

Cambios metodológicos introducidos en la asignatura de Informática en la Titulación de Matemáticas para su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

Miguel Arevalillo-Herráez, Xaro Benavent, Ricardo Ferris

Departamento de Informática
Universitat de València

Avda. Vicente Andrés Estellés s/n. 46100. Burjassot. Valencia
{Miguel.Arevalillo,Xaro.Benavent,Ricardo.Ferris}@uv.es

Resumen

El espacio europeo de educación superior (EEES) pretende no solo unificar las enseñanzas universitarias de la comunidad europea, sino también mejorar su calidad aumentando el rendimiento de los alumnos.

Para conseguirlo, la Universidad de Valencia lleva varios cursos académicos trabajando para ajustarse progresivamente a los modelos formativos que se tendrán que implantar cuando definitivamente se apliquen las directrices impuestas por el EEES. Una de las medidas adoptadas fue permitir y facilitar que las escuelas, facultades y centros pudieran poner en marcha iniciativas de innovación educativa, a través de los denominados PIEs (Plan de Innovación Educativa).

En este sentido, la Facultad de Matemáticas fue una de las pioneras. En el curso académico 2003-04 puso en marcha un PIE que afectaba a todas las asignaturas de primer curso de la titulación de Licenciado en Matemáticas. En este artículo se presentan, analizan y discuten los cambios metodológicos realizados desde entonces en la asignatura de Informática, impartida en el primer curso de dicha titulación (y por tanto perteneciente al PIE). Asimismo se demuestra que el uso de estas nuevas metodologías produce una mejora del rendimiento académico del alumnado.

1. Introducción

En los últimos años, los sistemas educativos obligatorios han ido evolucionando para intentar ajustarse a los nuevos estudiantes y a los nuevos

modelos de enseñanza. Estos nuevos modelos de enseñanza intentan centrar el estudio y el aprendizaje en los propios estudiantes, más que en el profesor, huyendo de las clases magistrales y buscando motivar al alumno en la búsqueda de conocimiento.

Aunque estos nuevos modelos de enseñanza fueron rápidamente incorporados en las enseñanzas obligatorias y en los institutos, su adopción en las universidades ha sido más lenta. Actualmente, esta revolución en los modelos de enseñanza comienza a tener especial relevancia en el contexto universitario, que se encuentra inmerso en un proceso de renovación de metodologías de aprendizaje activo y basado en competencias, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [3,8]. En este contexto se pretende, no solo unificar las enseñanzas universitarias de la comunidad europea, sino también aumentar la calidad de las mismas. A este fin, la Universidad de Valencia permitió y motivó a sus centros a introducir cambios en los métodos docentes, facilitando un ajuste progresivo a los modelos formativos del EEES. Dentro de la Universidad de Valencia uno de los centros pioneros en unirse a esta iniciativa fue la Facultad de Matemáticas, que en el curso académico 2003-04 diseñó un plan de innovación educativa que lleva en marcha desde entonces.

La asignatura de Informática pertenece a este plan de innovación educativa. Se trata de una asignatura troncal y anual, que se imparte en el primer curso de la Licenciatura de Matemáticas y se compone de 10,5 créditos repartidos en clases teóricas (6 créditos) y

prácticas (4,5 créditos). En este sentido, nuestro caso es similar a los expuestos en [4,10], donde se exponen metodologías docentes adaptadas para la impartición de asignaturas de informática en otras titulaciones.

Un problema típico a la hora de impartir docencia de programación en titulaciones distintas a la Ingeniería en informática es que los alumnos con los que vamos a trabajar no son, ni generalmente quieren ser, especialistas informáticos. Además, es importante considerar que en este primer curso no existe ninguna otra asignatura que pueda complementar los conocimientos impartidos en ella. Aunque en cursos posteriores sí que existen materias relacionadas, éstas no se centran en la enseñanza de la informática, sino en el uso de la misma para un fin concreto (métodos numéricos, aproximación numérica, etc.). Esto causa que gran parte del alumnado contemplan la informática como una asignatura extraña, un aspecto que necesariamente debe ser considerado.

