

# ¿Pierde eficiencia con el tiempo una base de datos de preguntas de un sistema de autoevaluación para el aprendizaje de un lenguaje de programación?

Ángel García-Beltrán<sup>1</sup>, Raquel Martínez<sup>1</sup>, José-Alberto Jaén<sup>1</sup>,  
Santiago Tapia<sup>1</sup> y José-María Arranz<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Unidad Docente de Informática Industrial – Universidad Politécnica de Madrid,  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, C/José Gutiérrez Abascal, 2  
28006 – Madrid, España  
{agarcia, raquelm, jjaen, stapia, jmarranz}@etsii.upm.es

**Resumen.** La plataforma AulaWeb lleva empleándose desde el curso 2000-01 como sistema de apoyo docente en la asignatura de Informática del Plan de Estudios de la titulación de Ingeniería Industrial en la ETSII-UPM. Una de las funcionalidades más empleadas como recurso de aprendizaje-enseñanza es el módulo de autoevaluación, que se muestra imprescindible en asignaturas como ésta con un elevado número de alumnos matriculados. El sistema se emplea como evaluación continua conforme se avanza en la impartición de contenidos en las clases teóricas presenciales. La actividad se considera en el cálculo de la calificación final de la asignatura al final del cuatrimestre. El módulo de evaluación se alimenta de una base de datos de más de 800 preguntas de diferentes tipos que ha permanecido invariable desde el curso 2004-05. En este trabajo se analiza la evolución de los resultados de la evaluación desde su implantación y la posible disminución de efectividad del sistema.

**Palabras clave:** Metodología aprendizaje-enseñanza, Autoevaluación, Lenguaje de programación, Informática, Preguntas de respuesta objetiva

## 1 Introducción

La evaluación como elemento de verificación del aprendizaje es un pilar fundamental que debe permitir medir y valorar la bondad del proceso de aprendizaje considerado globalmente, tanto de la programación como de la puesta en práctica del mismo [1]. La no consecución de los objetivos planteados a priori debe implicar la ineficacia del proceso tal y como se ha llevado a la práctica, y la necesidad de reestructurarlo en mayor o menor medida con el objetivo de mejorarlo [2]. Por tanto, la evaluación del aprendizaje cumple básicamente dos funciones fundamentales: facilita el ajuste pedagógico a las características individuales de los alumnos y determina el grado de consecución de los objetivos previstos [3]. En este sentido un sistema de autoevaluación continuada permite tener un conocimiento de la evolución desde el principio del periodo académico en el aprendizaje de contenidos de una asignatura tanto por parte del alumno como por parte del profesor. En este trabajo se plantean cuestiones no respondidas previamente acerca de la evolución de los resultados de un

sistema de autoevaluación durante varios cursos académicos para tratar de adoptar las correspondientes medidas correctoras, entre las cuales podría encontrarse la renovación periódica de contenidos de la base de datos de preguntas.

### **1.1 La autoevaluación en entornos virtuales**

Las principales ventajas en la utilización de un entorno virtual para llevar a cabo un sistema de autoevaluación con pruebas de respuesta objetiva son: (a) facilita el establecimiento de una evaluación continuada durante el proceso de aprendizaje y reduce el tiempo de su diseño, distribución y desarrollo, (b) permite una gran flexibilidad temporal y espacial tanto para la configuración de ejercicios como de su realización, (c) proporciona una respuesta inmediata de los resultados de los ejercicios, (d) facilita la introducción de elementos interactivos y multimedia, (e) permite la creación de informes y tratamiento de datos tanto a nivel de un alumno o de un grupo de alumnos como de las preguntas utilizadas, (f) mejora la fiabilidad de la corrección evitando el error humano, (g) lo hace especialmente apropiado para grandes grupos de alumnos por la no necesidad de corregir por parte del profesor y (h) la base de datos de preguntas puede reutilizarse en cursos posteriores. Actualmente existen desarrolladas muchas herramientas que permiten implantar actividades de autoevaluación de forma más o menos sencilla [1].

