

# Aplicación de Metodologías Activas en la Enseñanza de Informática en la Licenciatura en Matemáticas

Miguel A. Salido Gregorio, Adriana Giret Boggino y Montserrat Abril López

**Title**—Application of Active Methodologies for Teaching Informatics in Mathematic Degree.

**Abstract**—This paper presents an application project of active methodologies for teaching the informatics' subject to high school mathematic students. This work was carried out with the aim of adapting this subject to the new educational model of the European Higher Education Area. The fundamental content of this subject is focused on programming foundation and using computer programs to solve complex mathematic problems by means of mathematic programming libraries such as Numerical Recipes.

**Index Terms**—Active Methodology, Engineering Education, Learning systems.

## I. MOTIVACIÓN Y MÉTODOS DE ENSEÑANZA

LA asignatura de Informática en la Licenciatura en Matemáticas es una asignatura que ya ha sido implantada en la mayoría de las universidades españolas, dando respuesta a las necesidades que esta titulación requiere de tecnologías avanzadas capaces de resolver sus problemas de manera eficiente. En nuestra Universidad, es una asignatura troncal que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso de la carrera. Esta asignatura tiene una carga lectiva de 4.5 créditos, de los cuales 3 créditos son de teoría y 1.5 de prácticas. Cuenta con una media de 50 alumnos por curso que se distribuyen en dos grupos de teoría y dos grupos de prácticas.

En general, una asignatura de informática en una titulación de grado en Matemáticas, dado el actual proceso de reforma derivado de la convergencia al EEES, debe de tener como objetivo alcanzar una serie de competencias tanto transversales *instrumentales* como específicas *conocimientos disciplinares* (saber) y *profesionales* (saber hacer); pero

además este tipo de asignatura debe fortalecer el nexo de unión entre la matemática y la informática. Sin embargo, a veces no se consigue el objetivo deseado, haciendo que el alumno rechace la informática por la complejidad que requiere el uso de un determinado lenguaje de programación. Por lo tanto, uno de los principales objetivos es la estructuración de la asignatura de forma que el alumno se adentre en el mundo de la informática como una respuesta a sus necesidades más que como una asignatura obligatoria. Una vez que la informática le proporciona los medios adecuados para resolver sus problemas, el ordenador se convierte en su mejor aliado, y de esta forma el alumno acepta al ordenador como algo más que su calculadora tradicional. La experiencia nos ha demostrado que alumnos que nunca antes habían utilizado un ordenador, han adoptado medidas repulsivas frente a la informática por el mero hecho de introducirse en el mundo de la informática por medio de un lenguaje de programación complejo. Sin embargo, cuando la introducción del alumno en el campo de la informática se lleva a cabo de forma gradual, dando respuesta a sus necesidades, la conexión alumno-máquina ha sido mucho más estrecha y por consiguiente, fructífera.

La propuesta que presentamos en este trabajo es fruto de varios años impartiendo la asignatura de Informática en la licenciatura en Matemáticas. Durante este periodo se han modificado tanto el temario teórico como el práctico, con el objetivo de adaptarse a las necesidades específicas de los alumnos para que les sirvan de provecho en su ámbito profesional. Desde el punto de vista teórico se han incorporado metodologías activas para motivar al alumno y despertar su interés por la asignatura. Por metodología activa se entiende toda aquella metodología que utiliza técnicas que requieren una participación dinámica del alumnado en las actividades de aprendizaje. En otras palabras, los alumnos no son meros recipientes pasivos, sino sujetos activos en el proceso de aprendizaje. Además, el profesor debe realizar labores de pedagogía, para motivar y potenciar el aprendizaje.

En toda Europa hay asignaturas de Grado en Matemáticas que se imparten mediante clases magistrales (que incluyen teoría y resolución de problemas por el profesor), y otras en las que se combinan las clases magistrales con las sesiones de trabajos dirigidos en grupos reducidos. La gran diferencia es que, mientras en España predomina el primer modelo, en prácticamente todos los demás países es más frecuente el segundo [1]. De hecho, en la mayoría de las universidades Tuning [2] se utiliza la combinación clases + trabajos

Miguel A. Salido Gregorio: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, 46022, España (autor de contacto, Tel.: +34-963877007-83512; e-mail: msalido@dsic.upv.es).

Adriana Giret Boggino: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, 46022, España (e-mail: agiret@dsic.upv.es).

