

# PROBLEMÁTICA DE LA EVALUACIÓN EN ASIGNATURAS INFORMÁTICAS CON UN COMPONENTE MAYORITARIAMENTE PRÁCTICO

Ramón P. Neco, Nicolás M. García, César Fernández, Luis M. Jiménez, Óscar Reinoso

Área de Ingeniería de Sistemas y Automática  
Departamento de Ciencias Experimentales y Tecnología  
Escuela Politécnica Superior de Elche  
Universidad “Miguel Hernández”  
Avda. del Ferrocarril s/n 03202 Elche (Alicante) España  
[ramon.neco@umh.es](mailto:ramon.neco@umh.es)

## 1 INTRODUCCIÓN

Durante los dos primeros años de docencia en Ingeniería Industrial en la Universidad “Miguel Hernández” de Elche, se ha comprobado que existe una problemática asociada a la corrección y evaluación de los exámenes de las asignaturas de informática con un componente mayoritariamente práctico. En la mayoría de sistemas de evaluación de la calidad de la docencia universitaria en ingeniería, las prácticas de laboratorio juegan un papel crucial [Cabrera, 1999].

En la tabla 1 se presenta una relación de las asignaturas que imparte la división de Ingeniería de Sistemas y Automática en las cuales se ha detectado este problema. En estas asignaturas en las que las partes teóricas se mezclan con las prácticas realizadas sobre el paquete informático correspondiente, la forma de evaluar y la posterior corrección presenta muchos inconvenientes.

La primera cuestión que se plantea es *¿Cómo evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno?* Es obvio que en asignaturas de este tipo con un componente mayoritariamente práctico los exámenes no pueden ser totalmente teóricos, sino que deben tener una mínima parte teórica y un alto grado de práctica. Pero contestada en un primer momento esta pregunta nos asaltan otras cuestiones, *¿En qué porcentaje? ¿Cómo deben ser los exámenes prácticos?*, etc. Estas cuestiones tendrán su contestación a lo largo de este artículo.

Durante la realización de los exámenes de estas asignaturas surgen problemas asociados al uso del ordenador y de los paquetes informáticos, estos problemas son casi siempre subsanables en el transcurso del examen. Después de la realización de los exámenes, los resultados que se obtienen en forma de ficheros, hay que almacenarlos y protegerlos de posibles daños o modificaciones no deseadas. A lo largo de este artículo se presentan diferentes soluciones a este problema con sus ventajas e inconvenientes, junto con la experiencia cosechada durante estos dos años de docencia.

La posterior corrección de los resultados plantea también una serie de inconvenientes asociados a la manipulación de ficheros. Estos problemas serán enunciados más concretamente y tratados en el transcurso de este artículo.

<b>Tabla 1. Relación de asignaturas impartidas por la División de Ingeniería de Sistemas y Automática.</b>	
<b>Asignaturas</b>	<b>Créditos</b>
Informática Aplicada	0 T + 4,5 P
Dibujo asistido por Computador	0 T + 4,5 P
Fundamentos de Informática	3 T + 3 P

## **2 Descripción de las asignaturas**

En los nuevos planes de estudio de las titulaciones técnicas se incluye un grupo de asignaturas relativas a conceptos básicos de computación. Estas asignaturas suelen estar agrupadas en materias denominadas “Fundamentos de informática”, “Fundamentos de programación”, “Fundamentos de computadores”, “Arquitectura de computadores”, etc., según las directrices generales de los nuevos planes. Concretamente, en los estudios de ingeniería industrial existe una materia troncal llamada “Fundamentos de informática”, de un mínimo de 6 créditos. Los descriptores de esta materia son: *programación de computadores y fundamentos de sistemas operativos*.

En la mayoría de escuelas técnicas superiores de ingeniería industrial se incluyen algunas asignaturas obligatorias adicionales a esta troncal relacionadas con la informática. En el caso de la Escuela Politécnica Superior de Elche existen en el primer curso otras dos asignaturas obligatorias más: informática aplicada y dibujo asistido por computador. La asignatura informática aplicada se plantea como una asignatura totalmente práctica cuyo objetivo es que los futuros ingenieros aprendan a programar un computador (su descriptor es: *prácticas de programación de computadores*). La asignatura de dibujo asistido por computador se plantea como complemento de la asignatura de expresión gráfica. En esta sección se describen los objetivos y contenidos de estas tres asignaturas.

