

# NÚCLEO, aprendizaje colaborativo escenificado mediante un juego de rol

Pilar Sancho Thomas, Pedro Pablo Gómez Martín, Rubén Fuentes Fernández,  
Baltasar Fernández-Manjón

Facultad de Informática, Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial,  
Universidad Complutense de Madrid

C/ Profesor José García Santesmases S/N, Ciudad Universitaria  
28040 - Madrid

[pilar@sip.ucm.es](mailto:pilar@sip.ucm.es); {pedrop, ruben, balta}@fdi.ucm.es

## Resumen

En este trabajo se describe un experimento educativo que se está llevando a cabo paralelamente en dos facultades españolas y en un Instituto de Educación Secundaria, para la enseñanza de disciplinas relacionadas con la programación, y cuyo objetivo principal es mejorar el rendimiento y la motivación de los alumnos. Sustentado en las corrientes pedagógicas constructivistas y socio-constructivistas, el aprendizaje se plantea a través de un juego de rol en el que los alumnos colaboran en pequeños grupos para resolver una misión (que representa en realidad un problema complejo de programación ambientado de acuerdo con el espíritu de la metáfora). El juego se desarrolla a través de dos niveles de interacción social en la forma de colaboración entre los miembros de un mismo equipo y de competición entre los distintos equipos para lograr la mejor puntuación. Aunque el experimento aún no ha concluido disponemos de algunos resultados preliminares que nos inducen al optimismo.

## 1. Introducción

En los últimos tiempos, en el contexto de la formación universitaria y profesional en España, se viene detectando un marcado descenso de la motivación y el rendimiento de los alumnos. Este fenómeno está llevando a la comunidad educativa a cuestionarse si las metodologías de enseñanza tradicionales (ancladas frecuentemente en formatos textuales y de clase magistral) son adecuadas para una generación de estudiantes que ha crecido fuertemente influenciada por el uso de la tecnología como herramienta cotidiana de comunicación y de ocio.

En este trabajo describimos un experimento educativo que se está utilizando como alternativa a las clases tradicionales para asignaturas relacionadas con el aprendizaje de la programación en lenguaje C++ en dos Facultades españolas (en un total 4 grupos de disciplinas y edades distintas) y de Java en un Instituto de Educación Secundaria, en uno de los Ciclos de Formación Profesional de la rama de Informática. El sistema que proponemos utiliza un juego de rol para escenificar las aproximaciones de aprendizaje basado en problemas y aprendizaje colaborativo. Estos paradigmas pedagógicos se basan fundamentalmente en las teorías sobre el constructivismo y el aprendizaje activo de Piaget [6] el socio-constructivismo de Vygotsky [10] y las teorías del aprendizaje en situación de Lave y Wenger [2]. Además, estas teorías se vienen aplicando desde hace algún tiempo tanto a los entornos de enseñanza asistida por computador y e-learning (bajo el nombre de “Computer Supported Collaborative Learning” CSCL) como a la enseñanza presencial. Existen numerosos estudios que avalan la afirmación de que la aplicación de estrategias de colaboración y el aprendizaje activo basado en problemas (PBL) presentan incuestionables ventajas sobre los métodos de enseñanza tradicionales [7] para el alumnado actual. Los alumnos a los que se aplican estas metodologías de aprendizaje obtienen mejores calificaciones, adquieren un conocimiento más profundo sobre la materia, retienen los conocimientos durante más tiempo, y su índice de abandono es menor. Por otro lado, además del conocimiento sobre el dominio propiamente dicho, el alumno desarrolla una serie de capacidades que rara vez se potencian en la educación tradicional, como son las habilidades de comunicación y de trabajo en grupo.

En los sistemas que utilizan la colaboración como vía para el aprendizaje surge invariablemente la cuestión: ¿Cuál es la clave para que emerja un esquema efectivo de colaboración entre los participantes que dé lugar a la adquisición del conocimiento? Aunque en trabajos recientes de investigación se han identificado multitud de factores que influyen en el proceso, parece que la clave es la formación de lazos de interacción social entre los miembros de un grupo de aprendizaje [1]. A la luz de estas investigaciones también se establece que para que estos lazos proliferen no es suficiente con formar los grupos ni con proporcionarles algún tipo de soporte para la comunicación.