Montserrat Abril López: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, 46022, España (e-mail: mabril@dsic.upv.es).

DOI (Digital Object Identifier) pendiente

dirigidos con carácter general en las asignaturas obligatorias, y principalmente en las de los primeros cursos. Por ejemplo, en la Universidad Libre de Bruselas la relación es de una hora de trabajos dirigidos por cada hora de clase magistral en los tres primeros cursos. En las universidades francesas es común que, en los primeros años de los estudios de Matemáticas, haya dos horas de trabajos dirigidos por cada hora de clase magistral. En todas las universidades la opinión es que los trabajos dirigidos son un excelente método de enseñanza, aunque en los últimos años se aprecia en los estudiantes una actitud más pasiva [1]. Otra técnica de enseñanza bastante común en Europa es la realización de trabajos individuales o en grupo. Este tipo de actividad se valora satisfactoriamente, aunque requiere un esfuerzo adicional del profesorado. En España también se hacen trabajos, pero de manera más esporádica y dependiendo mucho del ánimo del profesor, pues no siempre se reconoce esta tarea [1]. Por todo ello, en este trabajo se presenta un enfoque de la asignatura que pretende adaptarse al proceso de convergencia, mediante el uso de metodologías activas, siguiendo un enfoque constructivista [3].

## II. OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen para mejorar la docencia en la asignatura de Informática en el título de grado en Matemáticas siguen los pasos presentados en el libro blanco del título de grado en Matemáticas [1] y son los siguientes:

- Reestructuración de las clases magistrales estudiando la incorporación de técnicas alternativas como resolución de problemas en pequeños grupos, empleo del método de la pregunta, debates, pequeños foros, estudio de pequeños casos aplicados a las matemáticas, la incorporación de nuevas tecnologías para la presentación de la información, así como técnicas de autoevaluación y de evaluación en clase como el “one-minute paper” [4] que presentaremos en la Sección VI.
- Reestructuración de las prácticas de modo que fortalezcan en mayor medida el proceso de aprendizaje ya que se ha detectado cierto distanciamiento entre las prácticas y la teoría. Para ello, además de dar un peso importante a las prácticas a desarrollar, se llevan a cabo tareas de enlace entre la teoría y la práctica tales como la revisión y autoevaluación de las pruebas realizadas en teoría mediante el uso de Internet (autoevaluación on-line).
- Empleo de metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje como la metodología de aprendizaje autodirigido de los contratos de aprendizaje, mediante el desarrollo, a lo largo de casi la totalidad del cuatrimestre, de un pequeño proyecto de trabajo guiado realizado por los alumnos en grupo.
- Utilización de la acción tutorial como mecanismo de seguimiento de los diferentes trabajos, de tal forma que se pueda emplear la tutoría como docencia en sí.
- Cambios en el sistema de evaluación dando un mayor peso al trabajo en grupo realizado por el alumno. Se establece por tanto la necesidad de técnicas para medir el grado de esfuerzo y dedicación del alumno en el grupo para poder

ser evaluado correctamente. En la sección VI presentamos una técnica de evaluación de trabajos en grupo.

En la Tabla I se recoge el conjunto de diferentes técnicas aplicadas para la consecución de los objetivos anteriores. Por ejemplo, en la técnica de lección magistral, la actividad del profesor se centra en la planificación de la lección magistral, en llevar a cabo un desarrollo estructurado de la lección y evaluar dicha lección magistral. La evaluación de la lección magistral se puede llevar a cabo tras varias sesiones o bien se puede realizar en cada sesión mediante técnicas como “one-minute paper” [4]. Brevemente, esta técnica se basa en dedicar unos minutos al final de la clase para realizar una serie de preguntas abiertas, dos o tres, también caben preguntas de tipo test. El objetivo de esta técnica es entrenar la habilidad para integrar y sintetizar información, además de otros objetivos tales como prestar atención, aprender a escuchar, etc. Por otro lado, la actividad del alumno en la técnica de la lección magistral es la atención en clase y la participación, ya que se entiende la lección magistral como participativa. Además, una vez que el alumno tiene conocimiento de la evaluación al final de cada sesión, la atención en clase aumenta y con ello el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Otra técnica muy ligada con la indagación e investigación, para desarrollar el espíritu crítico es la pregunta; esta ayuda al planteamiento de problemas, y a centrar la información que se busca. El profesor debe planificar y estudiar el momento adecuado para lanzar una pregunta. Esta pregunta puede realizarse al principio para despertar el interés de la clase, de manera que el alumno sea un elemento activo y participe en el desarrollo de la clase.

