

# El juego como elemento de soporte metodológico en la enseñanza, aprendizaje y evaluación en la asignatura de Agentes Inteligentes

Elena Sánchez Nielsen

DEIOC – Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Universidad de La Laguna

Camino San Francisco de Paula. Campus de Anchieta – 38271 La Laguna

enielsen@ull.es

## Resumen

La adaptación de las asignaturas al Espacio Europeo de Educación Superior implica nuevos retos en el desarrollo y puesta en marcha de métodos docentes. Entre otros cabe citar la adopción de nuevas metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje y no sólo enseñanza y el uso de nuevas estrategias de evaluación. En este artículo, se describe la utilización del juego como propuesta de soporte metodológico en la asignatura de Agentes Inteligentes en la Ingeniería Superior de Informática para: (1) la adquisición de las diversas competencias genéricas y específicas de la asignatura, (2) el fomento del aprendizaje centrado en una actitud activa del estudiante y (3) la evaluación de los resultados obtenidos en función de las capacidades y habilidades colaborativas así como competitivas demostrados por los estudiantes que han sido organizados en grupos reducidos.

## 1. Introducción

La adecuación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) conlleva la adaptación de títulos, centros, planes de estudios y asignaturas al nuevo modelo propuesto.

En el contexto específico de la adaptación de las asignaturas implica entre otros, la definición de la relación de las asignaturas con las competencias profesionales, la adopción del crédito europeo ECTS y la adopción de nuevas metodologías/estrategias en el proceso docente. Estas nuevas metodologías docentes han de reemplazar la enseñanza basada en clases magistrales por un nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje y no sólo enseñanza, donde el

aprendizaje del estudiante representa un elemento primordial para su formación.

En este artículo, se describe la utilización del juego como propuesta de nuevo soporte metodológico que complementa el proceso de enseñanza-evaluación habitual.

En concreto, en la asignatura de Agentes Inteligentes de la Ingeniería Superior de Informática de la Universidad de La Laguna, la incorporación del juego como instrumento dentro del proceso de enseñanza permite transmitir las diversas competencias genéricas y específicas de la asignatura de una manera más amena y atractiva para el estudiante, facilitando de esta forma, el aprendizaje centrado en una actitud activa del estudiante y mejorando la atención del mismo. De igual manera, permite definir nuevas estrategias de evaluación que tengan en cuenta por un lado, las capacidades y habilidades colaborativas de los estudiantes para trabajar en grupo y por otro lado, las habilidades competitivas de los estudiantes para competir entre ellos con el fin de obtener el mejor resultado.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: la sección 2 describe el contexto de la asignatura de Agentes Inteligentes dentro de los planes de estudios de la Ingeniería Superior de Informática dentro de la Universidad de La Laguna. La sección 3 detalla la metodología docente de la asignatura a través de la descripción de los objetivos, clases teóricas y prácticas de la asignatura, así como su evaluación. En la sección 4 se muestran los resultados obtenidos mediante la utilización de esta metodología docente. Finalmente, la sección 5 concluye el artículo.

## 2. Agentes Inteligentes

Actualmente la asignatura de Agentes Inteligentes se imparte como asignatura optativa de 7.5 créditos en el primer cuatrimestre del segundo curso de la Ingeniería Superior de Informática en la Escuela Técnica de Ingeniería Informática de la Universidad de La Laguna (<http://www.etsii.ull.es>). El número medio de estudiantes matriculados desde el curso académico 2001/2002 hasta el curso académico 2007/2008 es de 40.

Previamente, a la realización de esta asignatura, el estudiante habrá cursado asignaturas obligatorias y trocales en el primer curso de Ingeniería relacionados con Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento, Ingeniería del Software, Redes y Procesadores de Lenguajes. Asimismo, habrá cursado asignaturas optativas relacionadas con Base de Datos, Administración de Sistemas, Programación Combinatoria y Métodos Numéricos entre otros. El conocimiento de los contenidos de estas materias permitirá enriquecer el desarrollo de los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura de Agentes Inteligentes por parte de los estudiantes.

Actualmente se dispone de la plataforma virtual de formación on-line Moodle [1], que contiene toda la información de la asignatura, los contenidos teóricos de la misma, la descripción de las prácticas y tareas a realizar por parte del estudiante. Asimismo, se utiliza dicha plataforma para resolver dudas acerca de la asignatura y comunicar noticias relacionadas con la asignatura.