En este artículo describimos los ajustes metodológicos realizados en esta asignatura, y presentamos los resultados obtenidos. Aunque la adecuación de contenidos a la titulación de matemáticas tiene interés en sí mismo, éstos han sido parcialmente determinados por las necesidades formativas de otras asignaturas de la titulación (en particular, la asignatura está enfocada hacia la enseñanza de la programación utilizando un esquema de contenidos muy similar al especificado en [10]). Por ello, nos centramos en la exposición de la metodología docente utilizada.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. En primer lugar, se describen los objetivos docentes que se persiguen. Seguidamente, se presenta la metodología docente utilizada, describiendo en detalle las diferentes acciones y enfoques adoptados. Finalmente, se presentan los resultados y conclusiones del estudio.

2. Objetivos docentes

Los profesores que imparten docencia en el primer curso de la licenciatura de Matemáticas

se plantearon unos objetivos, y una serie de acciones para poder abordar dichos objetivos. Estos objetivos son:

- Buscar la coordinación entre las diferentes asignaturas del curso, de manera que el alumno perciba una visión integrada del primer curso y del conjunto de la titulación, y se evite que tenga la sensación de cursar una serie de materias sin objetivos comunes. Aunque la asignatura de Informática no necesitaba históricamente de una coordinación directa y estricta con el resto de las asignaturas de primero (ya que el resto son todas de contenido matemático estrictamente), los profesores de la asignatura plantean necesaria y beneficiosa dicha coordinación para fomentar la obtención de un título con unas ciertas competencias, que van más allá de las competencias otorgadas por cada asignatura concreta.
- Captar la atención de los alumnos, involucrándolos en los propios procesos formativos. Este objetivo es importante en esta asignatura ya que los alumnos de Matemáticas la suelen ver con una asignatura ajena a la titulación. Un efecto inmediato de la consecución de este objetivo sería una disminución del absentismo.
- Utilizar métodos de evaluación más dinámicos y motivadores, procurando realizar un mejor seguimiento de la evolución de los conocimientos que se van adquiriendo. A este fin, se pretende utilizar la realimentación como herramienta de observación, para poder detectar las carencias de los alumnos y poder profundizar en los temas necesarios.
- Restar importancia a la recopilación indiscriminada de conocimientos que se produce cuando la evaluación de los mismos se produce en una sola prueba final, y fomentar el trabajo constante, el razonamiento y la crítica. Este objetivo es especialmente importante al tratarse de alumnos de la titulación de matemáticas, donde una de las competencias transversales más importantes que se intenta conseguir es la de razonamiento crítico.

3. Metodología docente

Para poder llevar a cabo el primero de los objetivos se ha planificado la realización de una reunión inicial entre los responsables de las asignaturas, al principio de cada curso académico. Estas reuniones se prolongan durante el curso para integrar las diferentes asignaturas e iniciativas formativas en un todo global. También se propuso la elaboración de guías docentes para cada asignatura. En estas guías se plasman los conocimientos y competencias adquiridos por el alumno mediante el estudio de cada una de las materias de la titulación. Además, se especifica en detalle el trabajo que los alumnos deben realizar en cada asignatura.

Con respecto al resto de objetivos, se han planteado diferentes y muy diversas estrategias, adaptadas a cada asignatura en particular. En el resto de esta sección, tratamos aquellas adoptadas en la enseñanza de la asignatura que nos ocupa.

3.1 Clases Teóricas

Dentro del bloque de teoría continuamos impartiendo clases magistrales, en las que se introducen los principales elementos de la informática. Sin embargo, enfatizamos la realización de ejercicios matemáticos que establezcan una clara relación con el resto de las materias de la titulación. Además, intentamos involucrar a los alumnos en la asignatura a través de la realización de ejercicios modelos por los propios alumnos durante las sesiones de clases magistrales, y el encargo de otros ejercicios adicionales para que puedan completar y desarrollar los conocimientos adquiridos durante las clases magistrales.

De entre el bloque de metodologías docentes utilizadas durante las clases teóricas, es especialmente destacable el uso de los denominados ejercicios correctores, tanto por su utilidad como por su aporte innovador. Estos ejercicios son posibles gracias a una infraestructura de alumnos tutores-correctores, que se encargan de realizar tareas supervisadas de soporte. Éstos son alumnos de cursos superiores de la titulación más apropiada para la

materia que se imparte. En el caso de la asignatura de Informática, contamos con alumnos actualmente cursando la titulación de Ingeniero de Informática dentro de la propia universidad. Como compensación al apoyo prestado, la universidad les reconoce créditos de libre elección. Se asignan dos tutores por asignatura por curso, y la descripción de las tareas a realizar las define el profesor de la asignatura dependiendo de las necesidades de las mismas.