Para el desarrollo de este proyecto de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje y de los métodos de evaluación se ha pensado en un plan a corto y medio plazo para la incorporación de todos los elementos necesarios que permitan el cumplimiento de los objetivos marcados. De esta forma, desde un punto de vista temporal, se plantea lo siguiente:

- Estudio y aplicación de la técnica de contrato de aprendizaje en el actual curso académico.
- Estudio e incorporación gradual a lo largo de como mínimo dos cursos académicos de nuevas técnicas alternativas a la lección magistral en las clases de teoría, estableciendo mecanismos de evaluación de las mismas al finalizar el primer curso académico.
- Reestructuración para el siguiente curso académico del programa de prácticas. Para ello se necesitarán recursos humanos y técnicos.
- Incorporación de las tutorías de grupo e individualizadas de forma más pausada, realizando una prueba este curso académico para evaluar el método (fundamentalmente estudiar la respuesta del alumno) e incorporándolo totalmente en el próximo curso académico.

Para poder implantar estos cambios es necesario dividir el conjunto de estudiantes de la asignatura en grupos de 20 ó 25 alumnos, ya que grupos mayores hacen casi imposible obtener los objetivos deseados.

A continuación se presenta el contenido que se le ha dado a la asignatura siguiendo las pautas comentadas en el plan de mejora del aprendizaje.

TABLA I  
TÉCNICAS Y ACTIVIDADES DE MEJORA PLANIFICADAS.

Técnica	Actividad del profesor	Actividad del Alumno
Lección magistral	Planificación Desarrollo estructurado Evaluación	Atención en clase Participación
Método de la pregunta	Planificación Estudio del momento adecuado	Participación Elemento activo
Resolución de problemas en grupo	Planificación previa Presentación del problema Orientación Seguimiento Evaluación	Discusión Trabaja en grupo
Contrato de aprendizaje	Presentación de objetivos Orientación del trabajo Seguimiento Técnicas de evaluación	Discusión Trabaja en grupo
Tutorización	Planificación y estructuración Seguimiento continuo Evaluación personalizada	Planificación Participación y formulación de preguntas
Prácticas de laboratorio	Realización de boletines Realización de seminarios de iniciación Evaluación continuada	Participación Planificación a medio plazo de su trabajo Trabajo en grupo

### III. ENFOQUE DE LA ASIGNATURA DE INFORMÁTICA

En esta sección presentamos la propuesta de contenidos de la asignatura ajustándose a los objetivos de la misma y a las propuestas de mejora, en función de su contexto y el carácter introductorio de sus contenidos.

Brevemente, la asignatura se divide en tres partes:

- Teoría: donde se llevan a cabo las lecciones magistrales, combinadas con la resolución de pequeños problemas en grupo y foros de debate. La evaluación es continua por medio de incentivos durante las clases de teoría (30% de la nota de teoría), y exámenes parciales formados por cuestiones y problemas (70% de la nota de teoría). La nota de teoría tiene un peso de 40% de la nota final.
- Prácticas: que se imparten en los laboratorios del centro. La evaluación consta de un examen práctico (50%), un examen tipo test (20%) y la evaluación de las prácticas realizadas a lo largo del curso (30%). El peso total correspondiente a esta parte es del 40%.
- Trabajos Guiados: se lleva a cabo tanto en clase de teoría, en clase de prácticas como en horario de tutorías. Se trata de un proyecto de trabajo guiado, realizado por los alumnos de forma individual y en grupo (usando la metodología de aprendizaje autodirigido de los contratos de aprendizaje). El contenido de estos trabajos versa sobre la implementación de algoritmos matemáticos utilizando un determinado lenguaje de programación. Su peso equivale al 20% de la nota final.

Los pesos atribuidos a cada parte se corresponden con el esfuerzo que dedica el alumno para la consecución de los objetivos, según encuestas realizadas a los alumnos, donde exponen en horas la dedicación, fuera del aula, a cada parte.

### IV. TEORÍA

Las clases de teoría no se deben ver como meras clases magistrales, ya que en la mayoría de los casos no fomentan el aprendizaje por parte del alumno.