Los objetivos fundamentales de la asignatura de Agentes Inteligentes se centran en mostrar los conceptos del paradigma de tecnología de agentes basados en las técnicas de comunicación, cooperación y negociación [2], así como los diferentes modelos y arquitecturas conceptuales para llevar a cabo el análisis, diseño, desarrollo e implementación de una aproximación basada en agentes [3]. Asimismo, se hace especial énfasis sobre los agentes de información y las tecnologías y estándares para la implementación de sistemas multiagentes basados en la utilización de la tecnología de los servicios Web [4].

Las principales aportaciones al logro de competencias profesionales se centran en el aprendizaje de nuevas metodologías basadas en la tecnología de agentes que ofrecen un mecanismo

de diseño, desarrollo e implementación de sistemas de información con múltiples aplicaciones tales como las industriales, comerciales y orientadas hacia la Administración Pública.

### 2.1. Metodología Docente

La didáctica de la asignatura se organiza en torno a tres tipologías de actuación. Por un lado, las clases de teoría, planteadas como clases de exposición de contenidos y por otro lado, las actividades y prácticas de laboratorio. Tanto las clases como las actividades se plantean como clases participativas donde el estudiante se integra como parte activa de la actividad docente. Las clases teóricas y de actividades se le asignan 4.5 créditos y las clases prácticas 3 créditos. En las siguientes secciones se detalla cada una de las diferentes tipologías de actuación.

### 2.2. Clases Teóricas

En las clases teóricas se explican los fundamentos teóricos de la asignatura. Dichos contenidos se estructuran en tres módulos diferentes tal como se muestra en la Tabla 1.

---

#### Módulo I: Paradigmas y Principios de la Tecnología de Agentes

- Fundamentos de los sistemas basados en agentes
- Agentes software
- Arquitecturas de agentes
- Sistemas Multiagentes: comunicación, cooperación y negociación
- Metodologías para el análisis, desarrollo e implementación

#### Módulo II: Tecnología Web y Agentes

- Infraestructuras: SOA, Servicios Web
- Agentes en la Web Semántica y ontologías
- Agentes de información/Internet
- Agentes móviles

#### Módulo III: Estándares y Herramientas

- Estandarización de sistemas basados en agentes
  - Herramientas para el desarrollo e implementación de sistemas basados en agentes y sistemas multiagentes.
- 

Tabla 1. Programa de la asignatura de Agentes Inteligentes

Los contenidos teóricos del programa de la asignatura se imparten durante dos horas consecutivas mediante clases magistrales. Con el fin de hacer amenas y atractivas dichas horas teóricas, se hace que el estudiante forme parte activa del proceso docente mediante tres mecanismos. Por un lado, se ilustra mediante ejemplos prácticos de aplicaciones reales y actuales el contenido que se expone en cada clase, fomentando a la participación de los estudiantes mediante su opinión sobre dichas aplicaciones y aportación de otras aplicaciones de interés relacionados con el contenido. Por otro lado, los estudiantes comentan las ventajas y desventajas de los contenidos expuestos en cada clase magistral en el desarrollo e implementación de sistemas de información, utilizando conocimientos de otras asignaturas, como pueda ser la Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento y la Ingeniería del Software.

### 2.3. Actividades

La asignatura de Agentes Inteligentes es una asignatura con aplicaciones eminentemente prácticas que abarcan desde desarrollos sobre dispositivos móviles, aplicaciones relacionadas con el dominio de la Web, industrial, de la medicina, turismo y Administración Pública entre otros. Por ello, las actividades por parte de los estudiantes consisten en la presentación de un tema de aplicación práctica relacionado con los contenidos teóricos del programa de la asignatura. De esta manera, se entrelazan los días de exposición de contenidos teóricos con exposición de aplicaciones prácticas. Es decir, en un día de clase magistral por parte del profesor, se exponen los fundamentos teóricos sobre un tema específico. El siguiente día de clase, se expone por parte de los estudiantes, varios ejemplos prácticos relacionados con el tema específico expuesto en la clase magistral, así como la justificación de dichos fundamentos teóricos. De esta manera, se muestran los diferentes resultados obtenidos en el campo de la tecnología de agentes desde el punto de vista de los resultados de la investigación actual en las diferentes universidades y los resultados comerciales. Al final de cada exposición por parte de los estudiantes, el profesor

formula diferentes preguntas para verificar la asimilación de los contenidos.