La asignatura fundamentos de informática tiene 3 créditos teóricos y 3 prácticos. Los objetivos de la parte teórica son los siguientes:

- Introducir los conceptos básicos de la informática y de la arquitectura de computadores.
- Estudiar el tratamiento y manejo de la información en un sistema digital.
- Evaluar la arquitectura básica de un computador.
- Comprender el funcionamiento de un computador y el concepto de sistema operativo.

Esta parte teórica está planteada como una introducción a los conocimientos generales de arquitectura de computadores que debe tener todo ingeniero, y sirve como base para otras asignaturas obligatorias como *Sistemas informáticos en tiempo real* y *Autómatas y sistemas de control*. Los estudiantes que posteriormente se especialicen en automatización industrial profundizarán durante el segundo ciclo en los contenidos de esta asignatura, y aquéllos que opten por otras especialidades (mecánica o ciencia y tecnología de materiales) tendrán la base necesaria en la materia para desenvolverse en su vida profesional.

Las sesiones prácticas de la asignatura se desarrollan en laboratorios de ordenadores, y los objetivos son los siguientes:

- Introducir el manejo básico de un PC y los programas de aplicación típicos (procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, presentaciones).
- Introducir los conocimientos necesarios para una programación estructurada.
- Introducir algún lenguaje de programación (se ha elegido el lenguaje C).
- Simulación de la arquitectura básica de un computador.

La asignatura informática aplicada es obligatoria de universidad y todos sus créditos son prácticos (4,5). Se plantea como una continuación de las prácticas de programación de la asignatura anterior, y todas sus sesiones se desarrollan en el laboratorio de ordenadores. Los objetivos son los siguientes:

- Aprender a analizar y codificar un problema en un lenguaje de programación de alto nivel.
- Aprender la sintaxis y la implementación de algoritmos en lenguaje C.
- Introducir el diseño orientado a objetos en C++.
- Adquirir un buen estilo de programación.

La asignatura dibujo asistido por computador es obligatoria de universidad y todos sus créditos son prácticos (4,5). Se plantea como una aplicación de los conceptos vistos en la asignatura expresión gráfica en la ingeniería al diseño asistido por computador ( sus descriptors oficiales son: Prácticas de diseño y dibujo asistido por computador), y todas sus sesiones se desarrollan en el laboratorio de ordenadores. El objetivo es formar a los estudiantes en los conceptos básicos del dibujo paramétrico por computador usando la aplicación *Mechanical Desktop*. Durante el desarrollo de la asignatura se complementaran los aspectos vistos en la asignatura expresión gráfica (criterios de dibujo diédrico, vistas, cortes, acotaciones, y las normativas de

representación de los elementos mecánicos), capacitando al alumno para la realización de planos de ingeniería CAD paramétricos que representen las piezas y los conjuntos de varios sistemas mecánicos propuestos como proyectos.

El programa de la asignatura de dibujo asistido por computador se puede dividir en los siguientes bloques: las 4 primeras prácticas tratan los conceptos básicos de dibujo por computador (dibujo de entidades, construcciones geométricas, sistemas de referencia, etc.), apoyándose para su explicación en el programa *Autocad*; las siguientes 8 prácticas proporcionan al alumno los conocimientos necesarios para la creación de dibujos paramétricos, planos de piezas, de montajes, de conjunto, etc., apoyándose en el programa *Mechanical Desktop*. Por último se le proponen al alumno tres proyectos para que apliquen los conceptos vistos con anterioridad.

### **3 Método de evaluación: problemática**

La evaluación de una asignatura tiene un papel primordial en cualquier modelo de enseñanza. Normalmente los estudiantes “adaptan” su método de estudio y su forma de organizar el trabajo al método de evaluación de la asignatura: los alumnos se centrarán *principalmente* en aquellos aspectos de la asignatura que más cuenten en la evaluación. Todo proceso de evaluación debería tener las siguientes características (Moreno, 1996):

- Dar a los estudiantes la oportunidad de conocer sus progresos y necesidades de forma que actúe como refuerzo para mejorar su proceso de aprendizaje.
- Ser continuo para maximizar su influencia en el proceso de aprendizaje a lo largo del curso.
- Anticipar obstáculos y ayudar a los estudiantes a superarlos.
- Motivar al alumno para que autoevalúe sus conocimientos, de forma que aprenda a comprobar la consistencia de sus propias soluciones.