Los ejercicios correctores son problemas que no se limitan a pedir del alumno una realización mecánica de una tarea, sino a exigirle un cierto grado de estudio y análisis del problema antes de resolverlo. Los ejercicios se plantean en clase, los resuelven los alumnos en casa, y se entregan para ser posteriormente corregidos y devueltos al alumno, logrando una realimentación sobre su proceso formativo durante la totalidad del curso. Además, el profesor elabora una solución detallada de cada uno de los ejercicios correctores. Esta solución sirve, en primer lugar, para que los alumnos tutores-correctores puedan realizar una corrección uniforme y objetiva de los ejercicios. En segundo lugar, proporciona a los alumnos una solución de referencia del ejercicio realizado que pueden comparar con su propia solución corregida.

Se realiza un ejercicio corrector por cada concepto básico de la asignatura, proporcionando así al alumno un modelo de cada uno de los aspectos más relevantes (en total se realizan 15 durante el curso). Los ejercicios se proponen después que los conceptos básicos se hayan visto en las clases magistrales, y después de que los alumnos hayan realizado las sesiones de laboratorio relacionadas con dichas clases. De esta forma, se reemplaza una dinámica de trabajo exclusivamente orientada hacia a la realización de exámenes por otra de progreso y trabajo continuo.

3.2 Clases prácticas.

Las prácticas se plantean como clases de refuerzo de los conocimientos de la asignatura aprendidos en las clases teóricas. Las sesiones de prácticas son semanales y tienen una

duración de una hora y media. En ellas, se plantean ejercicios cortos que van aumentando en nivel de dificultad a medida que el alumno adquiere nuevos conocimientos. Los ejercicios planteados en cada sesión deben ser entregados antes de la siguiente sesión de prácticas.

Se trabaja con grupos de alumnos de pequeño tamaño (aproximadamente 25 alumnos por clase), incitando a una relación más cercana entre profesor y alumno; y permitiendo una mejor observación del progreso y posibles lagunas de conocimiento. Con la intención de fomentar el trabajo en grupo, la colaboración y el aprendizaje por observación, los alumnos trabajan por parejas.

Para cada sesión de laboratorio, el profesorado prepara un pequeño resumen que incluye los aspectos teóricos más relevantes; y un boletín de ejercicios. Ambos documentos se les entregan con una semana de antelación. Se intenta que los ejercicios vayan aumentando su nivel de dificultad. En este sentido, los boletines suelen comenzar con ejercicios en los que el alumno básicamente debe entender un problema ya realizado y modificarlo; y terminar solicitando la resolución de problemas concretos. Para facilitar que los alumnos perciban la conexión entre las clases teóricas y las clases prácticas, dos de los ejercicios propuestos en cada sesión de laboratorio se trabajan (a nivel de análisis y diseño) previamente en la clase magistral.

3.3 Laboratorios abiertos.

Los ejercicios que los alumnos han de desarrollar durante las sesiones de laboratorio están pensados para que la mayor parte de ellos se realicen durante las sesiones de laboratorio, y una pequeña parte los acaben los alumnos por su cuenta. Por este motivo, se ofrece la posibilidad a los alumnos de asistir a laboratorios abiertos en horarios en los que no tienen clases de otras asignaturas.

Estos laboratorios están supervisados por los alumnos tutores, siendo importante dicha supervisión desde dos puntos de vista. En primer lugar, les ayudan a resolver dudas concretas para terminar sus ejercicios prácticos. En segundo lugar, estos alumnos ejercen de tutores reales de los alumnos (ya no solo resolviendo dudas

concretas de la asignatura sino aspectos más genéricos de la vida universitaria). Hemos comprobado, a lo largo de los años, el establecimiento de buenas relaciones sociales entre los alumnos tutores y los alumnos de primer curso.

Mediante los laboratorios abiertos se facilita tanto que los alumnos puedan terminar los ejercicios de forma supervisada (si así lo requieren); como que puedan probar los ejemplos y ejercicios resueltos en clase.

3.4 Prácticas competitivas.

Con el objetivo de aumentar la motivación de los alumnos en la temática de la asignatura y potenciar las habilidades de los alumnos para trabajar en grupos, los profesores de la asignatura nos hemos propuesto la introducción de estrategias competitivas. Bien es cierto que usar la competición como recompensa extrínseca puede cambiar por completo el objetivo que se pretende de aumentar la cooperación entre los alumnos y hacer que éstos se interesen simplemente en demostrar que son los mejores [1]. Sin embargo, un buen diseño de este tipo de estrategias puede también tener un efecto positivo en el aprendizaje.

