

## ADAPTACIÓN CURRICULAR DE LA ASIGNATURA TEORÍA DE ALGORITMOS.

José Joaquín Aguilera García<sup>1</sup>, José Ramón Balsas Almagro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Informática. Universidad de Jaén.  
Escuela Politécnica Superior  
Avda. Madrid, nº 35. 23.071 Jaén  
e-mail: {jjaguile, jrbalsas}@ujaen.es*

**RESUMEN:** La asignatura Teoría de Algoritmos de los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión de la Universidad de Jaén ha evolucionado desde su primera implantación en el plan de estudios de 1992. En este trabajo describimos una propuesta metodológica para dicha asignatura y exponemos las experiencias adquiridas durante sus años de docencia.

### 1. INTRODUCCIÓN.

La asignatura Teoría de Algoritmos pertenece al Plan de Estudios de 1997 de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión impartido en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén. Es una asignatura optativa, recomendada para el tercer curso, con una carga docente de 4.5 créditos teóricos y 3 créditos prácticos, distribuidos en el primer cuatrimestre. En los dos primeros cursos de la titulación se estudian ciertas materias que establecen conceptos previos y necesarios para la asignatura en la que se centra este trabajo.

En el antiguo Plan de Estudios de 1992, los contenidos de Teoría de Algoritmos se incluían en otra asignatura optativa con el mismo nombre, pero de 9 créditos, impartida en el segundo cuatrimestre del segundo curso.

Los objetivos de ambas asignaturas eran los de establecer las bases necesarias que permitiesen al alumno desarrollar algoritmos más eficientes, tanto en espacio (memoria consumida) como en tiempo de ejecución empleado, independientemente del campo de aplicación requerido.

La experiencia obtenida con la docencia en las asignaturas de los dos planes de estudios nos ha permitido establecer la propuesta docente que presentamos a continuación.

Para ello organizamos el trabajo de la siguiente forma. En el apartado dos se describen brevemente los objetivos de la asignatura. En los puntos tres y cuatro se ven los pasos seguidos y la situación actual a la que hemos llegado. Para finalizar, en los últimos apartados exponemos las conclusiones obtenidas, proponemos algunos trabajos futuros en proceso de realización y la bibliografía básica recomendada para la asignatura.

## 2. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA.

Los objetivos de la asignatura de Teoría de algoritmos son los siguientes:

Estudio sistemático del diseño y análisis de algoritmos.

Aprender a analizar la eficiencia de algoritmos lineales y recursivos.

Proporcionar al alumno las herramientas básicas que necesitará para desarrollar eficientemente sus propios algoritmos, sea cual fuere el campo de aplicación requerido.

Estudio de algunas técnicas fundamentales que se utilizan para diseñar algoritmos eficientes:

Algoritmos Greedy (Voraces).

Técnica Divide y Vencerás.

Algoritmos basados en Programación Dinámica.

Técnicas de Grafos. Algoritmos Backtracking.

Algoritmos Probabilistas.

Algoritmos Genéticos.

## 3. EVOLUCIÓN DE LA ASIGNATURA.

En el primer plan de estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión de la Universidad de Jaén (1992), la asignatura Teoría de Algoritmos se impartía en el segundo cuatrimestre del segundo curso, con una carga lectiva de 9 créditos (6 teóricos y 3 prácticos).

En el año 1997 dicho plan de estudios tuvo que reformarse para adaptarse a la normativa actualmente vigente: Real Decreto 1497/1987 y las sucesivas modificaciones dadas por el Real Decreto 1267/1994, el Real Decreto 2347/1996, el Real Decreto 614/1997 y el Real Decreto 779/1998.

Estas modificaciones afectaron a nuestra asignatura. Además, los profesores propusimos que se ofertara en un curso superior, con el fin de que el alumno se enfrentara a ella habiendo estudiado y asimilado previamente todos los conceptos necesarios relativos a estructuras de datos. Éstos se cursan en las asignaturas de Estructura de Datos y de la Información I y II, distribuidas respectivamente en el primer y segundo cuatrimestre de segundo.

Surgió así la nueva asignatura, con el mismo nombre, pero con distinta carga lectiva y en distinto curso. La nueva Teoría de Algoritmos tiene 7.5 créditos (4.5 teóricos y 3 prácticos) y se imparte en el primer cuatrimestre del tercer curso.

