



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## Plataforma de Seguimiento Continuo de Prácticas en la Asignatura de Arquitectura de Ordenadores



Abelardo Pardo Sánchez

working  
papers



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

<http://biblioteca.uc3m.es/WORKINGPAPERS>  
Serie de Innovación Docente  
nº 03-02-01  
2005



# Plataforma de Seguimiento Continuo de Prácticas en la Asignatura de Arquitectura de Ordenadores

working  
papers



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

# Plataforma Seguimiento Continuo de Prácticas en la Asignatura de Arquitectura de Ordenadores

Abelardo Pardo  
Departamento de Ingeniería Telemática

Diciembre 2003

## Resumen

En el presente documento se detalla una forma uso de las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante TIC) para incrementar el seguimiento de las sesiones experimentales en la impartición de la asignatura de Arquitectura de Ordenadores de primer curso, segundo cuatrimestre de la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, Especialidad Telemática. Mediante un sistema automático de procesado de entregas, se puede hacer un seguimiento más detallado de la evolución del alumno.

## 1. Introducción

La presencia de las TIC en el contexto educativo ha sufrido un considerable crecimiento en los últimos años. Hoy en día, un número cada vez más elevado de entidades educativas de todos los niveles se apoyan en las TIC para mejorar diferentes aspectos de la experiencia educativa.

El ámbito en el que esta utilización está más generalizada es el que se refiere a las labores administrativas: gestión de alumnos, matrículas, expedientes, etc. Pero no hay duda que las TIC se pueden utilizar en ámbitos más allá de los meramente administrativos y que afectan *directamente* a cómo los alumnos aprenden.

El objetivo último de la utilización de estas tecnologías no es más que la mejora de la experiencia educativa del alumno, desde sus posibles necesidades administrativas, hasta el aprendizaje de los conceptos requeridos.

Es precisamente en este último aspecto en el que la penetración de estas tecnologías está siendo más lento. Las razones para esto se pueden resumir en que la enseñanza requiere tareas que no son *fácilmente automatizables*. Sin embargo, esta situación se puede contemplar desde una postura diferente, planteándose, qué recursos docentes hasta ahora difíciles de implementar con los medios actuales pasan a ser perfectamente factibles mediante el uso de las TIC. Es precisamente en este ámbito en el que se enmarca la plataforma descrita en este documento.

Entre las múltiples tareas que forman parte de la impartición de las asignaturas en titulaciones técnicas, se suelen impartir un número significativo de horas de laboratorio o experimentación. La dificultad que plantean estas sesiones es que suelen requerir un nivel muy elevado de supervisión por parte de la plantilla docente para que alcancen una efectividad máxima. La pregunta que se plantea es ¿se pueden utilizar las TIC para mejorar esta efectividad de las sesiones experimentales?

Para responder a esta pregunta se ha seleccionado la asignatura de Arquitectura de Or-

denadores [1] que se imparte en la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación: Especialidad Telemática.

## 2. Arquitectura de Ordenadores

La asignatura es de 6 créditos (dos sesiones semanales de 2 horas cada una), contiene entre 8 y 10 sesiones prácticas y se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso de la titulación.

Para la impartición de estas prácticas se sigue el siguiente esquema:

- Los alumnos reciben el mismo día de la sesión un enunciado con un conjunto de problemas que requieren programación en el ordenador.
- El enunciado incluye un problema adicional con la mención “Punto Extra”.
- La resolución satisfactoria de los problemas regulares se traduce en una nota de “aprobado” en la práctica.
- La resolución del problema “Punto Extra” se valora entre 0 y 1. La media de notas numéricas a lo largo del curso pondera en la nota final.
- Los alumnos deben entregar los problemas en el plazo de *una semana a partir del día que se les proporciona el enunciado*.
- Cada práctica es corregida, evaluada, y se envía un correo electrónico personalizado a cada alumno con un conjunto de comentarios detallados.
- Se permite a los alumnos trabajar en grupos de no más de dos personas.

Las sesiones prácticas se subdividen en dos grupos de igual peso. En el primero se pretende

que el alumno sepa escribir programas sencillos en lenguaje ensamblador. Para ello se explican las principales instrucciones así como su conexión con construcciones de alto nivel. El objetivo se marca en el diseño de un programa que sea capaz de invocar a una subrutina a la que se le pasan un conjunto de parámetros.