Al comienzo de la clase, el profesor debe activar la curiosidad del alumno mediante la presentación de información nueva o sorprendente y el planteamiento de problemas e interrogantes. Para ello, el profesor debe de emplear situaciones que ilustren la relevancia del contenido que se está impartiendo, así como una indicación directa de la funcionalidad de la tarea.

Por ejemplo, el estudio de la complejidad de los algoritmos es uno de los aspectos más importantes de la asignatura por su afinidad con las matemáticas, principalmente en reglas de simplificación donde se estudian límites de funciones, jerarquías de complejidad, etc. Al alumno se le ilustra con ejemplos reales de algoritmos de búsqueda con distintas complejidades para mantener el interés durante la clase de teoría, los alumnos se hacen preguntas y se lleva a cabo una activación de los conocimientos previos. Todo ello, unido al uso de un discurso jerarquizado y cohesionado por parte del profesor, conducen al aprendizaje del alumno de una forma más significativa.

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los bloques temáticos que constituyen esta parte de la asignatura. Los contenidos se dividen en tres bloques: el primero se centra en la introducción a la informática, el segundo trata de los aspectos más relevantes de la programación, mientras que el tercero aplica los conocimientos adquiridos al campo de las matemáticas.

- Introducción a la informática. El objetivo principal es motivar al alumno y presentarle las ventajas que le puede ofrecer la informática en el mundo profesional.

- Fundamentos de la Programación. Este bloque comprende gran parte del contenido de la asignatura, basándose en las distintas fases del proceso de programación desde la comprensión del problema matemático hasta su implementación en un lenguaje de programación.
- Aplicación a Algoritmos Matemáticos. Este último bloque tiene por objeto proyectar en los algoritmos matemáticos los conocimientos adquiridos en los bloques anteriores, algunos de los cuales ya se han estudiado en otras asignaturas de la licenciatura en Matemáticas. De esta manera, el alumno asimila mejor los contenidos de los temas anteriores y se mantiene un sistema de autoevaluación continua, donde el alumno debe recordar los contenidos de los temas previos. Además, se estudia la librería *Numerical Recipes* [5] donde se resumen los algoritmos o técnicas utilizadas en otras asignaturas para resolverlos posteriormente en el ordenador. Algunos de los principales problemas que se plantean en este bloque son: la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, métodos de interpolación polinómica, integración, etc.

## V. PRÁCTICAS

El planteamiento de las prácticas en la asignatura tiene en cuenta los siguientes puntos:

- Dar a conocer el lenguaje de programación C o Fortran, cuyas características resultan bastante novedosas por el tipo de alumno al que va dirigido.
- Que el alumno practique la implementación de problemas matemáticos cuya explicación se ha realizado en clase de teoría.
- Demostrar la utilidad y aplicación de librerías matemáticas mediante la implementación de programas que requieran el uso de dichas librerías.

El programa de prácticas de la asignatura se organiza en tres grandes bloques de sesiones, donde cada sesión equivale a una hora y media de laboratorio. El primer bloque es introductorio y está formado por sesiones donde se pretende que el alumno se inicie en el uso de dicha herramienta. Este bloque se divide en dos partes: la primera en forma de seminario, donde se plantean ejemplos sencillos y se resuelven pequeños problemas; y la segunda de forma autónoma, donde el alumno utiliza Internet para descubrir la gran cantidad de información disponible en la red, así como manuales de ayuda a la programación.

Los bloques segundo y tercero están orientados a la programación de problemas matemáticos de distinta complejidad, desde problemas que requieren estructuras de datos sencillas, a problemas complejos que requieren vectores y matrices, así como el uso de la librería *Numerical Recipes*. Además se utilizan ficheros para el almacenamiento de información y su posterior recuperación. Mediante el empleo de estas prácticas, el alumno comprende la utilidad de la informática tanto para el desarrollo y resolución de sus problemas matemáticos como para solucionar problemas en otras asignaturas de la carrera.

En las prácticas se trabaja en grupos de dos personas, donde el trabajo colaborativo es fundamental. Además tienen disponible el acceso a Internet para poder ampliar información

y encontrar bibliografía adicional. Como hemos comentado anteriormente, el peso de la parte práctica es del 40%, dividido en un examen práctico donde se evalúa la destreza frente a la máquina (40%), un examen de tipo test, donde se evalúan los conocimientos de programación (20%) y la presentación de las prácticas realizadas en grupo (40%) donde la nota se reparte siguiendo el método de Lejk [6] que veremos más adelante.

