-2001; 291: 45065-45078.
- [3] Boehm B. *Software Engineering Economics*. Prentice-Hall, 1981.
- [4] Chaib-draa B. "Industrial applications of distributed AI". *Communications of the ACM*; 38(11);1995: 49-53.
- [5] Denning PJ. "The profession of IT: who are we?". *Communications of the ACM*, 44 (2); 2001: 15-19.
- [6] Doménech, F.; *Proceso de enseñanza/aprendizaje universitario. Aspectos teóricos y prácticos*. Publicacions de la Universitat Jaume I, Castellón, 1999.
- [7] Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Addison-Wesley, Madrid, 2000.
- [8] K. S. Barber, C. E. Martin. "Dynamic reorganization of decision-making groups". *Proceedings of the fifth international conference on Autonomous agents*; 2001: 513-520.
- [9] Laurent JP., Lanusse A., Panet BP. "Distributed artificial intelligence: a necessary paradigm for supervising production management activities". *Proceedings of the second international conference on Industrial and engineering applications of artificial intelligence and expert systems*; 1989: 326-335.
- [10] Lu SC-Y., Thompson JB. "A distributed artificial intelligence approach to integrated engineering design". *Proceedings of the first international conference on Industrial & engineering applications of artificial intelligence & expert systems*; 1988: 438-446.

- [11] M.J.Wooldridge, N.R.Jennings. "Software Engineering with Agents: Pitfalls and Pratfalls". IEEE INTERNET COMPUTING, 3(3); 1999: 20-27.
- [12] Michael Schillo, Hans-Jürgen Bürckert, Klaus Fischer, Matthias Klusch. "Towards a definition of robustness for market-style open multi-agent systems". Proceedings of the fifth international conference on Autonomous agents; 2001: 75-76.
- [13] Object Management Group. "UML 2.0 RFP. Request For Proposal UML 2.0 Diagram Interchange RFP". OMG Document: ad/2001-02-39, October 22, 2001. Obtained from <http://www.celigent.com/omg/uml2wg.htm>, at 03/02/2002.
- [14] Pressman RS. *Ingeniería del SW. Un enfoque práctico* (5ª ed.)Mc Graw-Hill; 2001.
- [15] Rumbaugh J., Jacobson I., Booch G. *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia*. Addison-Wesley, Madrid, 2000.
- [16] Samir Aknine, Hamid Aknine. "Contribution of a multi-agent cooperation model in a hospital". Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents; 1999: 406-407.
- [17] Sánchez MA, Gómez-Senent E. "La profesión de ingeniero". Gómez-Senent E. (ed.) *La ingeniería desde una perspectiva global*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2000.
- [18] Spooner DL. "A Bachelor of Science in information technology: an interdisciplinary approach". Proceedings of the thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education; 2000: 285-289.
- [19] The Joint Task Force on Computing Curricula. "Computing Curricula 2001 Computer Science. Final Report, December 15, 2001". ACM Journal of Educational Resources in Computing, 1(3); 2001: 240.
- [20] Weiss G (ed.). *Multiagent Systems. Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. MIT Press, Cambridge, MA (USA), 1999.
- [21] Yi Shang, Hongchi Shi, Su-Shing Chen. "Agent technology in computer science and engineering curriculum". Annual Joint Conference Integrating Technology into Computer Science Education, 5th annual SIGCSE/SIGCUE conference on Innovation and technology in computer science education; 2000: 123-126.
- [22] Yi Shang, Hongchi Shi, Su-Shing Chen. "An intelligent distributed environment for active learning". Journal of Educational Resources in Computing, 1(2); 2001.