La investigación que aquí presentamos utiliza un juego bautizado como “Guerra en el NÚCLEO” para dar formato a un escenario de aprendizaje que estimule la aparición de estos vínculos y aumente la motivación. Esta propuesta se basa en algunas reconocidas capacidades de la utilización de juegos como herramienta para el aprendizaje [3] que inducen a pensar que su uso puede resultar positivo para el establecimiento de un esquema efectivo de colaboración:

- Los juegos multi-jugador permiten explorar las relaciones interpersonales, estimulando los comportamientos de cooperación, colaboración y competitividad en un contexto estratégico. Los jugadores pueden interpretar diferentes roles e interactuar con otros personajes superando retos conjuntamente.
- A los jugadores les gusta hablar de los juegos a los que juegan y discuten con sus amigos sus técnicas, estrategias, logros y fracasos lo que frecuentemente conduce a la formación espontánea de Comunidades de Prácticas.

El experimento que presentamos en este trabajo tiene principalmente dos objetivos:

1. Determinar el efecto que tiene sobre la motivación de los alumnos utilizar como escenario de aprendizaje “Guerra en el NÚCLEO” comparativamente a la estrategia pedagógica que tradicionalmente se ha empleado en cada una de las asignaturas objeto del experimento.
2. Determinar la eficacia de nuestro sistema de aprendizaje en relación a la adquisición de los conocimientos requeridos por cada una de las asignaturas en el experimento.

En este artículo se presentan, junto con la descripción del experimento, los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha en relación con los objetivos anteriores. La estructura del artículo es la siguiente. La sección 2 realiza una descripción completa del escenario de aprendizaje. Se introduce en primer lugar la metáfora que ambienta el juego y los roles que representan los alumnos. A continuación se explica cuál es el criterio para la formación de los equipos, cómo se estructuran las prácticas y el método de evaluación. En el siguiente apartado se revisan dos de los casos de estudio que se encuentran actualmente en un estado avanzado de desarrollo y se ofrecen algunos resultados preliminares. La siguiente sección se dedica al análisis de algunos de los requisitos por parte del tutor para implementar esta forma de estructurar el aprendizaje. Por último se discuten algunas conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Descripción de “Guerra en el NÚCLEO”: un juego para conducir el aprendizaje colaborativo.

Como se menciona en la introducción, nuestro experimento consiste en utilizar una aproximación de aprendizaje colaborativo basado en problemas escenificado a través de un juego de rol.

### 2.1. Ambientación: escenificación y roles.

La metáfora del juego introduce al alumno a un mundo fantástico llamado “El NÚCLEO” poblado por entes que adoptan la forma de Inteligencias Artificiales (IAs). La civilización del NÚCLEO está formada por tres tribus:

- *Evians*: habitan las metrópolis del NÚCLEO donde se encuentran las bases de datos y repositorios de conocimientos. Se les supone una capacidad estratégica y de planificación superiores a las del resto de las tribus.
- *Ruks*: tribu procedente de las colonias nómadas flotantes del NÚCLEO. Son piratas, contrabandistas de datos buscadores de fortuna y mercenarios. Adiestrados en el combate y la navegación, se valoran su capacidad de respuesta, argucias y osadía.
- *Exters*: proceden de la corteza exterior del NÚCLEO, de selvas de datos remotos. Son IAs extrañas de origen desconocido, que se vieron obligadas a evolucionar en circunstancias

extremas. Una de cada mil parece tener poderes especiales, lo que les otorga un gran potencial si logran canalizar su energía.

Ante la amenaza de un virus desconocido (al que han bautizado como *La Ciénaga*) que devasta los planetas virtuales del NÚCLEO, el consejo de ancianos (*Los Arcanos*) decide entrenar a un grupo de IAs para convertirlas en un cuerpo de soldados de élite (*Los Paladines*) cuyas armas de combate son la sabiduría y el conocimiento. Durante su entrenamiento, los aspirantes a paladines, agrupados en equipos de 3 o 4 miembros, deben superar diferentes *misiones* y, ocasionalmente, alguna prueba individual.