Hemos sustituido dos de las sesiones tradicionales del laboratorio por las llamadas prácticas competitivas. En estas sesiones, se establecen grupos de cuatro o cinco personas (dependiendo del número de alumnos para no tener más de cinco grupos distintos por grupo de laboratorio). Al principio de la sesión, se les entrega a todos los alumnos la especificación del ejercicio que han de realizar, junto con un fichero ejecutable que les muestre que es lo que deben conseguir. La especificación contiene algunos requisitos básicos y algunas extensiones posibles si quieren alcanzar una de las mejores notas. El tiempo para la realización de dicha práctica se restringe estrictamente al tiempo de la duración de la sesión de laboratorio. A diferencia de las sesiones de laboratorio normales, en estas sesiones los alumnos aprenden a trabajar bajo presión con un tiempo limitado, y a organizar el trabajo dentro de los componentes del grupo para conseguir entre todos el objetivo. Es muy importante que estas sesiones sean diseñadas cuidadosamente de

modo que la solución básica no sea inalcanzable (en cuyo caso perderían todo interés en la realización de la práctica).

La puntuación de los ejercicios realizados por los distintos grupos se realiza de forma gradual, otorgando la nota máxima al mejor ejercicio (10) y disminuyendo linealmente, de forma que el peor trabajo que cumpla los objetivos mínimos tenga una puntuación de 5. Las notas obtenidas en las competiciones tienen impacto importante en la nota final que se establece para las sesiones del laboratorio.

3.5 Tutorías virtuales

Además de las tutorías personalizadas habituales, recientemente también hemos puesto en marcha en algunos grupos una nueva técnica para incrementar el soporte al alumno. Utilizando la herramienta comercial Elluminate [11], hemos procedido a ofrecer tutorías a distancia, principalmente como soporte a las sesiones de prácticas. Durante hora y media semanal (el mismo tiempo que dura una sesión de prácticas), el alumno tiene la posibilidad de conectarse a un entorno y utilizar las avanzadas herramientas de comunicación que proporciona la plataforma. En este sentido, destacamos principalmente dos. La primera, una pizarra virtual que el profesor puede utilizar para realizar explicaciones (utilizando un micrófono y una tableta digitalizadora). La segunda, y quizás más importante, la compartición de aplicaciones. Esta utilidad permite que el alumno pueda compartir su entorno de desarrollo con el profesor, posibilitando una discusión en tiempo real sobre un código implementado. Esto facilita la resolución de, por ejemplo, errores de compilación y es especialmente útil para realizar explicaciones interactivas.

De este modo, el alumno puede finalizar las prácticas cuando no ha sido capaz de completar todos los ejercicios en la sesión correspondiente, o incluso realizar la práctica con supervisión directa cuando por motivo justificado no ha podido asistir a una sesión de prácticas.

3.6 Evaluación

Una tarea importante es la evaluación de los conocimientos y destrezas adquiridos por los alumnos. La realización de un único examen al final de curso es un método poco objetivo y muchas veces contraproducente de evaluar la adquisición de objetivos de conocimiento, destrezas y competencias a lo largo del curso.

Por ello, utilizamos un método de evaluación que contemple las diferentes actividades realizadas durante el curso: los ejercicios correctores (10%); el trabajo realizado en los laboratorios durante las prácticas regladas (25%); la posible participación de los alumnos en las actividades de clase -resolución de ejercicios- (5%); y un examen cuatrimestral y otro final de la asignatura (60%).

Con este método de evaluación se potencia un trabajo continuado a lo largo del curso, permitiendo al alumno controlar si el trabajo que está realizando es el correcto o no para la correcta obtención de las destrezas y competencias.

Aunque en principio pudiera parecer contradictorio apostar por una evaluación continua al mismo tiempo que se mantiene el examen final de la asignatura, consideramos que éste es necesario principalmente por cuestiones de posible plagio (en algunas de las actividades que forman parte de la evaluación, como los ejercicios correctores). Por ello, además, exigimos que se supere el examen final para poder aprobar la asignatura.

3.7 Integración

Para poder realizar todas las actividades propuestas (resumidas en la Figura 1) y que éstas tengan el impacto esperado en los alumnos es muy importante una coordinación conjunta, estricta y rigurosa de todas ellas.