En el curso académico 1998/99 se implantaron simultáneamente los planes de estudios de los cursos de segundo y tercero. El número de alumnos de la asignatura fue de 18, ya que solamente se matricularon algunos repetidores y aquéllos que, estando en tercero, no la habían cursado el año anterior.

El temario teórico fue el siguiente:

Tema I: Introducción. Análisis de eficiencia de los Algoritmos.

Tema II: Algoritmos Greedy.

Tema III: Algoritmos Divide y Vencerás.

Tema IV: Algoritmos basados en Programación Dinámica.

Tema V: Algoritmos Backtracking.  
Tema VI: Algoritmos Probabilistas.  
Tema VII: Algoritmos Genéticos.

El temario de las prácticas fue el siguiente:

- Prácticas de Eficiencia de Algoritmos:

Unidad I: Medición empírica de tiempos de ejecución.

- Resolución de problemas utilizando las distintas técnicas explicadas en teoría.

Unidad II: El problema del cambio de monedas.

Unidad III: Multiplicación de matrices: Algoritmo de Strassen.

Unidad IV: Multiplicación de series de matrices.

Unidad V: El juego del "tres en raya".

Unidad VI: Búsqueda del k-ésimo menor elemento de un array.

Se mantuvo la idea original de la antigua asignatura del plan del 92. Para implementar los algoritmos los alumnos podían usar el lenguaje de programación que ellos quisiesen. No se les imponía ninguna restricción en este aspecto. Los lenguajes utilizados, como lógicamente cabría pensar, fueron Turbo Pascal y, mayoritariamente, C, ya que son los que los alumnos estudian y aprenden en las asignaturas de Metodología y Tecnología de la Programación I y II y Estructura de Datos y de la Información I y II.

Como novedad, y dado el bajo número de alumnos, las prácticas se realizaron de forma individual, pues era fácil hacer un seguimiento personalizado de cada alumno.

#### **4. ORGANIZACIÓN DE LA NUEVA ASIGNATURA.**

Después de la experiencia obtenida impartiendo varios años la asignatura del Plan del 92 y la experiencia y resultados obtenidos en el curso 98/99 se plantearon algunos cambios en la asignatura.

##### **a) Teoría.**

La primera modificación fue el cambio de orden del tema de algoritmos Greedy, con el fin de que antes de que el alumno estudiase las heurísticas Greedy, ya hubiera resuelto algunos problemas típicos de forma óptima.

Otro cambio fue adelantar el tema de algoritmos genéticos. Antes siempre se había impartido al final del cuatrimestre y se habían apreciado bastantes deficiencias en la asimilación de sus contenidos.

El nuevo temario teórico, con su planificación, quedó como sigue:

Tema I: Introducción. Análisis de Eficiencia de Algoritmos. (8 h.)

Tema II: Algoritmos Divide y Vencerás. (6 h.)

Tema III: Algoritmos basados en Programación Dinámica. (8 h.)

Tema IV: Algoritmos Greedy. (6 h.)  
Tema V: Algoritmos Genéticos. (5 h.)  
Tema VI: Algoritmos Backtracking. (6 h.)  
Tema VII: Algoritmos Probabilistas. (6 h.)

## **b) Prácticas.**

En la nueva organización se ha tenido en cuenta el carácter práctico de la asignatura (3 créditos). El peso de las prácticas frente a la teoría lo hemos plasmado en la ponderación de la nota final de la asignatura, asignando a la nota de prácticas un 40% del total de la misma (4 puntos). Ahora las prácticas ya no se califican como Aptas o No Aptas, con lo que se pretende motivar al alumnos para una realización mejor y más detallada.

Las prácticas se vuelven a realizar por parejas, debido al incremento del número de alumnos hasta 29. Están planificadas temporalmente para que todo el trabajo que deba realizar cada equipo pueda desarrollarse completamente en sesiones semanales de 2 horas asignadas a tal fin. No obstante el alumno tiene la posibilidad de preparar la práctica previamente a su realización utilizando el cuadernillo que se les entrega al principio del curso. En él se encuentra descrito el proceso a seguir para la realización de la práctica, así como los contenidos teóricos necesarios para su correcta realización y algunos ejemplos prácticos resueltos que les sirvan como referencia. Posteriormente aparecen descritos los problemas que se deben resolver y una lista de los contenidos que tendrán que entregar en la memoria.

Para favorecer la labor continua del alumno en el desarrollo de las prácticas se ha planificado un calendario de entrega. Cada práctica se entrega de manera individual, no dejando esto para el final del cuatrimestre. La fecha de entrega no coincide con la realización de la misma, sino que se dan 2 semanas adicionales para que el alumno disponga de tiempo suficiente.