- Tener en cuenta el *cómo* (los *procesos* que sigue el alumno para resolver problemas) y el *qué* (los *conceptos* que deben ser aprendidos).

De lo anterior se deduce que el tema de la evaluación es un problema complejo ya que nos acerca a dimensiones no únicamente técnicas, sino también afectivas, organizadoras, etc. Un resumen de los problemas clásicos de la evaluación en las universidades españolas puede encontrarse en [Santos, 1999].

Las asignaturas descritas en la sección anterior tienen un contenido práctico muy importante, que se desarrolla en sesiones de laboratorio de ordenadores. Los objetivos de estas prácticas es que los estudiantes aprendan ciertas habilidades con las aplicaciones informáticas. En la asignatura *Fundamentos de informática* se espera que los alumnos se familiaricen suficientemente con el entorno de un PC típico (concretamente, con el entorno del sistema Microsoft Windows 95/NT), aprendan a desarrollar aplicaciones en un entorno de programación concreto y el uso de un simulador de arquitectura de un computador.

Las sesiones de laboratorio de esta asignatura tienen una duración de dos horas (una sesión por semana durante un cuatrimestre). La estructura típica de una sesión es la siguiente:

- El profesor describe los objetivos de la práctica y expone los contenidos teóricos necesarios.
- Los alumnos disponen de un enunciado de la práctica donde aparece un programa de actividades propuestas.
- El profesor propone las actividades que aparecen en el enunciado de la práctica para que las realice cada alumno individualmente en su ordenador.
- Después del trabajo individual se realiza una puesta en común de la actividad, lo cual puede suponer la resolución de la misma por parte del

profesor, la resolución interactiva por parte de todo el grupo o la resolución por parte de un alumno.

- El profesor plantea cuestiones prácticas que deberán realizarse individualmente y serán evaluadas.

El objetivo de las sesiones prácticas es que los alumnos adquieran cierto dominio en el manejo de las herramientas informáticas, así como desarrollar en ellos hábitos de uso del computador como herramienta de apoyo en el trabajo académico y como sistema de uso casi imprescindible en muchas áreas profesionales del ingeniero. Por tanto, se debe comprobar si los alumnos realmente alcanzan los objetivos mínimos propuestos.

La evaluación de la parte práctica de la asignatura *Fundamentos de informática* se realiza según los siguientes aspectos:

- La asistencia a las sesiones prácticas.
- La entrega periódica de trabajos prácticos (cada dos o tres semanas aproximadamente).
- La resolución de cuestiones prácticas en un examen (sobre papel).

En esta asignatura no se considera la realización de un examen práctico real (en el laboratorio) por no ser una asignatura con una carga del 100% de créditos prácticos.

La evaluación continua en un laboratorio con un mínimo de 25 estudiantes es muy difícil realizarla “en tiempo real” durante las sesiones prácticas. Por este motivo, se exige la entrega periódica de trabajos prácticos para que el profesor y los alumnos conozcan los progresos en el aprendizaje. Es importante que en cada sesión el alumno conozca los posibles errores cometidos en trabajos de sesiones anteriores.

La asignatura *Informática aplicada* se cursa en el segundo cuatrimestre del primer curso y está planteada como una continuación de las prácticas de la asignatura

anterior. Se establecen dos sesiones semanales de una hora y media cada una, de tal forma que una práctica abarca cuatro sesiones, siendo la estructura de una práctica típica la siguiente:

- El profesor expone el contenido teórico correspondiente a la práctica en cuestión, y resuelve posibles dudas teóricas y prácticas de las sesiones anteriores.
- El profesor plantea a los alumnos la realización de un supuesto práctico en el laboratorio, directamente relacionado con los conceptos teóricos expuestos. Este supuesto práctico será resuelto por los alumnos de manera dirigida. El profesor propondrá la resolución de problemas parciales, o problemas más simples que el general, hasta conseguir resolver el problema real propuesto. Los alumnos entregarán una memoria del trabajo realizado en el laboratorio la semana siguiente.
- El profesor plantea nuevos supuestos prácticos para que los alumnos los resuelvan individualmente.