### A. ¿Lenguaje de Programación C o Fortran?

A la hora de organizar las prácticas se nos plantea la siguiente cuestión: ¿Qué lenguaje de programación es más apropiado para los alumnos de Matemáticas? Durante los últimos cursos académicos hemos utilizado tanto el lenguaje de programación C como Fortran.

TABLA II  
CALIFICACIONES UTILIZANDO FORTRAN Y C.

	Susp.	Aprob.	Not.	Sobre.
Fortran	6.25%	40.62%	37.5%	15.62%
C	9.67%	32.25%	32.25%	25.83%

El lenguaje FORTRAN [7] fue creado en 1954 para ayudar a los científicos, ingenieros y matemáticos a escribir sus programas y resolver con ellos las ecuaciones matemáticas. Todavía es un lenguaje ampliamente utilizado para ese tipo de programas. Fue el primer lenguaje exitoso de alto nivel. Han aparecido nuevas versiones y el estándar actual es el Fortran 90.

El lenguaje C [8] fue originalmente creado para escribir software para sistemas. Es un lenguaje ampliamente utilizado por programadores profesionales para toda clase de programas informáticos. Quizás para los objetivos de la asignatura de Informática en la licenciatura en Matemáticas, el lenguaje Fortran sea más fácil de manejar, pero el lenguaje C tiene una mayor funcionalidad, y le servirá al alumno para alcanzar otros objetivos en su futuro profesional.

En la Tabla II, podemos observar el porcentaje de alumnos que obtuvo cada una de las calificaciones, utilizando el lenguaje de programación Fortran y C. Estos datos se obtuvieron de una media de 50 alumnos por curso académico. Los resultados nos demuestran que el porcentaje de suspendidos es menor utilizando Fortran que C, por lo que podemos deducir que el Fortran es un lenguaje más atractivo que el C para este colectivo de alumnos.

## VI. TRABAJOS GUIADOS

Una de las partes importantes de la asignatura la comprenden los trabajos guiados que deben realizar los alumnos. Estos trabajos se pueden realizar durante la segunda parte del primer cuatrimestre, y su objetivo es analizar algoritmos más complejos no vistos anteriormente en clase de teoría.

En la realización de estos trabajos se trata de establecer un aprendizaje autodirigido [9], el cual es un método en el que el estudiante asume la iniciativa en el diagnóstico de sus

necesidades de aprendizaje, la formulación de los objetivos, la elección y búsqueda de los recursos humanos y materiales para el aprendizaje, selecciona las estrategias para aprender mejor y evalúa los resultados obtenidos con la ayuda del profesor que actúa como proveedor y recurso de este tipo de aprendizaje.

Una de las técnicas de aprendizaje autodirigido es la de los contratos de aprendizaje. Esta técnica ayuda a organizar de forma más eficiente el aprendizaje, induce a los alumnos a ser más creativos a la hora de identificar los recursos y estrategias, y los fuerza a obtener mayores evidencias de sus logros. Esta técnica les permite mezclar estos requerimientos con sus objetivos personales para elegir sus propios caminos y medir su progreso. El contrato de aprendizaje hace visible por tanto las responsabilidades mutuas del estudiante, el profesor y la institución.

De esta manera, en una sesión a mediados de cuatrimestre, se les propone a los alumnos que formen grupos de un máximo de 4 personas y se les presenta una serie de posibles trabajos. Ésta no es una lista cerrada, sino que se les da la opción a los alumnos para que propongan ellos mismos otros trabajos (que los profesores de la asignatura deben juzgar si son adecuados o no). En la presentación de los trabajos propuestos se les entrega a los alumnos un documento con una breve explicación de cada uno, junto a una pequeña bibliografía. Generalmente en cada trabajo se trata de estudiar de forma exhaustiva un conjunto de algoritmos (previamente estudiados o que se estudiarán en otras asignaturas de la carrera de matemáticas) para aplicar sobre ellos todos los conocimientos adquiridos en la asignatura. Así, por ejemplo, una vez seleccionado un trabajo, el grupo realizará los diagramas de flujo de datos y de cajas de cada algoritmo, estudiará la complejidad computacional de cada uno de ellos, realizará trazas de los algoritmos y finalmente los implementará en el lenguaje de programación visto en la asignatura.