### **1.2 La plataforma AulaWeb**

La plataforma AulaWeb lleva empleándose desde el curso 1999-2000 como sistema de apoyo docente para alumnos y profesores en la ETSII-UPM [4-5]. Una de las funcionalidades más empleadas como recurso de aprendizaje-enseñanza es el sistema de autoevaluación, especialmente sencillo y funcional y muy interesante en asignaturas con un elevado número de alumnos matriculados. El sistema permite la evaluación mediante ejercicios libres personalizados por el alumno o mediante ejercicios programados por el profesor de una forma muy versátil tanto por el tipo de preguntas que pueden implementarse como por los parámetros de configuración de los ejercicios.

### **1.3 La asignatura de Informática**

*Informática* está encuadrada como asignatura troncal dentro del primer cuatrimestre del primer curso de los Planes de Estudios de Ingeniería Industrial desde el curso 2000-01 y tiene un peso de 7.5 créditos UPM ó 6 créditos ECTS que equivalen a 180 horas totales de trabajo del alumno repartidas durante 15 semanas y que incluyen 75 horas en total de clases presenciales. El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno los conocimientos básicos de la programación de ordenadores que se presenta como una disciplina sistemática en la que es necesario manejar conceptos tales como la programación estructurada, la abstracción y la descomposición modular. La metodología didáctica se centra en el aprendizaje del alumno y su formación y emplea

el lenguaje de programación TurboPascal como instrumento para hacer que la asignatura tenga una componente práctica fundamental. Las competencias específicas que se pretenden que alcancen los alumnos se resumen en dos capacidades: la capacidad de entender el funcionamiento de un programa dado y la capacidad de desarrollar un programa que resuelva un problema científico o técnico sencillo.

## 2 La Autoevaluación en la asignatura de Informática

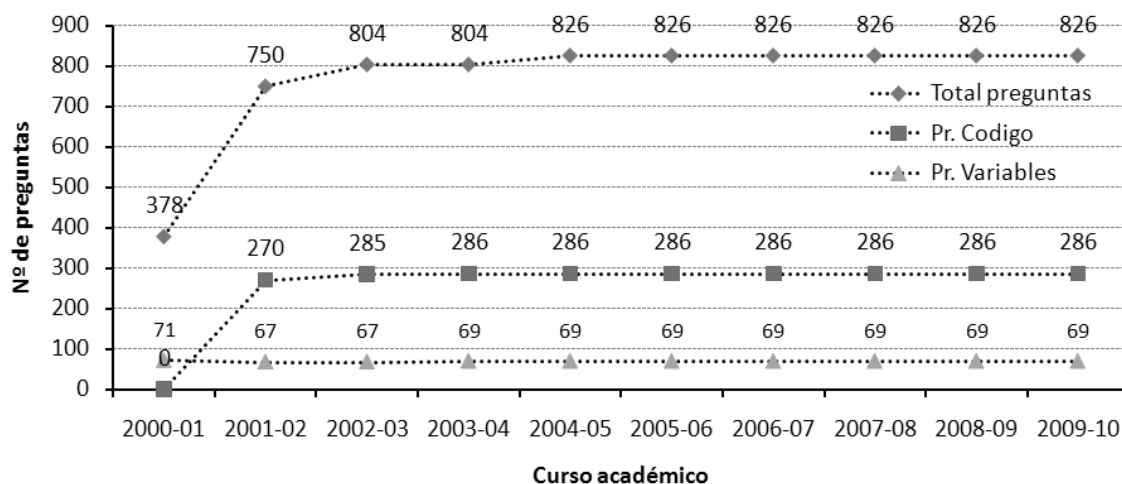
A lo largo del curso se realiza una evaluación continuada de ejercicios propuestos en cada tema, que serán resueltos y entregados por los alumnos con carácter voluntario. Desde el curso 2000-01 los resultados de esta actividad (calificación media de los ejercicios programados) dan derecho a un incremento máximo de un punto sobre la nota final en la convocatoria de Febrero, siempre que en el examen final se alcance una calificación igual o superior a 4 sobre un máximo de 10 puntos.