La evaluación de esta asignatura se realiza de la forma siguiente:

- El trabajo realizado y entregado en las sesiones prácticas.
- Un trabajo práctico a realizar durante todo el curso.
- Un examen teórico-práctico a realizar al final del curso. Este examen tiene una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de resolución de un problema real en el laboratorio.

En esta asignatura sí es importante la evaluación del aprendizaje práctico ya que el 100% de los créditos son prácticos. Evidentemente, es difícil evaluar los conocimientos adquiridos en un único examen que, para que sea lo más parecido posible a un problema real, requerirá para su resolución un tiempo razonable (el examen



suele durar alrededor de tres horas). Sin embargo, es difícil simular un problema real de programación en un laboratorio y en un espacio de tiempo tan corto.

El modelo de prácticas de esta asignatura permite que el alumno que sigue la asignatura, a la vez que da sus primeros pasos en la programación de computadores, pueda emplear sus conocimientos en la realización de una aplicación de relativa complejidad.

La asignatura dibujo asistido por computador se cursa en el segundo cuatrimestre del primer curso, como aplicación al diseño asistido por computador de los contenidos básicos de la asignatura de expresión gráfica que se cursa en el primer cuatrimestre. Se establece una sesión semanal de tres horas, cada práctica abarca una sesión salvo los proyectos finales que abarcan varias dependiendo de su grado de complejidad, siendo la estructura de una práctica típica la siguiente:

- El profesor expone el contenido teórico correspondiente a la práctica en cuestión, y resuelve posibles dudas teóricas y prácticas de las sesiones anteriores.
- El profesor plantea a los alumnos la realización de un supuesto práctico en el laboratorio, directamente relacionado con los conceptos teóricos expuestos. Este supuesto práctico será resuelto por los alumnos de manera dirigida. El profesor propondrá la resolución de problemas parciales, o problemas más simples que el general, hasta conseguir resolver el problema real propuesto.
- El profesor después de un bloque de prácticas plantea nuevos supuestos prácticos individuales para que los alumnos los resuelvan y justifiquen su resolución con una memoria.

La evaluación de esta asignatura se realiza de la forma siguiente:

- Los trabajos individuales realizados y entregados en las fechas convenidas.

- Un último proyecto en el que se propone un ejercicio de evaluación que los alumnos tengan que realizar en varias sesiones y al final de las cuales se evalúan sus conocimientos, junto con la posterior memoria presentada en la fecha indicada.
- Un examen teórico-práctico a realizar al final del curso. Este examen tiene una pequeña parte teórica y otra parte práctica de resolución de un problema real en el laboratorio.

En esta asignatura sí es importante la evaluación del aprendizaje práctico ya que el 100% de los créditos son prácticos. Evidentemente, es difícil evaluar los conocimientos adquiridos en un único examen que, para que sea lo más parecido posible a un problema real requerirá para su resolución un tiempo razonable (el examen suele durar alrededor de tres horas). Sin embargo, es difícil simular un problema real de diseño en un laboratorio y en un espacio de tiempo tan corto.

El modelo de prácticas de esta asignatura permite que el alumno que sigue la asignatura, a la vez que da sus primeros pasos en el dibujo asistido por computador, pueda emplear sus conocimientos en la realización de un diseño de relativa complejidad.

La evaluación de los conocimientos y procesos de aprendizaje en estas asignaturas presenta algunas dificultades que se pueden resumir como sigue:

- La necesidad de desarrollar la evaluación en el laboratorio de ordenadores unido al hecho de que el número de puestos es menor que el de estudiantes hace que se tenga que realizar una prueba individual o por turnos.
- La dificultad de evaluación continua, agravado por la masificación de los primeros cursos. Se debe tener en cuenta que en un grupo de prácticas hay entre 25 y 30 alumnos, lo cual implica que el profesor *no siempre* dispone del tiempo suficiente para controlar y evaluar el trabajo de *todos* los alumnos en *cada* sesión de prácticas.

- La dificultad por parte del estudiante de demostrar en una única prueba práctica los conocimientos adquiridos durante un cuatrimestre.