Una vez transcurridas unas 2 semanas desde que se decidió la composición de los grupos y se repartieron los trabajos, se realiza una sesión en la que los grupos presentan un índice preliminar del trabajo a realizar, y discuten con los profesores de la asignatura el enfoque a dar a dicho trabajo. En ese momento se establece el contrato entre los alumnos y el profesor. En el contrato se debe dejar claro los componentes del grupo de trabajo y cuáles van a ser los objetivos concretos del trabajo a realizar (mediante un proceso de negociación con el profesor) y cuales van a ser las reglas del juego. Además, hay que describir cómo se planea obtener los objetivos globales del proyecto y los objetivos particulares de cada alumno en su parte del proyecto, especificando los recursos a utilizar (a lo que el profesor también puede ayudar). Durante el desarrollo de los trabajos, el alumno es guiado por el profesor para conseguir los objetivos propuestos, tanto a nivel individual, como grupal. Por último, la/s última/s sesión/es de la asignatura se dedica/n a la exposición oral de los trabajos. Para ello, los profesores de la asignatura deciden in situ el orden y la/s persona/s dentro del grupo que debe/n exponer el trabajo. En la Figura 1 se presenta la hoja de Evaluación del trabajo guiado, donde se especifica el título del trabajo, los componentes del grupo y si éstos entregan la memoria y el

disquete con los trabajos. Del trabajo se evaluará la calidad de la presentación, la complejidad o dificultad de los algoritmos con los que van a trabajar, diagramas, coste computacional, trazas y por último la implementación, la bibliografía y las aportaciones propias de cada grupo.

Evaluación de trabajos en grupo: reparto de puntos en función de la contribución de cada miembro del equipo					
Calificación de la tarea		Número de miembros	=	Total de puntos a repartir	
8	X	3	=	24	
Calificaciones recibidas					
		A	B	C	Total
Calificaciones otorgadas	A	9	9	6	24
	B	10	8	6	24
	C	9	7	8	24
Calificación final: media		9.3	8	6.7	24

Fig. 1: Hoja de Evaluación del Trabajo Guiado.

Estos trabajos son corregidos por los profesores de la asignatura y sus versiones definitivas son alojadas en la página web interna de la asignatura. La calificación del trabajo conjunto la asignan los profesores, pero la calificación individual de cada alumno la asignan los componentes del grupo mediante el reparto de puntos en función de la contribución de cada miembro del equipo, siguiendo el método de Lejk [6]. Así, por ejemplo, si el grupo está formado por 3 personas y la calificación del trabajo es un 8, los alumnos tienen  $8 \times 3 = 24$  puntos para repartirse entre ellos (ver Figura 1). De esta manera se les deja la libertad de ponderar el esfuerzo de cada uno. En la mayoría de los casos, los miembros del grupo se reparten la calificación (8 en el ejemplo anterior), pero en ciertos casos, donde se evidencia la diferencia de esfuerzo entre los componentes del grupo, se asignan calificaciones dispares (Figura 1).

El uso de estas metodologías activas (trabajo en grupo y contrato de aprendizaje) es particularmente muy recomendable para los alumnos de matemáticas que tradicionalmente han tenido una actitud muy individualista por la manera de estudiar sus materias. Generalmente, un alumno de matemáticas pasa la mayor parte de su carrera estudiando la tradicional tupla Teorema-Demostración, por lo que no se fomenta la cooperación, el trabajo en equipo, y la interacción con el profesorado.

Con las técnicas descritas en este trabajo, los alumnos entrenan competencias transversales que les serán beneficiosas para su futuro profesional.

## VII. CONCLUSIONES

La mejora docente es un aspecto fundamental en la enseñanza universitaria. En la asignatura de Informática en la Licenciatura en Matemáticas se está trabajando constantemente para hacer de esta asignatura una herramienta fundamental que servirá al alumno a introducirse en el campo de la informática de forma gradual y utilizar las nuevas

tecnologías como herramienta de trabajo y cómputo para el resto de sus asignaturas y para su futuro laboral.