### 2.1 Generación de la base de datos de preguntas

Los ejercicios periódicos a realizar en la asignatura de Informática se han llevado a cabo mediante el sistema de autoevaluación de AulaWeb. Para posibilitar la implantación de esta actividad, los profesores han elaborado una base de datos de más de 800 preguntas. Las preguntas pueden clasificarse según el tipo de respuesta: tipo test de respuesta simple o múltiple, numérica o cadena de caracteres. Algunas de las preguntas (denominadas de *enunciado variante*) se han configurado de manera que los datos del enunciado se generen aleatoriamente. Esta característica da lugar a que, una pregunta variante da lugar a un gran número de preguntas diferentes. Otro tipo de pregunta, exclusiva de la plataforma AulaWeb y muy interesante en la asignatura de Informática, permite la simulación de un entorno de programación y el planteamiento de preguntas en las que el alumno debe completar un programa o código de forma que realice una tarea determinada y es similar a las preguntas de los exámenes finales. La finalidad fundamental de este tipo de preguntas de *código de programación* es fijar los conceptos y técnicas descritas en las demás actividades docentes y trabajar los aspectos prácticos de la asignatura [6].

Dos de las cuestiones de interés para los profesores son la evolución de los resultados de la evaluación continuada en la secuencia de cursos académicos y la pérdida de la eficacia de las preguntas de la base de datos con el transcurso del tiempo. Una posible causa para esta última circunstancia podría deberse a la recopilación por parte de los alumnos de las preguntas de la base de datos con sus respectivas respuestas. La opción de realizar ejercicios personalizados de forma ilimitada facilitaría esta tarea, mientras que el hecho de que el sistema no facilite las respuestas correctas correspondientes a las preguntas falladas en la corrección lo dificultaría. Las preguntas de la base de datos se generaron durante los primeros cursos de implantación del sistema de autoevaluación. Desde el curso 2004-05 se decidió no modificar la base de datos de preguntas para hacer coherente el posterior análisis temporal. En la figura 1 se muestra la evolución del número total de preguntas

y se especifican, por su especial interés en la asignatura, las preguntas de enunciado variable y de respuesta de código de programación.



**Fig. 1.** Evolución del número total de preguntas de la base de datos así como de las preguntas de código de TurboPascal y de enunciado variable en la asignatura de Informática desde el curso 2000-01 al 2009-10.

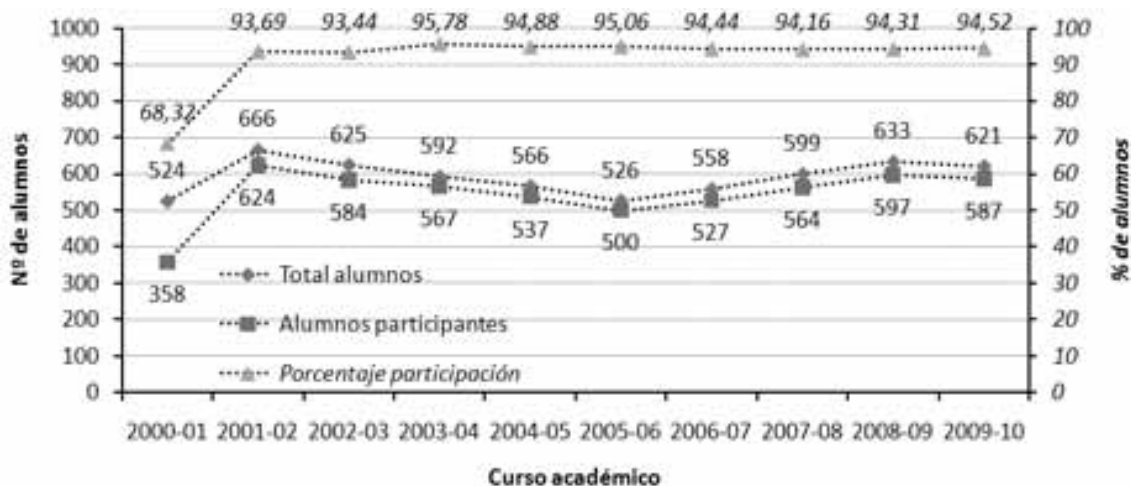
## 2.2 Configuración de la autoevaluación