Para evaluar el *proceso* que sigue el alumno para llegar a los resultados prácticos es imprescindible un seguimiento continuo de su trabajo.

Además de la problemática asociada a la evaluación de estas asignaturas, existen una serie de dificultades a la hora de realizar los exámenes y posteriormente en la corrección debido a que su resolución por parte del alumno se presenta en formato electrónico.

En nuestras aulas de prácticas los equipos informáticos están conectados en red por lo que antes de la realización del examen hay que llevar a cabo la desconexión de la misma, para evitar la transferencia de información entre los alumnos.

Durante la realización de los exámenes, puede que en algún momento el equipo no responda con el inconveniente que esto acarrea para el alumno. Por este motivo se les recomienda que deben guardar sus archivos periódicamente por si se produce este problema.

Una vez terminado el examen, los alumnos entregan la solución del mismo en formato electrónico o bien en un disco, o se guarda en un directorio determinado. Si la solución del examen se entrega en un disco aparecen los problemas asociados a los defectos que se pueden producir en él hasta que se realice su corrección. Si por el contrario se guarda en un directorio los examinadores tendrán que transferirlo al servidor o a un ordenador seguro, protegido de posibles manipulaciones no deseadas. Este proceso de transferencia puede tener errores debidos a problemas en la red de comunicaciones.

En los casos en que se da cualquier tipo de problema de corrección debido al deterioro de los ficheros solución, el examen quedará invalidado al no tener prueba alguna del trabajo realizado por el alumno durante el examen.

#### 4 Posibles y futuras soluciones

En la Escuela Politécnica Superior de Elche estamos siguiendo un plan de mejora en la evaluación de las prácticas de las asignaturas de informática en los estudios de ingeniería industrial.

La solución más inmediata a la entrega física de trabajos informáticos es disponer de una infraestructura adecuada para que los estudiantes puedan interaccionar con el profesor por medio de la red. Periódicamente, además, se comprueba la realización del trabajo en presencia del estudiante. A la prueba práctica individual realizada al final del curso se pueden añadir estas pruebas personales parciales salvando el problema que surge al tener que realizar la evaluación práctica en un laboratorio con un número reducido de puestos.

Una posible solución a la dificultad de una evaluación y seguimiento continuo es la introducción de las *tutorías electrónicas*. Este sistema consiste en proporcionar a los alumnos una dirección de correo electrónico a la que pueden enviar sus preguntas, ejercicios para evaluación y trabajos prácticos. La principal ventaja de este sistema es su flexibilidad, y ha sido aplicado con éxito en muchas universidades [Hidalgo, 1996]. Otras ventajas de este sistema, especialmente para las asignaturas mencionadas en la sección anterior son las siguientes:

- Se incrementa el número de consultas de los estudiantes, ya que el tiempo del que disponen para realizarlas es mayor, y se aprovecha mejor esta consulta al poderse realizar desde cualquier ordenador y casi en cualquier momento.
- Permite al profesor llevar un seguimiento y control del trabajo regular de los alumnos.
- Facilidad para que el profesor conozca las preguntas más frecuentes y las dificultades de los estudiantes, lo cual puede llevar a que sea más fácil solucionarlas en el laboratorio y anticiparse a los problemas.

- Especialmente en la asignatura de dibujo asistido por computador, esta técnica puede ser muy útil para la interactividad entre profesores y alumnos.

También se puede destacar algún inconveniente de la técnica de tutorías electrónicas:

- disminuye el trato personal entre profesor y alumnos.
- Posible desbordamiento de trabajo de los profesores en periodos de llegada masiva de solicitudes.

Una solución que se está utilizando para el problema de que el profesor *no siempre* dispone de tiempo suficiente para controlar y evaluar el trabajo de *todos* los alumnos en *cada* sesión de prácticas consiste en realizar este control sólo a un grupo muy reducido de alumnos en cada sesión, repitiendo el grupo cíclicamente. De esta forma, al final del curso se puede obtener un seguimiento bastante satisfactorio, salvando además la dificultad por parte del estudiante de demostrar en una única prueba sus conocimientos prácticos. Otros autores han optado por seguir un modelo en el que se realiza un proyecto único de laboratorio durante todo el curso [Ramírez, 1996].

