

PRÁCTICAS REALES O PRÁCTICAS VIRTUALES

Lenin Lemus, Ana Pont, José A. Gil
Departamento de Ingeniería de Sistemas, Computadores y Automática
Universidad Politécnica de Valencia
{lemus, apont, jagil}@disca.upv.es

Resumen. Esta ponencia se desarrolla en el entorno de la Escuela Universitaria de Informática de Valencia, en la que se imparten las titulaciones de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas e Ingeniero Técnico en Informática de Gestión y, especialmente en las asignaturas del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores a la cual pertenecen los autores. En dicho entorno existen asignaturas y contenidos en los que una parte muy importante de su docencia se imparte en los laboratorios, y es en estos casos en los que nos planteamos si el diseño de las clases prácticas debe basarse en la implementación de circuitos reales o si, por el contrario, optamos por el desarrollo de las mismas en un entorno de simulación o virtual. En este trabajo se recogen los pros y contras de ambas opciones desde el punto de vista organizativo y presupuestario, docente y del alumnado.

1. Introducción.

Uno de los aspectos más novedosos de los Nuevos Planes de Estudio es el elevado número de créditos prácticos que incluyen. Para poder realizar estos créditos, es necesario contar con laboratorios, técnicos de mantenimiento, material tanto fungible como no-fungible, y los cuadernillos de prácticas. Esto supone que el correcto funcionamiento de las clases prácticas implica no sólo al profesorado sino también al personal técnico de laboratorio y a la infraestructura existente. Desde este punto de vista se puede decir que las clases prácticas llevan aparejados dos aspectos: por una parte está el aspecto organizativo, de gestión de recursos y presupuestario y, por otra parte está el aspecto claramente docente, que incluye el diseño de las prácticas, su redacción e inclusión en una serie de cuadernillos autocontenidos, la organización de los distintos grupos de alumnos en los laboratorios y, finalmente, la impartición y evaluación de las mismas.

Desde el punto de vista organizativo y presupuestario, para poder planificar la utilización y el equipo de los laboratorios, hay que tener en cuenta el espacio físico disponible. En la mayoría de Escuelas y Departamentos el espacio y el número de laboratorios disponibles son un bien escaso y, en general, es común la impartición de prácticas de diferentes asignaturas e incluso de diferentes centros en un mismo laboratorio. A la hora de determinar en qué laboratorio se van a realizar las prácticas, se deben tener en cuenta, como mínimo los siguientes aspectos:

1. Es conveniente que las prácticas de una asignatura, se realicen en la menor cantidad de laboratorios posible, a ser posible en uno solo.
2. El material de las prácticas que se llevan a cabo en un mismo laboratorio, debe ser lo más parecido posible, con el fin de poder tenerlo sobre las mesas de trabajo, ocupando la menor cantidad de espacio y permitiendo que los técnicos de laboratorio realicen su labor en el menor tiempo.

Por otra parte, estamos constatando que, en algunos casos, el número de créditos prácticos de las asignaturas (en especial de las optativas) es excesivo, esto es debido a que el incremento de este

tipo de créditos es utilizado muchas veces por los departamentos como una forma de obtener una mayor dotación de profesorado. Esta tendencia ha supuesto que,

1. En algunas asignaturas, las prácticas se estén impartiendo con el único objetivo de cumplir con los créditos asignados, debido, entre otras cosas, a que la misma naturaleza de la asignatura no permite contenidos prácticos de interés.
2. En otras materias se llevan a los laboratorios parte de los conocimientos teóricos, ante la imposibilidad de tratarlos en las aulas debido a restricciones de tiempo.

A nivel docente, el mayor reto del profesorado es llegar a diseñar el tipo de práctica más adecuado para lograr motivar al alumno, mantener el interés en la asistencia al laboratorio y cumplir con los objetivos globales de la asignatura. Llegados a este punto, y teniendo en cuenta todos los aspectos y condicionantes mencionados anteriormente, nos planteamos la dicotomía de diseñar prácticas reales o prácticas simuladas -virtuales-. Evidentemente, en algunas materias está problemática no se plantea ya que es prácticamente imposible disponer del sistema real sobre el que hacer prácticas de laboratorio y hay que optar invariablemente por realizar prácticas simuladas; esto sucede en asignaturas como por ejemplo Arquitectura de Computadores I y II, en las que se estudian máquinas paralelas y de altas prestaciones o, en Robótica.