El segundo bloque de prácticas requiere la programación de ficheros de “script” simples en el contexto del intérprete `bash` presente en el sistema operativo Unix. La plataforma descrita en este documento se centra en el primer grupo de prácticas.

Durante la realización de estas prácticas los alumnos cometen numerosos errores derivados de la falta de rigor necesario para escribir programas en ensamblador. En ediciones previas de esta asignatura se ha podido constatar cómo existe un número elevado de comprobaciones y sugerencias que son susceptibles de ser ejecutadas automáticamente sobre el código que entrega el alumno, y que en última instancia se incluyen en los comentarios enviados a través del correo electrónico.

Pero este esquema tiene un serio inconveniente. Supongamos que las prácticas se realizan en intervalos de una semana. El alumno recibe el enunciado de la práctica P1. Siete días más tarde entrega el resultado y comienza a trabajar en la práctica P2, y siete días más tarde<sup>1</sup> comienza a trabajar en la práctica P3 y recibe los comentarios de la práctica P1. La figura 1 ilustra esta secuencia de eventos.

El objetivo del proyecto es desplegar una plataforma de corrección semiautomática que permita al alumno enviar soluciones parciales y que *efectúe un conjunto de comprobaciones y responda al alumno con los resultados*.

Para conseguir este objetivo es preciso realizar las siguientes tareas:

1. Preparación de material de prácticas especialmente diseñado para ser evaluado con

<sup>1</sup>rebajar este período resulta extremadamente difícil

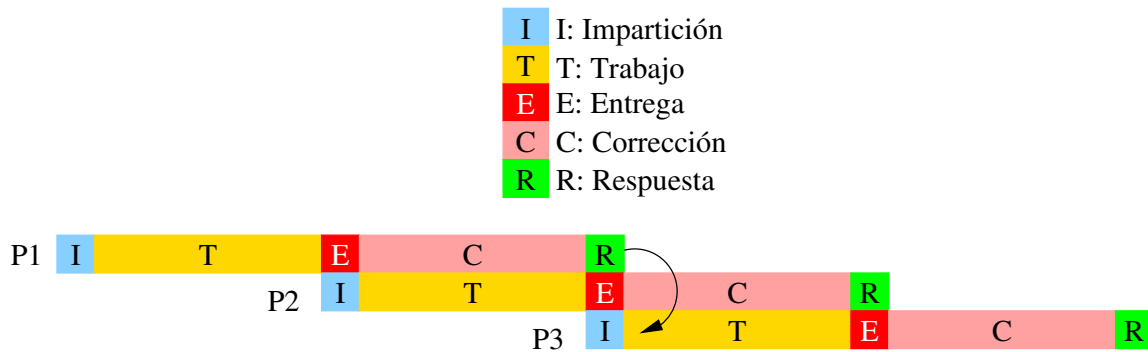


Figura 1: Desarrollo de las sesiones prácticas

métodos semiautomáticos.

2. Desarrollo de una plataforma que permita el envío a los alumnos de los resultados obtenidos así como de los comentarios personalizados de los profesores.

Se describe a continuación la solución implementada para cada una de ellas.

### 3. Preparación del Material

El material de prácticas en su totalidad consta de un total de 20 ejercicios que los alumnos deben resolver a lo largo del curso. Cada sesión práctica consta de 3 o 4 de estos ejercicios.

Este material ha sido modificado para acomodar el esquema de “realimentación inmediata” propuesto. La principal modificación ha sido el dotar a cada ejercicio de un conjunto de comprobaciones a realizar por el sistema de gestión automática de entregas, y de las observaciones que dicho sistema envía de nuevo al alumno como respuesta.

A modo de ejemplo se enumeran a continuación algunos de los requerimientos exigidos en las respuestas a los ejercicios:

- El programa se debe diseñar tal que el conjunto de valores presentes en los registros sea idéntico al comenzar y terminar su ejecución.

- La posición de la pila interna del procesador ha de ser idéntica al principio y al final de la ejecución.
- El resultado debe depositarse en el lugar estipulado en el enunciado.
- En ciertos problemas se instruye al alumno para que utilice instrucciones determinadas. Estas instrucciones deben estar presentes en el código.

A pesar de que los criterios a los que se debe ajustar la respuesta del alumno son fácilmente especificables, la tarea de plasmar dichos criterios en un sistema de comprobación automática no es trivial, tal y como se ha podido comprobar empíricamente.