Una vez se dispone de esta base de datos de preguntas, el profesor puede configurar los ejercicios correspondientes a cada uno de los capítulos del temario de la asignatura que pueden ser realizados por los alumnos, conforme el profesor de cada grupo va impartiendo la materia a lo largo de las clases teóricas. Durante el periodo docente el profesor va informando, en las clases teóricas de la asignatura, acerca de la publicación de cada uno de los ejercicios y de la posibilidad de comenzar la autoevaluación. Estos anuncios también se publican en el sistema de noticias de la propia herramienta. Como el ritmo de impartición de la materia es parecido en todos los grupos, la fecha límite de realización de cada ejercicio se hace diferir sólo en uno o dos días para cada uno de los grupos con el fin de no saturar al servidor. Por otro lado, se les informa a los alumnos de la posibilidad de realizar varias veces un mismo ejercicio, con el fin de mejorar la puntuación media ponderada que se contabiliza como resultado en la evaluación continuada. Además, se les recuerda que pueden realizar libremente, y sin efecto en la calificación, todos los ejercicios que deseen, configurados por ellos mismos para familiarizarse con el sistema y con el nivel de dificultad de las preguntas.

## 3 Resultados

En la base de datos de resultados del sistema se almacena una gran cantidad de información tanto a nivel particular como global. Entre otros, se registra el número de alumnos que los han realizado, el número total de ejercicios realizados, las

calificaciones, etc. Esto es especialmente importante en el caso de grupos de alumnos muy numerosos. En la Figura 2 se muestra la evolución del número total de alumnos matriculados en la asignatura y de participantes en los ejercicios de autoevaluación programados por los profesores desde el curso 2000-01.

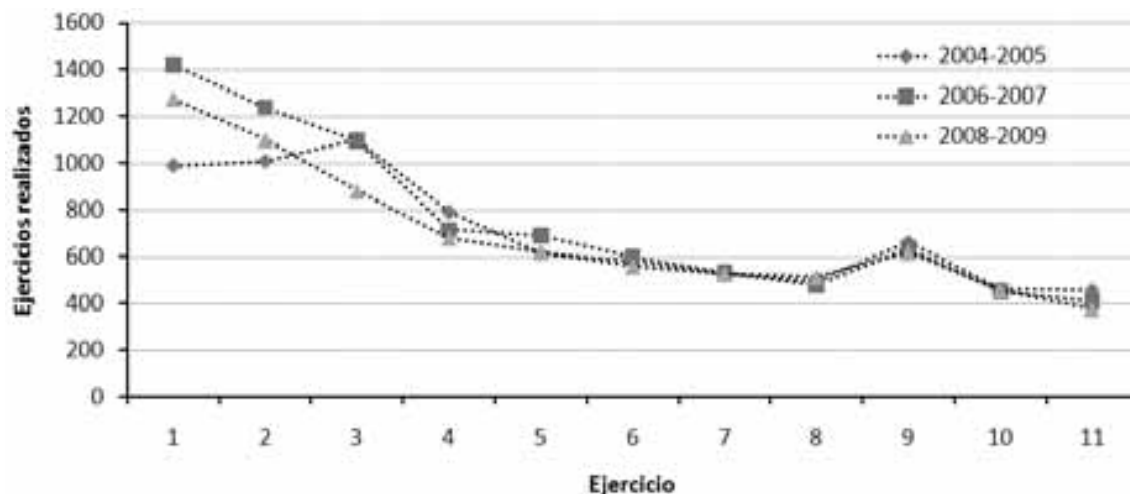


**Fig. 2.** Evolución del número total de alumnos matriculados en la asignatura y del número de alumnos participantes en la actividad de autoevaluación (que han realizado al menos un ejercicio programado) en valores absolutos y relativos.

Con la excepción del primer año, el resto de cursos mantiene un porcentaje de participación en la autoevaluación alrededor del 94%, incluido el curso 2005-06 que es el de menor número de alumnos matriculados. Este valor indica que el número de alumnos repetidores en este curso es inferior al del resto de cursos ya que el número de alumnos de nuevo ingreso se mantiene constante desde el curso 2000-01.