Pero hay materias, como Introducción a los Computadores, Estructura de Computadores, Diseño Lógico, Diseño de Sistemas basados en Microprocesador, etc. dónde si se plantea la mencionada dicotomía. Por ejemplo, a la hora de diseñar prácticas sobre circuitos digitales (contadores, registros, funcione lógicas, ...), es posible optar por la implementación física del circuito en cuestión o elegir el simulador más adecuado pedagógicamente y diseñar una práctica simulada.

Es en este tipo de asignaturas y contenidos en los que se centra nuestra ponencia y sobre los cuales vamos a tratar a continuación diferentes puntos de vista.

En primer lugar se exponen los pro y contras de cada una de las opciones desde la óptica de la organización y gestión de las prácticas, a continuación se plantea el punto de vista del profesorado y, por último se recoge la opinión de los alumnos. Para finalizar, se expondrán a modo de resumen las conclusiones obtenidas.

2. Organización y gestión de las prácticas.

Los factores más importantes para poder organizar de forma adecuada la utilización de los laboratorios son:

- Número de laboratorios disponibles, sus dimensiones y forma.
- Cantidad de puestos de trabajo con los que cuenta cada laboratorio y distribución dentro de los mismos.
- Cantidad y tipo de equipo inventariable y fungible que se debe de colocar en los puestos de trabajo para la realización de las prácticas.
- Número de técnicos de laboratorio disponibles y sus horarios.

De estos factores básicos se observa que, si las prácticas emplean para su realización material de laboratorio común, el puesto de trabajo tendrá su dimensión óptima, además de que el tiempo necesario para iniciar una sesión de laboratorio es mínimo, y los técnicos de laboratorio realizan el menor trabajo posible. Y si todas las prácticas de una asignatura son realizadas en un mismo laboratorio, se evita que los alumnos se confundan en cuanto al lugar de realización.

En lo referente al presupuesto, si es posible compartir material inventariable entre las prácticas de varias asignaturas, disminuirá la cantidad de dinero requerido para equipar a los laboratorios. Cabe destacar en el caso del material fungible, se observa el mismo fenómeno, es decir, si varias prácticas utilizan el mismo tipo de material fungible, se puede comprar en volumen y abaratar costes, e incluso tenerlo en el menor tiempo posible.

Con lo expuesto hasta este punto, podemos comparar las ventajas de las prácticas realizadas mediante un ordenador y las realizadas con equipo especializado.

En el caso concreto del Departamento de Ingeniería de Sistemas, Computadores y Automática de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), las asignaturas que imparte en los distintos centros se agrupan dentro de Unidades Docentes, y éstas, en función del número de créditos que deben impartir tienen asignados uno o varios laboratorios. Esta organización tiene las siguientes ventajas:

- a) A lo largo del cuatrimestre en curso, los alumnos realizan las prácticas en un número reducido de laboratorios.
- b) Las Unidades Docentes agrupan a las asignaturas que tienen contenidos similares o que están relacionadas, con esto se logra tener en los puestos de trabajo de los laboratorios la mayor cantidad de equipos en común.
- c) Al inicio de la sesión de las prácticas, basta con colocar en cada puesto de trabajo el material necesario.

La tabla 1 recoge cómo algunos aspectos propios de la organización de las clases de laboratorio afectan al tipo de prácticas diseñado.