Algunas prácticas disponen de apartados opcionales que permiten a los alumnos que lo deseen aumentar la calificación final obtenida.

La experiencia nos había demostrado que el alumno tiende a abandonar la asignatura en los primeros meses ante el esfuerzo que supone tener que entregar unas prácticas periódicamente, junto con la presión que ejerce la carga del resto de asignaturas. Además, unido a su carácter optativo y al impartirse en el primer cuatrimestre, algunos alumnos se matriculaban y, si no les convenía o se sentían agobiados, hacían alteraciones de matrícula todavía dentro de los plazos establecidos.

Para aumentar la motivación y evitar el abandono de la asignatura, la entrega de cada uno de los bloques de prácticas no es rígida y si se realiza en la fecha asignada supone una puntuación de las mismas sobre 12 puntos en lugar de sobre 10. Si la práctica no se entrega en su plazo se podrá hacerlo hasta el día del examen, pero sin bonificación.

Periódicamente se colocan en el tablón de anuncios las notas, lo que permite a los alumnos realizar un seguimiento de sus resultados y conocer los fallos cometidos (a través de las tutorías) con el fin de no volver a repetirlos en las siguientes entregas.

Por último, en vez de proponer para cada tema un sólo problema, se deja a cada grupo que escoja de entre dos posibles.

El temario de prácticas quedó de la siguiente forma:

- Prácticas de Eficiencia de Algoritmos:

Unidad I: Medición empírica de tiempos de ejecución.

- Resolución de problemas utilizando las distintas técnicas explicadas en teoría.

Unidad II: Multiplicación de Polinomios. Organización de Torneos.

Unidad III: El problema del cambio de monedas. Árboles Binarios de Búsqueda Optimos.

Unidad IV: Heurísticas Greedy. El coloreo de un grafo. El viajante de comercio.

Unidad V: El viajante de comercio. El problema de la mochila.

Unidad VI: El problema de la mochila. El problema de las 8 reinas.

Unidad VII: El problema de las 8 reinas. Búsqueda del k-ésimo menor elemento de un array.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

La experiencia obtenida durante el curso 99/00 nos ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

- El cambio de orden de los temas ha proporcionado una mayor comprensión de los conceptos.
- La flexibilidad conseguida con las prácticas ha permitido al alumno adaptarse gradualmente a su desarrollo, con lo que se ha despertado el interés general y hemos conseguido un incremento importante de participación y resultados frente a cursos anteriores.
- Este hecho, junto con el anterior, ha supuesto para el alumno una reducción de la complejidad de la asignatura evitando con ello la tentación de abandonarla.
- Se ha notado un aumento notable de la asistencia a tutorías motivada por la evaluación continua de las prácticas.

Como trabajos futuros, destacar que estamos diseñando un sistema automático e interactivo que permita la publicación automática de temarios en Internet e incorpora técnicas de procesamiento de lenguaje natural para la creación y evaluación automática de exámenes.

El sistema pretende ser un complemento a las tareas de tutorización: la exposición de contenidos; la resolución de preguntas expresadas en lenguaje natural y generación automática de FAQ; la generación automática de preguntas de examen y posterior evaluación por el sistema; la retroalimentación al alumno de indicadores sobre su aprendizaje mediante la presentación de resultados de su propia evaluación y la aportación de estadísticas globales al profesor sobre el aprovechamiento de los alumnos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

La bibliografía principal propuesta para la materia a impartir es la siguiente:

Brassard G., Bratley P. *Fundamentos de Algoritmia*. Prentice Hall. 1997.

Horowitz E., Sahni, S., Rajasekaran S. *Computer Algorithms*. Computer Science Press. 1998.

Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L. *Introduction to Algorithms*. The MIT Press. 1992.

Joyanes L., Zahonero I. *Estructura de Datos. Algoritmos, Abstracción y Objetos*. McGraw Hill. 1998.

Heileman, G. L. *Estructuras de Datos, Algoritmos y Programación Orientada a Objetos*. McGraw Hill. 1998.

Mark Allen Weiss. *Estructuras de Datos y Algoritmos*. Addison-Wesley Iberoamericana. 1995.

Aho A.V., Hopcroft J.E., Ullman J.D. *Estructuras de Datos y Algoritmos*. Addison-Wesley Iberoamericana. 1988.