Dado que la realización de las actividades se realiza a lo largo de todo el curso, las fechas correspondientes de exposición se proporcionan al inicio del curso así como el material básico para realizar dicha presentación. A lo largo del curso, a través de las horas de tutorías, se realiza un seguimiento de la presentación de los estudiantes, proporcionando referencias y material adicional en función de la orientación dado al tema de exposición por parte de los estudiantes.

### 2.4. Clases Prácticas

El objetivo de las clases prácticas es el poder desarrollar e implementar los conceptos adquiridos a través del contenido teórico de la asignatura.

Las clases prácticas se dividen en dos tipos. Por un lado, las actividades prácticas virtuales y por otro lado, las clases prácticas de laboratorio.

Las actividades prácticas virtuales consisten en cinco actividades tutorizadas, las cuales se realizan a través de la plataforma Moodle. Dado que el lenguaje de programación *Java* representa uno de los lenguajes principales en la implementación de sistemas basados en agentes, así como muchos de los estudiantes que acceden a la asignatura no tienen ningún conocimiento sobre este lenguaje de programación, las primeras actividades prácticas tutorizadas están orientadas a dar una formación inicial sobre este lenguaje de programación. Estas actividades abarcan desde el conocimiento y manejo de la plataforma de programación hasta la gestión y procesamiento de archivos, comunicaciones y creación de aplicaciones Web.

El enunciado de cada actividad práctica tutorizada se entrega a partir del comienzo de la asignatura durante las primeras cinco semanas. Dicho enunciado contiene el objetivo de la actividad y cada uno de los pasos para llevar a cabo dicha actividad. Una vez realizada la actividad, los estudiantes deberán entregar como una *tarea* a través de la plataforma Moodle, la visualización del aspecto visual de la aplicación implementada, así como responder a una serie de cuestiones relacionadas con el desarrollo de la actividad práctica en el plazo máximo de una semana desde la entrega del enunciado. Con el fin de evitar que las actividades se conviertan en una

mera operación de “copiar y pegar” del enunciado de la actividad, se eliminan intencionadamente determinadas partes del código proporcionado en la actividad descrita.

Las clases prácticas de laboratorio representan la parte primordial del contenido práctico. Dichas clases están orientadas a crear un proyecto de agentes inteligentes aplicados a la formulación y resolución de estrategias para obtener la victoria en un juego entre contrincantes. La realización de estas clases prácticas tiene un carácter integrador tanto de los contenidos teóricos de la asignatura como de los contenidos prácticos de la misma.

En la sección siguiente se describe el concepto del juego como elemento de soporte metodológico para la comprensión, aprendizaje y evaluación de la asignatura. También se describen las dos herramientas de simulación para llevar a cabo el juego entre contrincantes que han sido utilizadas en cursos diferentes: (i) el entorno JavaSoccer y el (ii) entorno Robocode.

### 3. El juego como elemento de soporte metodológico

El juego ha sido utilizado durante años para divertirnos, disfrutar y pasarlo bien. Por ello, en la asignatura de Agentes Inteligentes se ha apostado por el juego como herramienta didáctica para la comprensión de los contenidos de la asignatura así como el aprendizaje activo por parte del estudiante.

La elección de la herramienta del juego debe contemplar las características básicas e intrínsecas de los contenidos de la asignatura que permita percibir, diseñar e implementar: (i) las arquitecturas de diferentes agentes contrincantes (reactivas o mixtas con niveles de deliberación), (ii) definir mecanismos de integración de múltiples agentes que constituyen cada equipo y (iv) definir y utilizar mecanismos más elaborados basados en la negociación, planificación y aprendizaje. Como resultado inmediato de la incorporación del juego como elemento de soporte metodológico, el estudiante adquiere una visión de la utilidad práctica de los métodos y técnicas de la tecnología de agentes en su aplicación práctica así como la comprensión de los conceptos de la asignatura incorporándolos a través del juego.