	Prácticas Simuladas	Prácticas Reales
Equipo Inventariable	Computador Personal, tarjetas que se insertan en el interior del PC. Licencias	Fuentes de alimentación variable, generador de señales, osciloscopio, multímetro, entrenador lógico,
Equipo fungible	Disquetes, papel, tinta impresora.	Placas de desarrollo, cables condensadores, resistencias, circuitos integrados, transistores, etc.
Mantenimiento	Comprobar el correcto funcionamiento del computador, verificar las configuraciones y el software.	Verificar que las fuentes, generadores de señales, y osciloscopios estén bien calibrados. Comprobar que se dispone de todo el material y que este está en buenas condiciones.
Espacio	Relativamente poco	Considerable

Tabla 1. Factores que afectan a los distintos tipos de prácticas.

En lo que respecta al equipo inventariable, el coste del material para realizar prácticas virtuales es menor que el del equipo para prácticas reales, especialmente en centros de elevada masificación como el que nos ocupa. Esto se agudiza debido a que las casas que venden programas, ofrecen precios especiales a las universidades, siendo difícil si no imposible encontrar ofertas como estas en el material especializado. El material fungible para realizar las prácticas virtuales queda limitado a uno o varios disquetes, mientras que en las prácticas reales, se requieren de más elementos y más costosos.

Respecto a su mantenimiento, una vez más, las prácticas virtuales son las menos caras de mantener ya que en general los ordenadores están conectados en red con lo que el técnico de laboratorio puede cargar y comprobar los programas de manera remota. En el caso de los equipos que requieren verificar su calibración esto no es aún posible. Lo mismo ocurre para los elementos discretos que son necesarios para realizar las prácticas reales, el técnico de laboratorio debe pasarse por cada uno de los puestos de trabajo y hacer las comprobaciones una a una.

Finalmente, el espacio ocupado por los ordenadores resulta ser menor que el del equipo necesario para realizar prácticas reales.

De lo expuesto hasta ahora, desde el punto de vista organizativo y presupuestario son más atractivas las prácticas virtuales que las reales.

3. Lo que piensan los profesores

La realización de prácticas utilizando los elementos reales hace que el alumno se enfrente directamente con la solución auténtica a los problemas que se le proponen, tal y como estos se le van a plantear en su vida profesional, por lo que desde el punto de vista didáctico representa una aproximación mucho más cercana a la verdad. Pero esta ventaja de las prácticas reales no solamente se logra desde la óptica de la solución obtenida, sino también desde el punto de vista de las herramientas que se utilizan a la hora de comprobar que esa solución es válida.

Por ejemplo, la utilización de chips reales para la realización de prácticas de sistemas digitales, además de hacer que el alumno sea capaz de interpretar las especificaciones dadas por los fabricantes de los chips, hace que tenga que tener en cuenta aspectos tales como la alimentación de los mismos, temporización de las señales, limitaciones en el fan-in y fan-out, etc., aspectos que no se tienen comúnmente en cuenta en los programas de simulación. Pero además, la utilización de chips reales en la implementación de circuitos digitales, hace que se tengan que utilizar herramientas reales (osciloscopios, analizadores lógicos, puntas de prueba,...) en la comprobación del correcto funcionamiento del circuito implementado.

Sin embargo, desde el punto de vista de la docencia, las prácticas reales pueden tener algunas desventajas frente a las virtuales. Desventajas que precisamente provienen de su excesiva realidad y de los problemas que pueden surgir en su desarrollo. Al enfrentar al alumno al mundo real en la realización de la práctica, éste puede perder la perspectiva del objetivo que persigue la misma y verse abrumado por detalles colaterales y problemas marginales a resolver que guarden poca o ninguna relación con el propósito del problema que se desea que solucione.

En lo que respecta a la organización de las prácticas, el tener que realizar prácticas con elementos reales implica que el alumno deba entrenarse en la utilización de numerosos dispositivos y herramientas previamente a la realización de las prácticas, con la consiguiente pérdida de tiempo útil de prácticas que conlleva. Pese a que en las prácticas con simulación también hace falta este periodo de entrenamiento para que el alumno se familiarice con la herramienta de simulación, hemos constatado que este periodo de entrenamiento se reduce considerablemente en el tiempo.