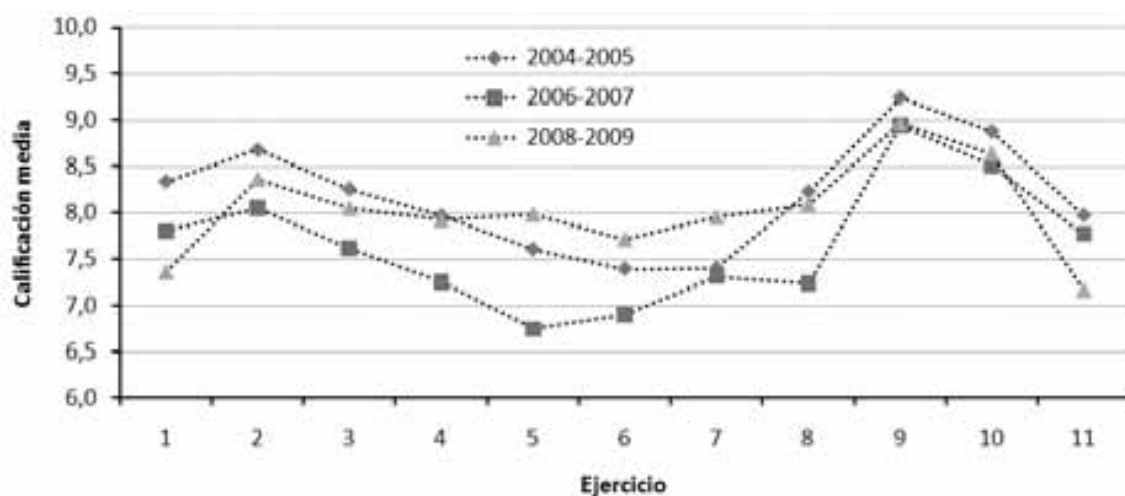
### 3.1 Resultados dentro de un periodo académico

En un mismo periodo académico se puede observar que el número total de ejercicios realizados al principio del curso es relativamente elevado pero decae rápidamente conforme avanza el periodo académico según se observa en la Figura 3. Se han tomado los datos de los cursos 2004-05, 2006-07 y 2008-09 como ejemplos representativos del conjunto de cursos. El descenso coincidente en todos ellos en el número total de ejercicios realizados puede ser debido a varias causas que se superponen: (a) la falta de rodaje en el sistema que hace que al principio los alumnos tiendan a repetir varias veces un mismo ejercicio (por equivocación o desconocimiento de la forma de evaluación); (b) la paulatina falta de tiempo de los alumnos conforme avanza el curso; (c) el efecto del abandono de la actividad de algunos alumnos (y probablemente del estudio de la asignatura) y (d) la dificultad creciente del temario. De forma excepcional se aprecia un pico en el número de ejercicios realizados en el ejercicio del capítulo 9 (Unidades) del temario en todos los cursos académicos que puede achacarse al relativo menor nivel de dificultad de dicho capítulo con respecto a sus adyacentes.



**Fig. 3.** Evolución del número de ejercicios realizados dentro de un curso académico para los cursos 2004-05, 2006-07 y 2008-09 como ejemplos representativos.

En la figura 4 se muestra que las calificaciones medias de los ejercicios para cada grupo de alumnos se encuentran entre 6,7 y 9,3 sobre una calificación máxima de 10. La calificación media no suele sufrir una tendencia clara (ni creciente ni decreciente) a nivel temporal, pero los ejercicios con mejores resultados son los correspondientes a los capítulos 9 (Unidades) y 10 (Punteros y Variables dinámicas), mientras que los de peores resultados corresponden al 5 (Sentencias) y al 6 (Datos Estructurados).