Utilizando estas descripciones como ambientación, los alumnos representan en el juego de rol a un miembro de una de las tres tribus anteriores, y se suponen *aspirantes a paladines* en aquellas *misiones* planteadas por los *Arcanos*.

## 2.2. Criterios de agrupación en equipos.

Una de las hipótesis implícitas en cualquier proceso de aprendizaje colaborativo es que los

alumnos aprenden unos de otros. Por ello, la composición del grupo es esencial en este tipo de aproximaciones hasta el punto que la diferencia entre el éxito o el fracaso de una experiencia de aprendizaje radica en buena medida en estar rodeado de los compañeros adecuados o, por el contrario, en pertenecer a un grupo desmotivado y desorganizado.

En “Guerra en el NÚCLEO” utilizamos como principal criterio de agrupación el esquema de categorización desarrollado por Jan Vermunt en función del estilo de aprendizaje de los alumnos [9]. Nos hemos decantado por este modelo porque presenta tres características para nosotros valiosas: en primer lugar está dirigido a las comunidades universitaria y de formación profesional, sectores de población para los que originalmente se ha concebido el entorno; segundo, porque en este contexto de aprendizaje el modelo ha demostrado tener una fiabilidad razonablemente alta [8]; y tercero porque la categorización de los alumnos permite identificar con bastante fiabilidad aquellos que poseen aptitudes para auto-dirigir su proceso de aprendizaje, y que, por tanto, pensamos que

	Procesamiento Cognitivo	Motivación del aprendizaje	Modelo mental del aprendizaje	Regulación del aprendizaje	Tribu en NÚCLEO
Meaning-Directed	Buscar relaciones entre conceptos clave y teorías: construcción de una visión global	Enriquecimiento personal y afán de mejorar	Diálogo con expertos para estimular el razonamiento mediante el intercambio de opiniones	Auto-dirigido. Son capaces de diagnosticar los propios fallos en el proceso de aprendizaje mediante auto-evaluaciones y crítica personal	 Evians
Application-Directed	Relacionar conceptos con experiencias cotidianas: búsqueda de ejemplos concretos y casos de uso	Vocacional o conseguir resultados en "el mundo real"	Aprenden con el fin de poder utilizar el conocimiento	Piensen sobre problemas y ejemplos para chequear el propio conocimiento, en especial a la hora de utilizar conceptos abstractos	 Ruks
Reproduction-Directed	Identificar los puntos más importantes para memorizarlos y retenerlos	Probar la propia competencia obteniendo buenas calificaciones	Búsqueda de estructuras en los textos para facilitar la asimilación de conceptos y aprobar los exámenes. No valorar la crítica ni la discusión	Aprendizaje dirigido por objetivos. Realizar auto-tests para verificar su conocimiento. Ensayan	 Exters
Undirected	Estudiar es muy complicado: leen y releen los textos	Ambivalentes, inseguros	Quiere que el papel del profesor sea muy relevante y buscan apoyo y refuerzo constante	No saben adaptarse a las nuevas situaciones ni detectar sus fallos	

Tabla 1. Correlación entre estilos de aprendizaje y tribus en "La Guerra del NÚCLEO".

pueden ejercer de líderes de los equipos, ayudando y orientando al resto de los miembros.

Para Vermunt, los términos “estilo de aprendizaje” y “estrategia de aprendizaje” son sinónimos. Se trata de “un conjunto coherente de actividades de aprendizaje que los estudiantes suelen utilizar y que configuran su estrategia habitual de aprendizaje”. Vermunt diferencia 4 estilos según los hábitos que los alumnos muestran en relación al aprendizaje: “Meaning Directed” (MD), “Application Directed” (AD), “Reproduction Directed” (RD) y “Undirected” (U). Las estrategias MD y AD proporcionan un conocimiento cualitativamente superior a las demás y se caracterizan porque el alumno es capaz de auto-regular eficazmente su estrategia de aprendizaje. Por ello sugiere reorientar de forma gradual a los alumnos con patrones U y RD hacia estrategias MD y AD.