#### 3.1. JavaSoccer – Competición virtual de equipos de fútbol

El primer entorno de juego seleccionado se basa en la competición virtual entre diferentes equipos de fútbol. La elección del fútbol como elemento de juego se centra en que actualmente, la Robocup<sup>TM</sup> [7] que es un proyecto internacional que promueve la Inteligencia Artificial, Robótica y campos relacionados, como es la tecnología de agentes utiliza la competición de fútbol como tópico esencial de investigación que puede ser aplicado en diversos problemas e industria.

La Robocup define el juego del fútbol como una tarea para un equipo de múltiples robots móviles que se desenvuelven en un entorno dinámico. Con esta finalidad promueve la integración de diversas tecnologías, resaltando el uso de principios de diseño de agentes autónomos, mecanismos de colaboración de sistemas multiagentes y razonamiento en tiempo real. Todos estos conceptos son los elementos esenciales de la tecnología de agentes, que todo estudiante debe tener claro al finalizar la asignatura.

Como herramienta de simulación para llevar a cabo la competición virtual entre diferentes equipos de fútbol (o la creación de un equipo para simular la Robocup) se ha elegido la herramienta de simulación JavaSoccer [5] que es un entorno basado en Java donde provee al programador de diferentes funcionalidades básicas sobre los jugadores como puede ser la posición de cada jugador, mover al jugador a través del campo, etc.

Una vez que los estudiantes han realizado las primeras actividades virtuales tutorizadas, se desenvuelven tanto en el lenguaje de programación Java así como en el manejo de funcionalidades básicas del entorno de simulación JavaSoccer. A continuación, los estudiantes empiezan a comprender, relacionar y aplicar los conceptos de los contenidos teóricos de la asignatura tales como son la definición de la arquitectura de cada agente (en este caso, jugador), las técnicas de comunicación, coordinación y cooperación de los sistemas multiagentes, así como mecanismos de planificación y aprendizajes e implementar éstos sobre los jugadores.

No obstante, la creación de un equipo para el simulador JavaSoccer supone también la

aplicación de los conocimientos obtenidos previamente en otras asignaturas como puede ser Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento y las asignaturas relacionadas con Métodos Numéricos y Matemáticas Avanzadas.

El objetivo final de las clases prácticas de laboratorio se centra en el análisis y diseño de la solución, codificación, prueba y validación del proyecto resultante que consiste en la construcción de un equipo en JavaSoccer que derrote a los demás equipos en un partido de fútbol aplicando todos los conocimientos adquiridos en la asignatura. Los estudiantes organizan equipos compuestos por tres personas. Una vez que los estudiantes han realizado las actividades prácticas virtuales tutorizadas, el profesor supervisa y resuelve las dudas semanalmente, en las clases prácticas de laboratorio sobre las decisiones de diseño en las estrategias individuales y a nivel de grupo de la implementación del sistema multiagente para la creación del equipo de fútbol.

### **3.2. Robocode – Competición virtual de combates de robots**

Robocode [6] es un producto de IBM diseñado por Mathew Nelson. Este producto es un simulador de batallas entre equipos de robots que se ejecutan sobre plataformas que soporten Java. Inicialmente, esta herramienta fue diseñada para el aprendizaje del lenguaje de programación Java. En la asignatura de Agentes Inteligentes, el objetivo se centra en el análisis, diseño e implementación de equipos de robots más elaborados que empleen todas las técnicas y estrategias de los sistemas multiagentes planteados en la asignatura con el fin de ganar la batalla entre diferentes equipos.

El problema a resolver por parte de los estudiantes se centra en una batalla entre robots que deben interactuar entre sus amigos (su equipo) y enemigos (equipos rivales). Para ello, Robocode define una simulación consistente en un campo de batalla de dimensiones variables limitado por unos muros, sobre el que se disponen de manera aleatoria los robots participantes al principio de cada combate. Una vez posicionados, comienza el combate en sí mediante un sistema de “ticks” de reloj que limita lo que se puede hacer en cada momento. Las batallas de Robocode se dividen en

combates o “rounds” que comienzan cuando todos los robots se hallan sobre el campo y finaliza cuando sólo queda un robot (o robots del mismo equipo) con energía. Cada equipo consta de 5 robots que lucharán contra otro equipo sobre un total de 5 rounds o batallas en la fase previa y a 7 rounds en la fase final. Al final de esos rounds cada equipo habrá obtenido una puntuación y el equipo con mayor puntuación es el ganador.