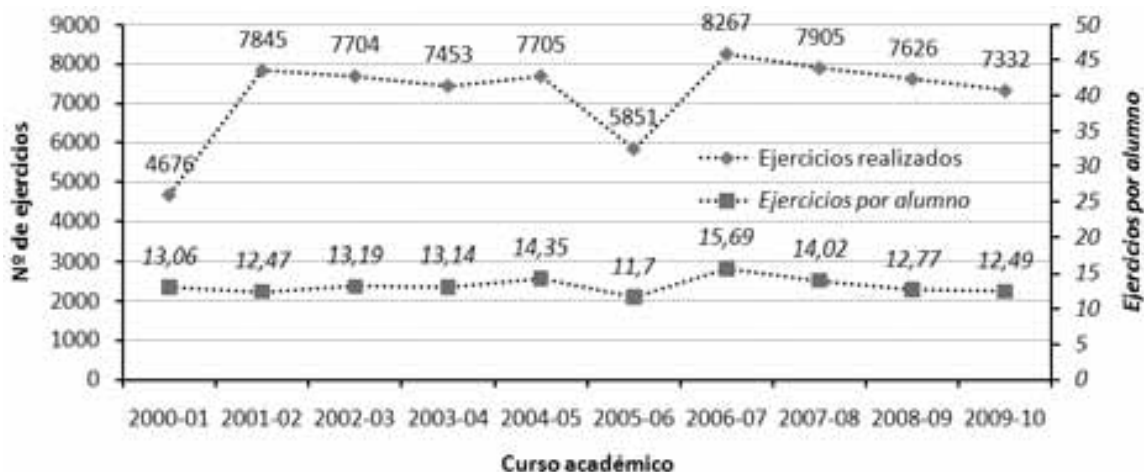


**Fig. 4.** Evolución de la calificación media de los ejercicios realizados dentro de un curso académico para los cursos 2004-05, 2006-07 y 2008-09 como ejemplos representativos.

### 3.2 Evolución temporal de los resultados

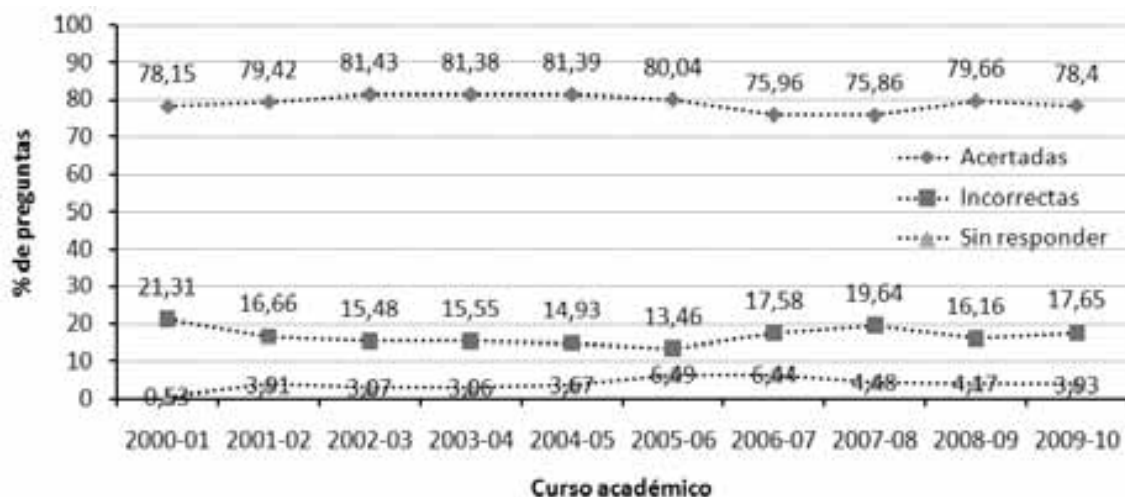
En la Figura 5 se muestra la evolución en el número total de ejercicios realizados por los alumnos en cada curso académico, además se incluye el número medio de ejercicios realizados por alumno. Se observa que tanto el número total de ejercicios realizados como el número medio de ejercicios realizados por alumno se mantienen bastante estables aunque se observa un mínimo en el curso 2005-06, precisamente el de menor número de alumnos matriculados (menor número de alumnos repetidores).





**Fig. 5.** Evolución del número total de ejercicios realizados por los alumnos matriculados y del número medio de ejercicios realizados por alumno.