En “Guerra en el NÚCLEO”, la categorización de los alumnos en los estilos de aprendizaje propuestos por Vermunt se realiza a través de un cuestionario de 100 preguntas que puede responderse aproximadamente en un cuarto de hora. Los alumnos *no* son conscientes en ningún momento de que han sido clasificados en función de dicho estilo de aprendizaje. En lugar de eso, asociamos cada una de las categorías del esquema de Vermunt a una de las *tribus* del NÚCLEO, usando la correlación que se muestra en la tabla 1. Los perfiles MD y AD quedan fusionados en una única tribu (los *evians*) puesto que ambos son igualmente capaces de auto-dirigirse en el estudio; los RD se asocian a la tribu *ruk* y los U a los *exter*.

### 2.3. Diseño del aprendizaje: las misiones.

En “Guerra en el NÚCLEO”, el proceso de aprendizaje está estructurado en la forma habitual en los entornos PBL, de acuerdo con el esquema creado por Neufeld y Barrows [4]. Es decir, la adquisición del conocimiento sucede, de acuerdo con el espíritu constructivista [6], no por transferencia de información sino en el transcurso de los procesos de colaboración entre los miembros de un equipo para resolver un problema complejo. La diferencia es que en el escenario de “Guerra en el NÚCLEO” los problemas (llamados *misiones*) están encastrados en el juego respetando el espíritu de la metáfora y la participación de los alumnos dentro del esquema de colaboración viene determinada por su rol.

Una misión es por tanto un caso complejo de programación que los alumnos deben resolver en equipo. Su enunciado sin embargo se realiza de tal manera que cree la ilusión de ser un servicio para la civilización en su encarnizada guerra contra *La Ciénaga*, de un modo similar a lo que ocurre en la novela de ciencia ficción “*El juego de Ender*” de Orson Scott Card que inspira la metáfora..

De acuerdo con el rol asignado al alumno dentro del equipo (*evian* –perfil MD o AD-, *ruk* –perfil RD- o *exter* –perfil U-), éste desempeña una función determinada: capitán, integrador de conocimientos o heraldo. Además es responsable del cumplimiento de determinadas acciones relacionadas con la organización del trabajo (distribución de tareas y plazos), controlar que todos los miembros del grupo adquieran los conocimientos requeridos o la comunicación de acciones al Consejo de Arcanos. El esquema de interacción social entre los participantes sucede a dos niveles:

- Proceso de colaboración entre los miembros de un mismo grupo para resolver una misión.
- Competición entre los diferentes grupos para lograr la mejor clasificación.

### 2.4. Mecanismos de comunicación

La comunicación entre los aspirantes a *paladines* (alumnos) y el *Consejo de Arcanos* (profesor) se realiza virtualmente. Actualmente utilizamos grupos de Google pero en el futuro se tiene intención de emplear un entorno de aprendizaje (LMS, *Learning Management System*). No obstante, el uso de grupos de Google en lugar del LMS proporcionado de manera institucional por el centro educativo tiene la ventaja de que permite utilizar cuentas de correo específicamente creadas con el propósito de participar en el juego. Así se *insta* a los aspirantes a *paladines* a que inventen un *nick* o *alias* que sea afín a la ambientación. Los *Arcanos* hacen otro tanto, con nombres como “Luminar Arcano” o “Ender Arcano”.

Del mismo modo, y siempre en un intento de mantener la ambientación, todos los comunicados de los *Arcanos* utilizan como sustrato la metáfora, haciendo referencias continuas a la lucha contra *La Ciénaga*, y a la importancia de las misiones y del mantenimiento de los plazos de entrega.

Cada equipo tiene, además, su propio grupo de Google, que sirve como punto de encuentro y almacén de los mensajes enviados entre los

diferentes miembros. Los *Arcanos* pertenecen a todos esos grupos para poder controlar el desarrollo de cada misión. En uno de los casos de estudio, los grupos de Google se apodan con nombres de *naves* de la película MATRIX, y se ambientan como si así lo fueran. Los aspirantes a *paladines* han de rellenar el *cuaderno de bitácora*, que sirve a los *arcanos* para monitorizar el trabajo diario y semanal de cada grupo.