Otro aspecto a considerar es el aprovechamiento del tiempo por parte de los alumnos, reduciendo los tiempos muertos. Es común encontrar en las herramientas de simulación opciones que permiten guardar el trabajo realizado parcialmente para poder recuperarlo posteriormente. Esto permite una gran flexibilidad en la realización de prácticas, pudiendo permitirse que los alumnos se fijen su propio ritmo de trabajo. Difícilmente se puede guardar el trabajo realizado (circuitos implementados parcialmente) en las prácticas que utilizan elementos reales, especialmente cuando el número de alumnos es considerable y los materiales de prácticas escasos. Por lo que frecuentemente se deben desmontar los circuitos implementados al acabar cada sesión de prácticas. Esto lleva comúnmente a que se sobredimensione el tiempo destinado a cada una de las prácticas cuando se emplean elementos reales.

En la realización de prácticas simuladas existe una ventaja adicional si el software utilizado para las simulaciones es libre y es que en ese caso el alumno puede repasar, adelantar o terminar las prácticas en casa (en el caso de que disponga de una máquina adecuada, lo que es común en los alumnos de informática). Con ello, tiempo de estancia en el laboratorio puede ser optimizado. Esto no es así para las prácticas con elementos reales, ya que el número y propiedades de las herramientas y componentes imposibilitan la disponibilidad de los mismos por parte de los alumnos.

4. La opinión de los alumnos.

Para conocer cuál era el punto de vista de los alumnos respecto al tipo de prácticas se realizó una encuesta que se pasó entre los estudiantes de segundo cuatrimestre de la Escuela Universitaria de Informática matriculados en la asignatura Estructura de Computadores I. La encuesta, aunque breve, pretendía no sólo recoger la opinión de los alumnos respecto al tipo de prácticas sino ir un poco más allá y considerar aspectos tales como la familiarización con circuitos, dispositivos y situaciones reales relacionados con los estudios. El contenido de la encuesta es el siguiente:

1)	En tú opinión ¿cuál crees que debería ser el porcentaje de prácticas reales y cuál el de prácticas simuladas a lo largo de la carrera?
	_____ % Reales _____ % Simuladas
2)	Personalmente, ¿Qué tipo de prácticas te gustan más? ¿Por qué?
3)	Cuando has tenido la posibilidad de realizar prácticas con circuitos reales, ¿te ha parecido interesante y útil la experiencia de cablear?
4)	¿En qué aspectos <u>positivos/negativos</u> destacarías de las prácticas simuladas? Aspectos positivos: Aspectos negativos:
5)	Marca con una cruz aquellos componentes que serías capaz de distinguir: Resistencia Condensador Bobina Circuito integrado Diodo Transistor
6)	¿Crees que sería interesante que cualquier alumno que terminase la carrera hubiera montado por lo menos una placa real o circuito similar?
7)	¿Has tenido alguna vez una experiencia similar a quemar un circuito integrado, estropear una resistencia, darte la corriente,....?

Tabla 2. Encuesta pasada a los alumnos.

La muestra tomada fue de 100 alumnos, y una vez procesadas las respuestas se concluyó que:

Un 42% de los encuestados cree que a lo largo de la carrera deberían impartirse mayoritariamente prácticas reales, un 19% se inclina por una mayoría de prácticas simuladas, y el resto (39%) cree que deberían coexistir en un porcentaje similar ambos tipos de prácticas.

A nivel personal, un 44% dijo preferir las prácticas reales, un 40% las simuladas y el resto, un 16% se manifestó indiferente. Las razones que aducían los del primer grupo respecto a su preferencia se centraban mayoritariamente en la mayor experiencia que proporciona el trabajar con circuitos reales, mientras que los que se inclinaban por las prácticas simuladas se apoyaban en la mayor flexibilidad de éstas para detectar y corregir errores y, como aspecto curioso, muchos de ellos destacaban que lo que les gustaba de este tipo de prácticas era trabajar con el ordenador.

Sobre si consideraron útil la experiencia de realizar prácticas reales cableando circuitos, el 94% respondió afirmativamente y sólo a un 6% no le pareció interesante. Estos últimos y algunos del primer grupo aducían que el tipo de prácticas que habían realizado (implementación de contadores, registros, funciones lógicas, etc.) eran un tanto engorrosas de montar.