Primeramente, se presentan los conceptos en las clases teóricas, donde se realizan los primeros ejercicios prácticos. Después tienen lugar las sesiones de laboratorio, donde el alumno continúa realizando más ejercicios prácticos de mayor dificultad. Finalmente, se le solicita un ejercicio corrector relacionado con dicha temática. Estas tres actividades deben aparecer adecuadamente espaciadas en el tiempo

para conseguir que el alumno vaya aprendiendo gradualmente, y no pierda la motivación por la asignatura.



Figura 1. Resumen de las actividades involucradas en la docencia de la asignatura.

Es importante evitar que el alumno considere inaccesible alguna de las tareas propuestas con los conocimientos adquiridos hasta el momento. Esto puede ocurrir si nos saltamos la cronología de algunos de los pasos anteriores, o si los ejercicios no están adecuadamente diseñados para cada momento en el que los solicitamos.

Esta coordinación no es sencilla, especialmente porque los grupos de teoría y laboratorio no tienen la misma cantidad de alumnos, y el profesor de ambos grupos no es siempre el mismo. Para una correcta coordinación se realiza una cuidadosa planificación de todas las actividades, y ésta se mantiene visible para los alumnos, con el objetivo de facilitarles la organización de su trabajo. Si en algún momento durante el curso se detecta que es conveniente realizar algún cambio en la planificación establecida, ésta siempre es notificada a los alumnos con una antelación suficiente.

Como respaldo a todas estas actividades, se utiliza la plataforma de aprendizaje proporcionada por la propia universidad. Esta plataforma es una adaptación de dotLRN [5] denominada Aula Virtual [2,9]. Mediante esta herramienta, los alumnos pueden consultar fácilmente las tareas y prácticas que se les

exigen, así como los apuntes y transparencias utilizados por los profesores durante las clases teóricas. Además, permite la entrega de trabajos y ejercicios (tanto en las sesiones de laboratorio habituales como en las prácticas competitivas). Como característica útil, la plataforma permite establecer una fecha límite para la entrega de cada una de las prácticas. Una vez transcurrido el plazo, desaparece el enlace, no permitiendo entregas tardías.

4 Resultados

En este apartado queremos analizar el impacto de las nuevas técnicas introducidas en el rendimiento académico del alumno, y en la adquisición de las habilidades planteadas en los objetivos de la asignatura.

4.1 Percepción subjetiva del profesorado

La percepción de los profesores en estos últimos años en los que se han implantado las nuevas técnicas de trabajo se resumen a continuación:

- Se potencia el trabajo del alumno desde el principio del curso, y esto hace que los alumnos lleven la asignatura al día durante el curso (evitando los “atracones” ante el examen final).
- Los alumnos responden mejor a estos estímulos que a las clases magistrales, ganando interés en la asignatura. Esta respuesta e interés se ha visto reflejada en una mayor asistencia y participación en las clases tanto teóricas como prácticas.
- Los alumnos adquieren conciencia de su propia evolución, y pueden constatar si están consiguiendo los objetivos de la asignatura y las competencias que figuran en la guía docente.
- La realización de los trabajos y la planificación de estos hace que la adaptación del alumno al nuevo sistema universitario no sea progresiva. Permite que durante los primeros años les guiemos para después dejarles libertad en la planificación y organización de sus tareas.

4.2 Resultados objetivos

Durante estos años se han analizado si estas técnicas mejoran el fracaso escolar en el primer curso universitario y también si mejoran el rendimiento escolar. Como análisis objetivo, se comparan los resultados obtenidos por el grupo de innovación educativa y el tradicional durante los dos cursos en que convivieron. Como conclusiones de este análisis se destaca:

- Casi la totalidad de los alumnos que siguen todo el ritmo de trabajo exigido (ejercicios correctores, prácticas) superan la asignatura. Como se puede apreciar en la Figura 2, el porcentaje de aprobados es ligeramente mayor que el correspondiente al grupo que utiliza metodologías docente más tradicionales. Sin embargo, también se observa que las nuevas técnicas no son capaces de eliminar el fracaso escolar. Algunos alumnos abandonaron por sentirse incapaces de seguir el ritmo de trabajo exigido, compensando la disminución del absentismo debida a una mayor motivación del resto del alumnado.
- El uso de las técnicas propuestas ha causado un aumento significativo de las calificaciones obtenidas (véase Figura 3 y Figura 4).