### 2.5. Mecanismo de evaluación de los paladines

Uno de los aspectos más costosos de resolver en entornos de trabajo colaborativo es la evaluación individual de los alumnos. Se ha de determinar cómo discriminar la participación de cada individuo en el trabajo conjunto. En “Guerra en el NÚCLEO” se utilizan dos niveles de evaluación:

- *Evaluación por equipos*: la puntuación que un equipo obtiene por su solución en una misión no es absoluta, sino comparativa. Es decir, una solución no es ni buena ni mala, sino mejor o peor que la de otro equipo. Esto significa que la puntuación asignada a un equipo por su solución depende de los resultados de los demás, lo que pensamos fomenta el espíritu competitivo y la motivación.
- *Evaluación individual*: la nota de cada alumno recoge dos tipos de información. Por una parte, la puntuación de la misión conjunta y la opinión que sus compañeros de equipo tienen de su actuación en el proceso colaborativo de resolución. Así la puntuación individual es una fracción del total del equipo en función de la puntuación que le hayan dado sus compañeros. Para determinar esta fracción, al finalizar cada misión se pasa una encuesta a los alumnos en la que deben calificar al resto de los miembros de su equipo basándose en la respuesta a nueve preguntas que tienen que ver con su nivel de implicación, efectividad, iniciativa, interés y responsabilidad en el trabajo [5]. La calificación final varía entre “excelente” (100%) y “no ha aparecido” (0%). La media de las calificaciones para un alumno por parte del resto de los miembros de su equipo, determinan el porcentaje de la nota conjunta que se le asigna individualmente.

## 3. Casos de estudio

La propuesta pedagógica descrita en la sección anterior ha sido puesta en práctica en dos entornos diferentes. Si bien los resultados son aún preliminares, la sensación subjetiva es que esta aproximación consigue, efectivamente, mejorar la motivación de los alumnos, disminuyendo de una manera muy destacada la tasa de abandono y aumentando la dedicación por parte de los estudiantes.

### 3.1. Caso I: Formación Profesional Específica

El primer caso de estudio que vamos a describir se está realizando en el módulo “Desarrollo de Aplicaciones Informáticas” del segundo curso del Ciclo Formativo de grado Superior correspondiente al título de “Técnico Superior en Administración de Sistemas Informáticos”, de Formación Profesional Específica.

El objetivo principal del módulo es la enseñanza de conceptos de programación de sistemas, incluyendo procesos, hebras, *sockets* o cauces. Los contenidos de este módulo se sitúan al nivel de la asignatura “Laboratorio de Sistemas Operativos” de las titulaciones universitarias en informática. Sus alumnos han cursado en el primer año un módulo de “Fundamentos de Programación” de 290 horas que les sirve como preparación para los aspectos de programación necesarios. En la práctica, la base de conocimientos de partida es muy baja, dado que el perfil profesional principal de estos titulados está enfocado al soporte, instalación y mantenimiento de sistemas y redes, y no están muy interesados en la programación. Debido a ello, y para evitar tener que entrar en los detalles de bajo nivel de la programación POSIX, se suele impartir el módulo basándose en el lenguaje de programación Java, que permite poner en práctica tareas de hebras, sincronización y comunicación con *sockets* de una manera más sencilla.

El caso de estudio está formado por un grupo de 15 alumnos, de los cuales 5 tienen *suspense* el módulo de Fundamentos de Programación. Esto crea un grupo bastante descompensado en sus conocimientos. En concreto, resulta descorazonador tener que seguir el programa enseñando cuestiones de bajo nivel sabiendo que un tercio de los alumnos tienen dificultades para construir bucles.

Durante el primer trimestre (entre los meses de Octubre y Diciembre), se siguió una metodología clásica para las clases, con explicaciones teóricas mezcladas con ejercicios y prácticas. En concreto se realizó una introducción al lenguaje Java que sirvió como excusa para realizar un profundo repaso a los conceptos de programación imperativa para intentar equilibrar el nivel de los alumnos. También se introdujeron los conceptos de Orientación a Objetos, tales como clases, visibilidad y herencia.