Por otro lado en la figura 6 se muestra la evolución en los porcentajes de preguntas con respuestas correctas, incorrectas y sin contestar en los ejercicios programados durante los periodos académicos correspondientes.



**Fig. 6.** Evolución del porcentaje de preguntas acertadas, incorrectas y sin responder de los ejercicios programados por los profesores durante los periodos académicos.

No se observa una gran variabilidad temporal de estos datos lo que, en principio, apoya la hipótesis de que la base de datos de preguntas del sistema no pierde efectividad con el paso de los cursos y tiene unos resultados estables en el tiempo.

## 4 Conclusiones

En general se observa que el uso del sistema de autoevaluación por parte del alumnado se mantiene elevado en el tiempo con el transcurso de los periodos académicos. La causa principal puede achacarse a: (a) la facilidad y flexibilidad de

uso del sistema, (b) su consideración en el cálculo de la calificación final de la asignatura y (c) la similitud entre las preguntas de la base de datos y las de los exámenes ordinarios. Los resultados de las evaluaciones también son similares a lo largo del tiempo, lo que respalda el mantenimiento de la eficiencia del sistema a pesar de (o gracias a) la invariabilidad de las preguntas de la base de datos. El análisis de los resultados no avala la hipótesis de una degradación de la eficiencia o del nivel de dificultad o de las preguntas del sistema lo que obligaría a una renovación obligada de los contenidos de la base de datos de preguntas. En cualquier caso es recomendable desarrollar una base de datos suficientemente amplia, incluir (si la aplicación informática lo permite) preguntas de enunciado variable y de un tipo y dificultad similar a las del examen final y no facilitar las respuestas correctas tras la corrección automática. Asimismo, desde el punto de vista pedagógico, es conveniente establecer una secuencia de ejercicios con fechas límite repartidas a lo largo del periodo académico y sincronizada con la impartición de los contenidos en las clases presenciales como refuerzo para el aprendizaje progresivo. En futuros trabajos se podrían realizar análisis estadísticos más profundos o métodos de triangulación para obtener unos resultados de mayor contraste y estudios acerca de la correlación entre los resultados de la autoevaluación y los de los exámenes de las convocatorias ordinarias. Estos últimos facilitarían argumentos a favor o en contra de la sustitución de los exámenes finales tradicionales por un sistema de ejercicios de autoevaluación repartidos a lo largo del periodo académico.

**Agradecimientos.** Los autores quieren agradecer a las siguientes personas han colaborado en el proyecto de desarrollo de las distintas versiones del sistema: A. Alonso, P. Avendaño, M. Aza, L. Blanco, S. Campos, D. Cortés, J. A. Criado, F. de Ory, C. Engels, M. Fernández, V. Gámiz, P. García, M. González, J. Granado, T. Hernández, I. Iglesias, A. R. López, D. López, J. A. Martín, M. Martín, F. J. Mascato, D. Molina, C. Moreno, L. M. Pabón, S. Pastor, J. C. Pérez, A. Rodelgo, A. Valero, E. Villalar y C. Zoido dentro de la División de Informática Industrial de la ETSII-UPM.

## Referencias

1. García-Beltrán A. y Martínez R. Jaén J.A. y Tapia, S: La autoevaluación como actividad docente en entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza, RED - Revista de Educación a Distancia, nº monográfico VI (2006)
2. Villar, L.M. y Alegre O.M.: Manual para la excelencia en la enseñanza superior, Mc Graw-Hill (2004)
3. Serrano, M. Torres, L.M. Pavón, I. y Sardá, E.: Evalúe formativa y sumativamente en Capacidades docentes para una gestión de calidad en educación secundaria, Villar, L.M. (ed.), Mc. Graw-Hill, 259--269, (2004)
4. García-Beltrán A. y Martínez R.: Experiencia docente con AulaWeb en la asignatura de Informática, RED - Revista de Educación a Distancia, 11 (2004)
5. Servidor AulaWeb de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, <http://aulaweb.etsii.upm.es>
6. García-Beltrán A. y Martínez R.: Web assisted assessment in computer programming learning using AulaWeb, Int. J. of Eng. Educ., 22-5, 1063--1069 (2006)