El objetivo es ganar consiguiendo más puntuación que su oponente, para ello primero a través de las prácticas virtuales tutorizadas, los estudiantes se familiarizan con las características de los robots y el entorno de batalla como puede ser el movimiento de los robots en el campo y evitar el choque contra los muros. A continuación, en las clases prácticas de laboratorio que tienen lugar semanalmente, el profesor supervisa el diseño de las estrategias a nivel individual de cada agente (robot) y a nivel del equipo (sistema multiagente), su comportamiento en función de los contenidos teóricos de la asignatura para por ejemplo evitar los disparos del enemigo, dar al enemigo con la máxima potencia posible y evitar hacer daño a los miembros de tu equipo.

### **3.3. Evaluación**

La evaluación de la asignatura se realiza de forma continua a lo largo del curso. El sistema de evaluación distinguirá entre la valoración de los contenidos teóricos y prácticos.

Los contenidos teóricos se evalúan de dos maneras. Por una parte, mediante la exposición de una aplicación práctica relacionada con los contenidos de las clases magistrales de la asignatura (que corresponde a la parte de actividades descrita en la sección 2.3). La elección de la aplicación práctica es propuesta por el profesor y/o el estudiante. En esta exposición los estudiantes tendrán que identificar y relacionar los diferentes conceptos expuestos en las clases magistrales con la aplicación práctica presentada. Asimismo, también deberán analizar la viabilidad, ventajas y desventajas de la aplicación presentada en el mundo de la industria y comercio. De esta forma, lo que se pretende es que los estudiantes puedan adquirir capacidades específicas de aplicación de los contenidos teóricos a la práctica, en lugar de limitarse a la memorización de los contenidos teóricos. De esta manera, los estudiantes desarrollan habilidades de análisis y

crítica, los cuales son requeridos desde la óptica de la ingeniería en las competencias profesionales. Este apartado se valora con un 20% del total de la nota.

Para complementar la evaluación de los contenidos teóricos, se realiza un trabajo teórico sobre un tema específico propuesto por el profesor y de especial relevancia dentro de la asignatura. Los resultados de dicho trabajo se entregan como una *tarea* a través de la plataforma Moodle. Dicho trabajo implicará el análisis del problema, las aproximaciones de referencia para la resolución de dicho problema así como la aplicación del problema a ejemplos prácticos. Este apartado se valora con un 10% de la nota final de la asignatura.

Los contenidos prácticos representan el elemento primordial de la asignatura, pues reflejan la asimilación y puesta en práctica de los contenidos teóricos de la asignatura. Dichos contenidos se dividen en dos partes. Por una parte, la realización de las actividades prácticas virtuales tutorizadas a través de la plataforma Moodle, que se realizan durante las primeras cinco semanas del comienzo de la asignatura y cuyo objetivo es la familiarización por parte del estudiante con el lenguaje de programación Java y la herramienta de simulación de juego. Este apartado se valora con un 10% de la nota final de la asignatura.

La segunda parte corresponde a aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura en el juego propuesto, como puede ser la competición virtual entre equipos de fútbol o batalla entre robots. Este apartado se valora con un 60% de la nota final de la asignatura.

La tabla 2 muestra de forma esquematizada los diferentes porcentajes de evaluación de la asignatura.

La evaluación de los resultados del juego implementado se realiza mediante una competición entre todos los equipos de los estudiantes a lo largo de las tres últimas semanas de la finalización de la asignatura. Cada equipo está formado por tres estudiantes y en general se tiene una media de 14 equipos en cada curso académico. Inicialmente, los 14 equipos se dividen en dos grupos de 7 equipos cada uno. La organización de la celebración de la competición se celebra de la siguiente manera: la antepenúltima semana se celebra una competición entre todos los equipos entre sí de cada grupo, es

decir el equipo 1, con los seis equipos de su grupo, el equipo 2 con los seis equipos de su grupo, etc. De esta competición se obtienen los semifinalistas, es decir, los cuatro mejores equipos, donde los dos primeros se obtienen del primer grupo y los dos restantes del segundo grupo. Estos equipos compiten entre sí en la antepenúltima semana. En esta competición se obtienen los dos mejores equipos que lucharán en la final en la última semana.