El resultado pedagógico de este trimestre fue malo. La motivación de los alumnos era escasa y el número de ausencias a clase era alto, pese a ser enseñanzas presenciales de asistencia obligatoria. Además, la planificación del módulo sufría un marcado retraso, ya que la introducción a Java se alargó para dar tiempo a los alumnos a adquirir las competencias mínimas necesarias para seguir el resto del curso. En un intento de recuperar tiempo se entregaron a los alumnos dos hojas de ejercicios para ser resueltas durante las Navidades. De los 15 estudiantes, la mayoría reconoció no haber hecho nada, y sólo 3 entregaron las soluciones de la tercera parte de los ejercicios.

En este “contexto hostil” se ha puesto en marcha la propuesta pedagógica descrita previamente. El corte vacacional sirvió como frontera para marcar un antes y un después en el modo de llevar a cabo las clases. Además de cambiar la metodología, se cerró definitivamente el repaso y la introducción a Java y se pasó de lleno a las materias específicas del módulo. A modo de ejemplo, la introducción de la primera misión fue:

*Nuestras comunicaciones han sido interceptadas por el enemigo. El Consejo de Arcanos convoca a los miembros de las tres tribus. La MISIÓN es evitar que nuestros mensajes IPv4 puedan ser descifrados.*

*Es de vital importancia la rapidez de respuesta. Se ha calculado que en un plazo máximo de dos semanas los daños serán irreversibles.*

*Los aspirantes a paladines deben contactar con los miembros de su equipo y conseguir una rápida solución. El primer paso será elegir al capitán y al integrador, y planificar las medidas a tomar.*

En ella, se aprecia el intento de mantener la ambientación descrita en la sección anterior. Queremos destacar el hecho de que, al seguir la aproximación de aprendizaje por descubrimiento, los alumnos *no* recibieron información alguna por parte del profesor de la programación con *sockets* en Java. En el resto de misiones, se ha obrado de igual forma con otros conceptos.

Los resultados (aún parciales) son prometedores. Tras el comienzo de las misiones de “Guerra en el NÚCLEO”, las faltas de asistencia han caído drásticamente, hasta el extremo de que es habitual que todos los alumnos vayan a clase (algo que ocurrió muy pocas veces durante la última mitad del primer trimestre). Además, las misiones propuestas han sido llevadas a cabo por *todos* los equipos formados, algo que choca de lleno con lo ocurrido en los ejercicios propuestos para Navidad. En lo que se refiere al segundo de los objetivos del estudio sobre si el *aprendizaje*, y no sólo la motivación, se beneficiaban del uso de esta propuesta, no podemos aún hacer una valoración en este caso, dado que todavía no se han realizado exámenes individuales.

### 3.2. Caso II: Formación Universitaria

El segundo de los escenarios en los que se ha desarrollado el experimento (en realidad el primero cronológicamente) es la asignatura optativa “Fundamentos de Programación” de la titulación de CC. Físicas de una universidad española. El experimento ha concluido ya a fecha de hoy y sólo está pendiente realizar la evaluación final de los alumnos.

En este caso, el grupo original de 60 alumnos se dividió en dos grupos de 30. El subgrupo de control asistió a clases impartidas por el método tradicional (teoría y problemas de dificultad escalonada). En el segundo, el aprendizaje se condujo exclusivamente a través de “Guerra en el NÚCLEO”, sin contenidos teóricos, realizando 4 misiones de dificultad variable (aunque siempre suficientemente elevada considerando el nivel de conocimientos iniciales de los alumnos).

Para este segundo caso de estudio disponemos de los resultados definitivos en relación con la incidencia sobre la motivación, y preliminares en cuanto al efecto sobre el nivel de adquisición de conocimientos. Ello se debe a que aún no hemos concluido la evaluación final de los alumnos, aunque sí disponemos de evaluaciones parciales.