En las asignaturas en las que se imparte *programación de computadores* y, especialmente en la asignatura de *diseño asistido por computador*, es crucial que el profesor sea capaz de evaluar los *procesos* de realización de tareas. Por ejemplo, el resultado final del diseño de una pieza mecánica dependerá mucho del orden de ejecución de las tareas parciales. La corrección final de un programa de ordenador dependerá también del proceso seguido por el alumno durante la fase de diseño del mismo. Para evaluar la correcta realización de este proceso se han seguido las siguientes técnicas:

- Entrega por parte de los estudiantes, junto con el resultado final de la práctica, de los resultados parciales de su trabajo, a intervalos fijados por el profesor.

- Mediante el uso de las tutorías electrónicas el profesor puede llevar un registro de la evolución del trabajo teórico y práctico de los alumnos y seguir de esa forma los procesos seguidos en su trabajo.

En cuanto a la problemática en la corrección de exámenes vista en el punto anterior y dada su importancia, la solución pasaría por la combinación de las técnicas empleadas hasta ahora de forma que se disponga de una o varias copias de seguridad de los resultados de los exámenes. En algunos casos esta copia de seguridad puede realizarse en un disco, y en otros casos habrá que realizarla en un ordenador seguro conectado a la red.

En la tabla 2 y la figura 1 se muestra una estadística de las soluciones adoptadas en la salvaguarda de los ficheros solución de exámenes de los alumnos para su posterior corrección con el porcentaje de problemas que aparecen en ellos.

<b>Tabla 2. Estadística de salvaguarda de ficheros solución de examen vs problemas en ellos</b>	
<b>Método utilizado</b>	<b>% Problemas</b>
Disco	10
PC seguro en red	5
Disco + PC seguro en red	2.3
Redundancia de PC seguro en red	0.35

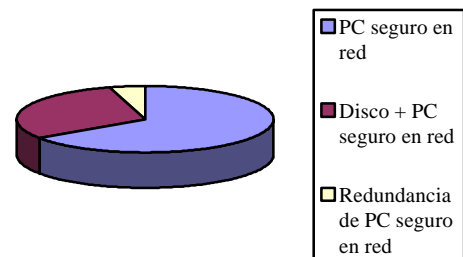


Fig. 1 Representación gráfica de la tabla 2.

## 5 Conclusiones

En este artículo se ha expuesto la experiencia en la evaluación de las asignaturas de computación en una carrera de ingeniería superior. Las principales dificultades encontradas las podemos clasificar en dos categorías: (1) dificultades de evaluación continua de los procesos de resolución de problemas y (2) dificultades técnicas de recepción de los trabajos. Algunas soluciones que hemos adoptado han ayudado a solucionar en parte estas dificultades: entrega periódica de trabajos parciales, tutorías electrónicas, revisión periódica de un subgrupo de trabajos, realización de copias de seguridad y entrega de trabajos por red.

## Bibliografía

- [Cabrera 1999] Cabrera, A.F., Colbeck, C.L., Terenzini, P.T. (1999) “Developing performance indicators for assessing classroom teaching practices and student learning: the case of Engineering”, actas del Seminario sobre Indicadores en la Universidad: información y decisiones, Universidad de León, 9—11 junio de 1999, pp. 27—34.
- [Hidalgo, 1996] Hidalgo, A. (1996) “La tutoría telemática como elemento estratégico de diferenciación en la formación”, II Jornadas Nacionales de Innovación en las Enseñanzas de las Ingenierías, Universidad Politécnica de Madrid, 3-4 diciembre 1996.
- [Moreno 1996] Moreno-Seco, F., Forcada, M.L. (1996) “Learning compiler design as a research activity”, *Computer Science Education* 7:1 (1996) 73-98.
- [Ramírez 1996] Ramírez, C. *et al.* (1996) “Modelo alternativo de prácticas para las asignaturas de algorítmica y programación”, II Jornadas Nacionales de Innovación en las Enseñanzas de las Ingenierías, Universidad Politécnica de Madrid, 3-4 diciembre 1996.
- [Santos 1999] Santos, M.A. (1999) “20 paradojas de la evaluación del alumnado en la universidad española”, *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2(1), <http://www.uva.es/aufop/publica/actas/ix/33-santos.pdf>.