Para desplegar el esquema propuesto se dispuso de una plataforma que permite a los alumnos entregar sus respuestas a través de un formulario Web. Esta plataforma está diseñada para procesar los datos recibidos y realizar un conjunto de prueba previamente especificadas.

Por tanto, el ciclo de interacción con el alumno consta de un primer paso en el que se envían las respuestas, la ejecución de las pruebas previamente identificadas y la notificación de los resultados al alumno. Este último paso se realiza mediante la publicación de una página en Internet con los resultados de *todos* los ejercicios recibidos hasta el momento.

## 4. Resultados Experimentales

La primera sesión práctica se impartió de forma convencional, es decir, sin permitir a los alumnos entregas intermedias. Se recibieron por tanto las entregas al cumplirse la semana de trabajo, y los evaluadores devolvieron la nota y los resultados a la semana siguiente. En esta primera práctica se recibieron un total de 69 entregas para un total de 91 alumnos en 47 grupos.

La segunda práctica se impartió a la semana de la primera. El enunciado constó de 3 ejercicios regulares y un ejercicio con la valoración de “Punto Extra” siguiendo el esquema descrito en la sección 2. En esta segunda entrega sí se notifica a los alumnos de la posibilidad de obtener “realimentación inmediata” de las soluciones parciales. Se les explica que tras la recepción de las soluciones parciales el sistema analiza sus ejercicios y detecta posibles anomalías que deben ser subsanadas.

La ejecución de las comprobaciones se realiza a intervalos regulares de al menos una hora de duración. Con esta decisión se pretende eliminar el efecto de “tanteo y error” derivado de la interacción de los alumnos con una plataforma automática que emite una respuesta instantánea. Los alumnos, por tanto, realizan una primera versión de los ejercicios, la entregan en la página de entrega del curso, y hasta el día siguiente no eran notificados (a través de email personalizado) de los resultados obtenidos en las pruebas.

Paralelamente al desarrollo de esta práctica, y a lo largo del curso, los alumnos utilizan una aplicación de foro remota que facilita el intercambio de información relativa a la asignatura.

## 5. Evaluación de Resultados

La evaluación del impacto de esta técnica se ha realizado teniendo en cuenta varios aspectos.

La medida de mayor relevancia y que refleja el nivel de interacción de los alumnos con el sistema está en el número de entregas recibidas a lo largo del período de trabajo. Para esta segunda práctica, este número ascendió a **104 entregas** para un total de 90 alumnos y 45 grupos.

Una primera valoración de este baremo indica un incremento sustancial de un 50 % con respecto al número de entregas registradas para la primera práctica en la que no se ofrecía la posibilidad de interacción con el sistema (69 entregas). Un análisis más en profundidad que permite una comparación más efectiva de estos dos valores muestra que en la primera práctica tan sólo 12 grupos de prácticas de un total de 47 (esto es el 25,5 %) realizaron más de una entrega. Esto suele ser consecuencia de que los alumnos por propia iniciativa elaboran mejoras de sus ejercicios y por tanto los entregan de nuevo. En cambio en la segunda entrega 23 grupos de prácticas realizaron más de una entrega.

Un análisis más pormenorizado de las entregas se puede realizar observando la fecha de las entregas recibidas. La figura 2 muestra el número de entregas realizadas cada día de la semana para la primera y segunda práctica. Se puede comprobar como los alumnos realizaron las entregas masivamente el último día para el caso en que no hay mecanismo de realimentación (parte izquierda de la figura). Por contra, las entregas se incrementaron y distribuyeron a lo largo de los tres últimos días (los días 3 y 4 corresponden con sábado y domingo). Además se puede comprobar como un cierto número de grupos realizaron entregas el primer y segundo día de trabajo.