En el grupo de control el abandono y las faltas de asistencia fueron la tónica general del cuatrimestre. De los 30 alumnos originales, las últimas 3 semanas de curso asistían a clase menos del 50%. En el grupo que participaba en el experimento tan sólo 4 alumnos se dieron de baja a lo largo de todo el cuatrimestre (es decir, el 8%). De los 34 alumnos que se han presentado al examen final, 24 eran participantes del experimento frente a 10 del grupo de control (es decir la proporción es de 70 a 30).

Por otro lado, al finalizar el cuatrimestre se pidió a los alumnos que participaban en el experimento que cumplimentaran una encuesta en la que, entre otras cosas, debían valorar el sistema de aprendizaje. Todos consideraron su participación como muy positiva y repetirían la experiencia, excepto dos alumnos que la calificaron como neutra (los dos son alumnos de Erasmus). Algunas de las opiniones de los alumnos sobre esta forma de aprendizaje son:

*"Se aprende mucho más que de otra manera a programar y de una forma más entretenida".*

*"Motiva el aprendizaje de una manera divertida".*

*"Creo que he aprendido mucho por mi cuenta y esto me ha llevado a buscar e informarme en diversos foros y libros, y todo ha sido llevado de una forma funcional y divertida".*

*"Algunos amigos me han dicho que puede ser un problema para los que no tienen ni idea de programar, porque cuesta bastante empezar, pero si los equipos están bien formados y hay gente de varios niveles, unos enseñan a otros, además que siempre puedes preguntar".*

*"Sin duda la motivación ha estado por encima de la media del resto de las asignaturas".*

Es decir, preguntados sobre los aspectos positivos del sistema, muchos resaltan que el aprendizaje se realiza de manera más divertida y para ellos más motivadora.

Sobre el nivel de conocimientos adquiridos en el escenario experimental y el tradicional no poseemos aún resultados definitivos. Sin embargo, los exámenes parciales realizados durante el curso permiten adelantar algunas conclusiones:

- Los 5 alumnos mejores en los exámenes parciales pertenecen al grupo experimental.
- De los alumnos con notas intermedias, los participantes en NÚCLEO obtienen

puntuaciones ligeramente superiores (alrededor de un 10%).

- Entre los presentados al examen, el número de suspensos es sólo ligeramente inferior entre los participantes en el sistema experimental. Sin embargo, considerando la desproporción en el índice de abandono entre ambos grupos los resultados globales son apreciablemente mejores para los alumnos NÚCLEO.

#### 4. La labor de los Arcanos

En cualquier sistema PBL, el rol de tutor cambia respecto a los sistemas de enseñanza tradicionales. Su figura se desplaza: de ser el centro del sistema de aprendizaje (quien posee el conocimiento y lo suministra en las dosis adecuadas) a ser un mero guía. Facilita pistas y acompaña a los alumnos en su auto-aprendizaje, guiándoles cuando se encuentran perdidos pero sin llegar a darles la solución. Este cambio supone en muchos casos un incremento de la carga de trabajo para el tutor, que si bien no tiene que preparar e impartir clases a la manera tradicional, se ve obligado a hacer un seguimiento de la labor y el progreso de multitud de pequeños grupos. No obstante la resistencia de los profesores a implantar este tipo de soluciones proviene más del cambio de papel que les implica. No sólo se requiere de ellos un conjunto nuevo de habilidades para las que no han sido preparados, sino que supone también un choque con la imagen de tutor tradicional presente en el subconsciente colectivo. Acompañar a los alumnos en el aprendizaje parece reducir la importancia y el protagonismo del profesor.

En el sistema propuesto en este artículo, la exigencia sobre el incremento de carga docente es inferior a la de los sistemas clásicos PBL, puesto que los equipos están configurados para conseguir un mayor nivel de auto-gestión. Se identifica inicialmente a los alumnos más capaces y se les asigna el rol de capitán. Ello requiere no obstante una labor de clasificación previa que es aún laboriosa y a veces inexacta.

El sistema requiere también ciertas habilidades del tutor más allá de las habituales en entornos PBL. Se le pide una fuerte dosis de imaginación y capacidad de juego para mantener en todo momento la ilusión de la metáfora en sus comunicados y diseño de las misiones.