El contenido fundamental de esta asignatura consiste en el conocimiento de los fundamentos de la programación y la aplicación de la informática para la resolución de problemas matemáticos mediante librerías tales como *Numerical Recipes*. Los trabajos guiados son de gran utilidad para el alumno, ya que sirven como vehículo de investigación y de interrelación entre diferentes asignaturas. Además, estos trabajos potencian el trabajo en grupo y la integración con el profesorado por medio de las tutorías.

La experiencia realizada ha sido muy satisfactoria, aunque el aspecto “negativo” ha sido un cierto malestar generado por los profesores de estos alumnos en otras asignaturas, ya que los alumnos han dedicado más tiempo a esta asignatura que a las demás. Por ello es necesario un cambio de mentalidad por parte del alumnado y del profesorado. El alumno debe adaptarse a los nuevos tiempos, donde la participación presencial del alumno pierde terreno con respecto al trabajo no presencial. El profesor debe coordinarse con profesores de distintas materias para realizar trabajos conjuntos en forma de proyectos, para entender la titulación como un todo y no como una suma de partes independientes.

Como conclusión podemos remarcar que el uso de metodologías activas, como las presentadas en este trabajo, es beneficioso desde el punto de vista del aprendizaje. De alguna manera se ha pasado de la técnica del enseñar a la del aprender, y la motivación en los alumnos por medio de los trabajos guiados, por las evaluaciones en clase mediante técnicas como el “one-minute paper” [4], ha sido fundamental para el buen desarrollo de la asignatura. Sin embargo aun no tenemos resultados cuantitativos ni cualitativos, ya que resultados objetivos y fiables se obtienen a largo plazo.

#### REFERENCIAS

- [1] Aneca. Libro Blanco: Título de Grado en Matemáticas. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Valladolid, 2005.
- [2] <http://tuning.unideusto.org/tuningeu/>
- [3] Piaget, J., Psicología y Epistemología. Buenos Aires. Emecé, 1972.
- [4] Chizmar, J., Ostrosky, A.L. The one minute paper: Some Empirical Findings. *Journal of Economic Education* 29 (1), 3-10, 1998.

- [5] Numerical Recipes Home Page: {<http://www.nr.com/>}
- [6] Lejk, M., Wyvill, M. A Survey of Methods of Deriving Individual Grades from Group Assessments. In *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 21, No. 3, 1996.
- [7] Backus, J. Preliminary Report, Specifications for the IBM Mathematical FORMula TRANslating System, Fortran, Applied Science Division, IBM, 1954.
- [8] Ritchie, D. M. The Development of the {C} Language. *Proceedings, ACM History of Programming Languages II*, 1993.
- [9] Knowles, M. S. *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. N. Y. Cambridge Book Company. 1983.

**Miguel A. Salido Gregorio** es Licenciado en Matemáticas (1997) por la Universidad de Valencia, Ingeniero Técnico de Informática (1999) y Doctor en Informática (2002) por la Universidad Politécnica de Valencia. Actualmente es Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Sistemas Informáticos y Computación de la Universidad Politécnica de Valencia, en el Área de Inteligencia Artificial. Ha participado y dirigido varios proyectos de investigación en el ámbito de la satisfacción de restricciones. Sus áreas de interés son los problemas de satisfacción de restricciones. Ha participado como autor o coautor en más de 60 publicaciones en revistas y congresos. Más información en: <http://www.dsic.upv.es/~msalido/>.



**Adriana Giret Boggino** es Ingeniera en Informática (1999) por la Universidad Católica de Asunción (Paraguay) y Doctora en Informática (2005) por la Universidad Politécnica de Valencia. Actualmente es Profesora Colaboradora Doctora en el Departamento de Sistemas Informáticos y Computación de la Universidad Politécnica de Valencia, en el Área de Inteligencia Artificial. Sus áreas de interés son los sistemas multiagentes. Ha participado como autora o coautora en más de 50 publicaciones en revistas y congresos. Más información en: <http://www.dsic.upv.es/~agiret/>.



**Montserrat Abril López** es Ingeniera en Informática (2002) por la Universidad Politécnica de Valencia. Actualmente es Técnico de Laboratorio en el Departamento de Sistemas Informáticos y Computación de la Universidad Politécnica de Valencia. Sus áreas de interés son los problemas de satisfacción de restricciones y la planificación en contextos ferroviarios. Ha participado como autora o coautora en más de 20 publicaciones en revistas y congresos.