Además de la celebración de la competición para mostrar los resultados de los equipos desarrollados, cada equipo debe entregar una memoria donde se describa el planteamiento del problema propuesto así como el análisis y diseño de la solución propuesta en función de los contenidos teóricos de la asignatura. Asimismo, en esta memoria se ha de incorporar un análisis comparativo de los resultados de su equipo frente a los otros equipos en las competiciones celebradas argumentando los resultados obtenidos.

Los componentes del equipo ganador obtendrán la máxima calificación, es decir, un sobresaliente, independientemente de la nota obtenida en la parte de contenidos teóricos. La calidad en el desarrollo de la parte de los contenidos teóricos no disminuye, pues a priori ninguno de los estudiantes pueden definirse como ganadores durante el período de realización de las actividades correspondiente a la parte teórica.

---

#### Contenidos Teóricos (30%)

- Actividad de exposición sobre aplicaciones prácticas relacionado con las clases magistrales (20%)
- Actividad de realización de un trabajo teórico sobre tema específico de la asignatura (10%)

#### Contenidos Prácticos (70%)

- Realización de prácticas virtuales tutorizadas (10%)
  - Aplicación de los contenidos teóricos en el juego propuesto (60%)
- 

Tabla 2. Evaluación de la asignatura Agentes Inteligentes

## 4. Resultados

La evaluación de la asignatura a través de los resultados obtenidos de forma competitiva en un

juego tal como pueda ser una competición virtual entre equipos de fútbol o una batalla virtual entre equipos de robots provocan un cambio en la actitud de los estudiantes. Por un lado, se refuerzan las relaciones entre los miembros del mismo equipo, floreciendo la sensación de equipo. Mientras que por otro lado, se produce un distanciamiento entre las personas de diferentes equipos, hasta tal punto que las personas se agrupan en las clases teóricas por sus pertenencias a equipos. Esta situación fomenta un comportamiento estrechamente colaborativo entre los miembros del equipo pero a la vez estrechamente competitivo entre los miembros rivales.

Los principales resultados obtenidos en la asignatura con la incorporación del juego como herramienta didáctica son varios, entre ellos cabe citar:

- *Adquisición de competencias genéricas.* La capacidad de análisis, planificación y ejecución de tareas son elementos básicos para la resolución de problemas en ingeniería, así como son competencias genéricas para el desempeño de la profesión. El reto de conseguir la victoria en la competición hace que los estudiantes adquieran las capacidades básicas de análisis, planificación y ejecución de tareas a lo largo de toda la asignatura.
- *Adquisición de competencias específicas.* El uso del juego como soporte metodológico en la asignatura de Agentes Inteligentes permite que los estudiantes puedan adquirir competencias específicas como son: (i) la capacidad de aplicar los contenidos teóricos a la práctica, (ii) la capacidad de relacionar e integrar los contenidos o conocimiento adquiridos en otras asignaturas con los contenidos de la asignatura de Agentes Inteligentes para la resolución de problemas, (iii) la capacidad para diseñar y construir un sistema práctico a partir de contenidos teóricos y (iv) las capacidades necesarias en el desempeño de la profesión como son el trabajo en grupo, la innovación y creatividad así como análisis crítico, síntesis y presentación de la solución a un problema real.
- *Participación activa por parte de los estudiantes.* La elección de un juego como

soporte metodológico es clave para su motivación, puesto que la rivalidad entre equipos para obtener la victoria en el juego se transforma en un mayor interés por comprender y aplicar a problemas reales, los contenidos teóricos de la asignatura.