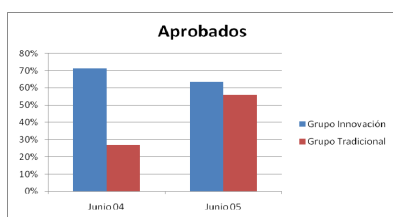


Figura 2. Comparación del número de aprobados entre el grupo de innovación y el tradicional durante los dos cursos que convivieron ambos grupos.

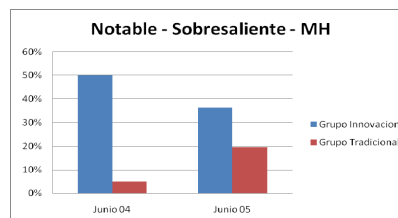


Figura 3. Comparación del rendimiento académico entre el grupo de innovación y el tradicional durante los dos cursos que convivieron ambos grupos.

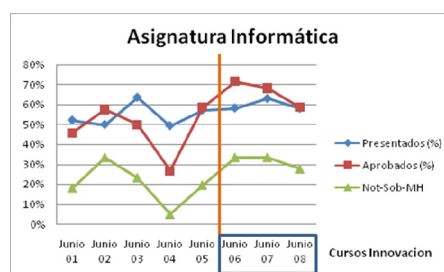


Figura 4. Evolución de las tasas de presentados, aprobados y buenas notas de los alumnos de la asignatura de Informática.

5 Conclusiones

Vistos los resultados y atendiendo a la percepción de los profesores, parece que las medidas e iniciativas tomadas han resultado, en general, beneficiosas para el aprendizaje de la asignatura, consiguiendo que los alumnos se sientan más cómodos con ella y la sientan más integrada con el resto de las asignaturas que se imparten en primero.

De forma más objetiva y revisando las gráficas, también el trabajo constante durante el curso así como la motivación en las prácticas, han permitido que mejoren los rendimientos de los alumnos y en general la consecución de los objetivos y destrezas propuestos en la guía de la asignatura. También se ha conseguido que aumente la cantidad de alumnos que siguen la asignatura durante el curso y se presentan a los exámenes al finalizarlo (la subida de presentados en el curso 2002-03 fue debido al cambio de plan que se produjo ese curso).

Agradecimientos

Este artículo es consecuencia de la decisión de la Facultad de Matemáticas de entrar en el Plan de Innovación Educativa propuesto por la Universidad, decisión que suponía y supone un gran esfuerzo y trabajo personal para mantener los requisitos de los cursos de innovación.

Por ello debemos agradecer tanto al decano de la Facultad como al resto de compañeros de primer curso el trabajo y la dedicación para permanecer en los cursos de innovación, así como el esfuerzo para que durante estos años se haya podido realizar para mantener la coordinación entre las asignaturas.

Referencias

- [1] Butler, R., "Interest in the task and interest in peer's work in competitive and non-competitive conditions; a developmental study", *Child development* 60(3), pp. 562-570, 1989
- [2] Cerverón, V., Moreno, P., Cubero, S., Roig, D., Roca, S. Universitat de València's Aula Virtual: a Single Integrated LMS for a University. IADIS 07. Lisbon, Portugal, 2007
- [3] CCU. Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad. Consejo de Coordinación Universitaria, en colaboración con la Comisión para la Renovación de Metodologías Educativas en la Universidad. 2006.
- [4] Escudero, G., Gomis, P., "Una aproximación a la informática industrial para la ingeniería química", *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU)*, 2006
- [5] Essa, A., Cerverón, V., and Blessius, C., ".LRN: An Enterprise Open-Source Learning Management System", Educause, Orlando (USA), 2005.
- [6] Johnson, D. W. and Johnson, R. T., "Learning together and alone: cooperative, competitive and individualistic learning (5th edition)", 1998, Needham Heights, MA: Allyn & Bacon
- [7] Kolb, D. A. and Kolb, A. Y., "Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education", *Academy of Management Learning & Education* 4(2), pp. 193-212, 2005
- [8] Mauri, T., Coll, C. y Onrubia, J. La evaluación de la calidad de los procesos de innovación docente universitaria. Una perspectiva constructivista. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, número 1, 2007
- [9] Moreno, P., Arevalillo-Herráez, M., Cerverón, "Data Analysis as a Tool for Optimizing Learning Management Systems", *The 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Riga, Latvia, 2009 (to be published)
- [10] Sánchez, N., Fontenla, O., Bellas, F., "Aportaciones e ideas para el rediseño de la asignatura de Fundamentos de Informática al EEES", *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU)*, 2006
- [11] <http://www.illuminate.com/>