## 5. Conclusiones

Los resultados expuestos en la sección 3, pese a ser aún preliminares, nos inducen al optimismo y nos llevan a pensar que los objetivos perseguidos se pueden alcanzar en un grado elevado. Parece que la incidencia del sistema sobre la motivación es muy positiva de acuerdo con los resultados logrados hasta ahora y, aunque aún no ha sido medido de manera rigurosa, también parece que el alumno logra el adecuado nivel de conocimiento. Sin embargo, también se observa que los conocimientos adquiridos por los alumnos que siguen el sistema experimental resultan mucho menos estructurados y son más irregulares. Saben mucho de aquellos aspectos que más les han interesado pero apenas si tienen conocimientos elementales de otros. De hecho, en la encuesta final un número importante de alumnos del grupo experimental sugiere como mejora combinar el método con las clases tradicionales. Para reducir el impacto de este efecto, en el caso de estudio de Formación Profesional se han introducido algunas mejoras sobre el caso previo (los estudiantes de Físicas): una vez resuelta una misión, el profesor da explicaciones teóricas relativas a los conceptos implicados en su resolución; además se les entrega un código solución resuelto y se les requiere comentarlo y explicarlo adecuadamente.

Otra de las conclusiones tiene que ver con las encuestas de evaluación de los compañeros de equipo. Al iniciar el experimento albergábamos ciertas dudas sobre el nivel de sinceridad de los alumnos y la consiguiente fiabilidad de estas encuestas. Existía la posibilidad de que los alumnos se encubrieran unos a otros, tratando de proteger a los compañeros menos capaces y desvirtuando con ello el sentido de la encuesta. En los resultados preliminares obtenidos se refleja que, contrariamente a nuestras suposiciones, esto no ha sucedido. En realidad, forzar a los paladines a evaluar a sus propios compañeros recuerda al dilema del prisionero de la teoría de juegos. En este caso el dilema queda desvirtuado porque la comunicación entre los implicados es posible y con ella el acuerdo previo. Sin embargo, la sinceridad mostrada por los paladines (que implica necesariamente la falta de esos acuerdos) parece indicar que ha pesado más una sana dosis de *egoísmo*. Aparte de calificar al resto de compañeros, en la encuesta de final de misión se

puede solicitar *un cambio de equipo*. Si algún paladín desea ser colocado en un grupo diferente y encubre a sus malos compañeros, su solicitud perderá credibilidad.

## Referencias

- [1] D. R. Garrison, "Quality and theory in distance education: theoretical consideration", in D. Keegan (Ed.), *Theoretical principles of distance education*, Routledge, New York, USA, 1993.
- [2] J. Lave and E. Wenger. *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press. 1991.
- [3] A. Mitchell, C. Savill-Smith "The use of computer video games for learning. A review of the literature." DSDA, London, ISBN 1-85338-904-8. Accessed 8/09/2006 at <http://www.lsda.org.uk/files/PDF/1529.pdf>.
- [4] V. R. Neufeld and H. S. Barrows (1974). "The McMaster philosophy". An approach to medical education. *Journal of Medical Education*, 49 (11): 1040-50, 1974.
- [5] B. Oakley, R. M. Felder, R. Brent, I. Elhajj. *Turning student groups into effective teams*. New Forums Press, Inc. P.O. Bos 876, Stillwater, OK, 2004.
- [6] J. Piaget. *Science of education and the psychology of the child*. New York: Orion Press. 1970.
- [7] L. Springer, M. E. Stanne and S. Donovan. *Effects of Small Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering and Technology: A Meta Analysis*. Madison, WI: National Institute of Science Education, 1997.
- [8] Vermetten, Y. J., Vermunt, J. D., Lodewijks, H. G. (2002) Powerful learning environments? How university students differ in their response to instructional measures. *Learning and Instruction*, 12, 263-284.
- [9] J.D. Vermunt. Metacognitive, cognitive and affective aspects of learning styles and strategies: A phenomenographic study. *Higher Education*. 31: 25-50. (1996).
- [10] Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological process*. Harvard. Harvard University Press. 1978.