Cuando se les pidió la opinión sobre aquellos aspectos que destacarían de las prácticas simuladas, las respuestas más frecuentes en cuanto a la parte positiva estuvieron relacionadas con la facilidad de corrección de errores, la utilización de los ordenadores, el "mejor aspecto" de los circuitos que diseñaban y lo pedagógico de la mayoría de las herramientas empleadas. Los comentarios negativos se centraban fundamentalmente en la propia condición de "ser prácticas simuladas".

Respecto a los elementos de la lista que podrían reconocer fácilmente, sólo un 20% admitió ser capaz de distinguir cualquiera de ellos, aunque afortunadamente, menos de un 10% respondió no ser capaz de reconocer ninguno de ellos. Los elementos más difíciles de distinguir resultaron ser los diodos y los transistores.

Como era de esperar, el 100% de los encuestados consideró que debería ser una experiencia indispensable para todo alumno de la Escuela Universitaria de Informática, haber implementado, al menos una vez a lo largo de toda la carrera, una placa o circuito similar, ya que esta práctica les iba a proporcionar una visión más cercana al mundo real al cual tendrán que enfrentarse tras finalizar sus estudios.

En lo referente a haber pasado por experiencias tales como haber quemado algún circuito integrado, provocado algún cortocircuito, etc., un 69% reconocieron que en alguna ocasión les había pasado algún caso similar a los citados, aunque hay que destacar que una parte importante de los que así contestaron añadieron que "ellos venían de Formación Profesional"; el resto (31%) contestó negativamente alegando en algunos casos que habían sido correctamente advertidos por el profesor para evitar dichas situaciones. Cabe destacar que la mayor parte de los que respondieron afirmativamente a esta cuestión consideraron que fue "divertido" y que se "acordarán siempre" de lo sucedido.

Desde nuestro punto de vista la encuesta demuestra que los alumnos demandan más prácticas reales a lo largo de la carrera a pesar de que las prácticas simuladas son también de su agrado. De esto deducimos que entre ellos existe una preocupación por recibir una formación que les prepare correctamente para el ejercicio profesional y, en este sentido, creen que las prácticas reales son más adecuadas.

Creemos que sería interesante realizar la encuesta entre los alumnos del último cuatrimestre de la carrera y comparar puntos de vista.

5. Conclusiones.

En este trabajo se ha analizado una problemática común en la mayoría de Escuelas y Facultades de Informática: la realización de prácticas reales o simuladas. Se han recogido diferentes puntos de vista y para cada uno de ellos se han expuesto los pros y contras de ambas opciones.

Desde el punto de vista organizativo y presupuestario no cabe duda de que las prácticas simuladas o virtuales son mucho más interesantes que las reales. El personal técnico de laboratorio dedica mucho menos tiempo a la revisión de los puestos de trabajo, a las compras y, en general al mantenimiento de los equipos y elementos utilizados. Son también (en general) más económicas, no sólo por el coste del material en sí, sino también por la posibilidad de reutilización que ofrecen.

Los profesores somos conscientes de que las prácticas reales permiten un mayor acercamiento a situaciones de verdad, tanto por los circuitos diseñados como por las herramientas utilizadas. Este acercamiento es en general muy interesante aunque también puede darse el caso de que muchos de los problemas que se plantean cuando se trabaja con circuitos reales puedan llegar a eclipsar, por su importancia, el verdadero objetivo de la práctica. Sin embargo, mayoritariamente, creemos que debería fomentarse el trabajo con elemento reales, sino ya en prácticas de laboratorio debido a su alto coste económico y de personal, sí en trabajos de curso y de fin de carrera.

Por su parte los alumnos creen que el número de prácticas reales debería incrementarse a lo largo de la carrera, pero en general, no piensan que deberían desplazar a las simuladas ya que estas les resultan bastante agradables y cómodas de realizar ya que pueden guardar su trabajo a medias, corregir fácilmente los errores e incluso seguir trabajando en sus casas.