A pesar de este incremento de la interacción y por consiguiente de la información enviada a los alumnos, el sistema tuvo que ser desconectado tras esta segunda entrega. Tanto a través de consultas personales, como en mensajes mandados al foro de la asignatura se

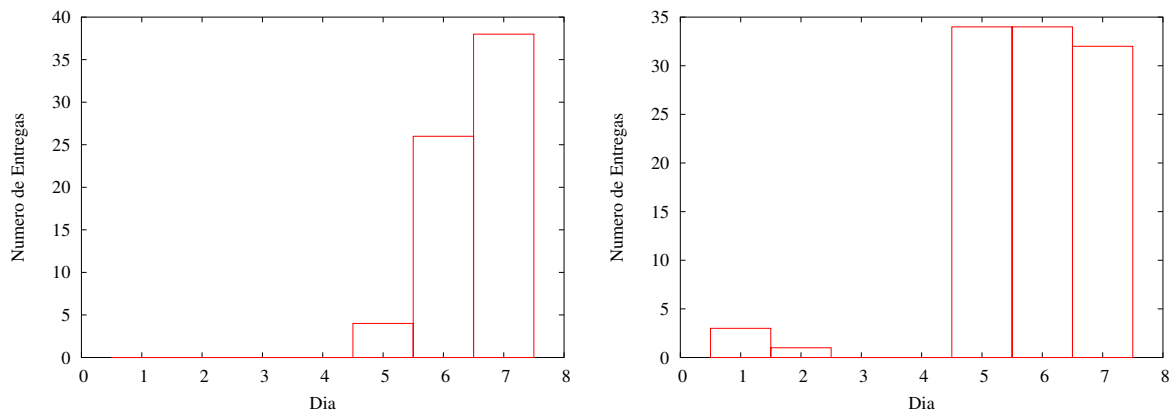


Figura 2: Evolución de la primera y segunda entrega

pudo percibir como los comentarios emitidos por el sistema automático no eran lo suficientemente precisos, y por consiguiente los alumnos recurrieron a la interacción directa con los profesores, o a través de email, para clarificar la información recibida.

Debido al altísimo número de consultas (derivado a sí mismo del alto nivel de interacción de los alumnos con la plataforma) se decidió desconectar el sistema y notificar a los alumnos mediante las listas de correo y Aula Global.

Las consultas recibidas estaban derivadas principalmente de los mensajes que el sistema enviaba a los alumnos, y que en un análisis más detallado se ha podido comprobar que eran demasiado ambiguos y que no explicaban claramente qué tipo de anomalía se había detectado. Sin embargo, a pesar de esta deficiencia, sí se ha comprobado la eficacia en la detección de errores comunes en las entregas recibidas.

Para corroborar esta observación, en la siguiente entrega el sistema se mantuvo conectado pero analizando únicamente las prácticas recibidas sin enviar ningún tipo de información a los alumnos. Evidentemente, el número de entregas volvió a ser más reducido, pero tras analizar la capacidad de comprobación del sistema y comprobar los resultados con los ob-

tenidos por los correctores, se pudo verificar que el nivel de detección de anomalías es alto y fiable.

Tras estas indagaciones, el sistema no se puso en marcha para ninguna de las entregas posteriores.

## 6. Conclusiones

Las conclusiones se pueden resumir básicamente en dos apartados. En primer lugar, dadas las circunstancias de la asignatura y la forma en que se imparte el contenido práctico, los alumnos han sido *muy receptivos* a la plataforma de interacción que se ha puesto a su disposición. El incremento en entregas así lo atestigua.

En segundo lugar, el sistema de interacción, aunque tiene un alto nivel de fiabilidad, necesita ajustes significativos en lo referente al tipo de comentarios y sugerencias enviadas al alumno. Estas deficiencias observadas pueden ser eliminadas con una preparación más minuciosa de los mensajes a enviar a los usuarios.

Tras analizar estas deficiencias se han detectado medidas encaminadas a su eliminación. Principalmente se requiere un diseño detallado de los mensajes a enviar a los alumnos *en*



*el contexto de la propia práctica.* Es decir, los mensajes enviados eran demasiado genéricos, cuando en realidad se precisaba información más concreta sobre los aspectos del ejercicio que necesitaban ser corregidos.

A modo de reflexión final, el experimento ha sido extremadamente valioso para comprobar la viabilidad del sistema propuesto. La respuesta tan positiva de los alumnos unido a la posibilidad de subsanar las deficiencias encontradas hace pensar que un sistema robusto y estable es un objetivo perfectamente alcanzable en la próxima edición de la asignatura.

## Referencias

- [1] Asignatura arquitectura de ordenadores. [www.uc3m.es/uc3m/gral/ES/ESCU/6011392.html](http://www.uc3m.es/uc3m/gral/ES/ESCU/6011392.html), Dic. 2002.