- *Aprendizaje continuo por parte de los estudiantes mediante una actitud activa y participativa.* La rivalidad entre los diferentes equipos fomenta el interés por aprender nuevas técnicas y estrategias que permitan la resolución de los problemas y en este caso obtener la victoria final en el juego. El ser el ganador de la competición lleva por parte de los estudiantes a investigar por su cuenta propia más allá de los objetivos propuestos en la asignatura.
- *Valoración positiva de los contenidos de la asignatura.* El poder integrar los diferentes contenidos de la asignatura a través de diferentes técnicas y estrategias para poder ganar un juego son ampliamente valorados por los diferentes estudiantes así como el poder comparar los resultados obtenidos de la aplicación de las decisiones de diseño y estrategias frente a los equipos rivales.
- *Cumplimiento de las fechas de entrega.* Dado que la competición tiene establecido desde el comienzo de la asignatura la fecha de celebración, todos los estudiantes trabajan de forma continua para llegar a la competición con el mejor equipo posible. Es más, en los tres cursos académicos en los que se han realizado las competiciones, ningún equipo y/o estudiante ha abandonado la asignatura. Todos los estudiantes se han presentado con su equipo con la aspiración de poder disputar la final.
- *Motivación.* El poder competir con otras universidades e incluso a través de Internet aumenta el estímulo hacia un mayor nivel de trabajo y aprendizaje por parte de los estudiantes. Es más, el día de celebración de la gran final se convierte en todo un acontecimiento donde acuden todos los estudiantes matriculados de la asignatura así como estudiantes provenientes de otros cursos, donde se realizan apuestas por los equipos favoritos e incluso se graba en vídeo la celebración de la final.

- *Un mecanismo alternativo de evaluación.* Al asignarse la calificación máxima a los ganadores de la competición hace que la evaluación se realice no únicamente en función del rendimiento del estudiante sino teniendo en cuenta el rendimiento de todos los estudiantes matriculados en la asignatura. De esta manera, el estudiante se ve obligado a competir consigo mismo y al mismo tiempo con el resto de los estudiantes. Esta situación fomenta un mayor nivel de exigencia personal, estimulado por el reto de obtener la victoria así como una buena calificación en la asignatura.
- *Eliminación de la memorización de contenidos.* El estudiante no se limita a memorizar los contenidos de las clases magistrales y a superar un “examen tipo” con el fin de aprobar la asignatura, sino que intenta asimilar y comprender todos los contenidos, incorporar nuevos conceptos a partir de los contenidos adquiridos y aplicarlos a un problema real.

## 5. Conclusiones

El juego como soporte metodológico en la formación de los estudiantes permite ofrecer un método alternativo en el proceso de la enseñanza, donde el fin último del estudiante no se limita a memorizar una serie de contenidos teóricos en un período corto de tiempo y superar un examen tipo con el fin de aprobar la asignatura. El reto de obtener la victoria en el juego hace que los estudiantes trabajen a lo largo de toda la asignatura de forma colaborativa con los miembros de su equipo y de manera competitiva con los equipos rivales adquiriendo diversas capacidades genéricas y específicas. Los resultados obtenidos a lo largo de tres cursos académicos avalan esta experiencia: el estudiante valora positivamente el poder aplicar los contenidos teóricos a un problema real como la de obtener la victoria en un juego, lo cual fomenta una actitud participativa y un proceso de

aprendizaje activo a lo largo de toda la asignatura, cumpliendo al 100% los plazos de entrega de la asignatura. Por otra parte, la utilización de esta metodología frente a la utilización de otras metodologías mejora los resultados académicos tanto en el número de aprobados como en la calificación final obtenida en la asignatura. En concreto, el número de aprobados se incrementa en un 20 % con la utilización de esta metodología. Asimismo la utilización del juego como herramienta didáctica permite ofrecer un mecanismo alternativo de evaluación que tenga en cuenta tanto el rendimiento del estudiante frente al rendimiento del resto de los estudiantes que cursan la asignatura. La conclusión principal obtenida es que mediante la utilización del juego como soporte metodológico se puede enseñar las habilidades requeridas para integrar y aplicar el conocimiento teórico a problemas reales y mediante la utilización del juego se aprende de forma activa y continua.

## Referencias

- [1] Plataforma de formación online Moodle. <http://moodle.org/>
- [2] Juan Pavón, José L. Pérez. *Agentes software y sistemas multiagente*. Pearson Education, 2004.
- [3] Stefan Kirn editor. *Multiagent Engineering: Theory and applications in Enterprises*. Springer-Verlag, Septiembre 2006.
- [4] Lawrence Cavedon, Zakaria Maamar, David Martin, and Boualem Benatallah. *Extending Web Services Technologies: The Use of Multi-Agent Approaches*. Springer-Verlag, Marzo 2005.
- [5] JavaSoccer. <http://www.cc.gatech.edu/grads/b/Tucker.Balch/JavaBots/JavaSoccer/docs>
- [6] Robocode. <http://robocode.sourceforge.net/>
- [7] Robocup. <http://www.robocup.org/>