

Aprendizaje de Sistemas Digitales utilizando tecnologías interactivas

Marta Prim Sabrià, Joan Oliver Malagelada, y Vicenç Soler Ruíz

Title— Interactive technologies in Digital Systems classes.

Abstract— In this paper, we describe a new methodology applied to solving in-class problems. The aim is to increase the student's participation and motivation, and, consequently, the acquisition of knowledge and skill in digital systems.

We present the use of an interactive docent tool, Educlick, which has been adapted to these problems' classes. Educlick is based on the use of electronic answer remote controls. The classes are wholly directed. The experience is done in the subject of Digital Systems of Computer Science at the Escola d'Informàtica Universitària of the Universitat Autònoma of Barcelona, which has around 160 students.

Index Terms— Electronics engineering education, Electronic Answer Remote Controls, European Space of Higher Education (ESHE)

I. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se detalla como se han adaptado las clases de problemas de la asignatura Sistemas Digitales I al sistema de docencia presencial basada en la utilización de mandos electrónicos de respuesta, Educlick [1]. La experiencia se ha llevado a cabo en la asignatura de Sistemas Digitales I dentro de las titulaciones de ingeniería técnica en Informática tanto de gestión como de sistemas, en el primer cuatrimestre de dos cursos académicos 2007-2008 y 2008-2009. Sistemas Digitales I es una asignatura de 6 créditos, 3 de teoría, 1 de problemas y 2 de prácticas de laboratorio, que se imparte en la Escola Universitària d'Informàtica de la Universitat Autònoma de Barcelona (actualmente, dicha escuela y la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la UAB, están en proceso de fusión, pasando a denominarse Escola

d'Enginyeria). En esta asignatura se matriculan unos 160 alumnos.

Casi siempre el punto débil en la enseñanza de Sistemas Digitales es la realimentación alumno-profesor, es decir, al profesor le resulta complicado conocer si el alumno ha asimilado los conceptos tratados en las clases de teoría. Esta realimentación se debería obtener en las clases de problemas de la asignatura. Sin embargo, la problemática que se encuentra el profesor, con un número elevado de alumnos, es que en las clases de problemas normalmente es el propio profesor el que desarrolla el problema en la pizarra o a partir de transparencias, y los alumnos se limitan a copiar dicha información, sin el correspondiente estudio, desarrollo o meditación sobre el ejercicio propuesto. Ello impide que el profesor determine en que puntos es necesario realizar especial énfasis en las siguientes clases para mejorar el seguimiento de la materia.

Cabe mencionar que en las asignaturas de diseño de circuitos digitales es muy importante que el alumno realice problemas o ejercicios de análisis y síntesis de circuitos para adquirir los conocimientos, así como sus habilidades (utilizar con facilidad un simulador de circuitos digitales, trabajar con *data-sheets*, identificar circuitos integrados digitales SSI/MSI comerciales, etc.) y competencias (capacidad de análisis, de síntesis, de abstracción, etc.).

Para mejorar tanto los resultados académicos como los conocimientos, las habilidades y las competencias de los alumnos respecto al diseño de circuitos digitales combinatoriales y secuenciales de los últimos años, se ha fijado como objetivo principal buscar alternativas a la metodología aplicada durante estos últimos cursos, siempre teniendo presente las medidas encaminadas a la construcción del espacio europeo de enseñanza superior (EEES) [2-4]. Se constató la problemática en las clases de problemas de dicha asignatura y se consideró como posible punto de motivación incluir la interactividad en dichas clases. Esta interactividad se consigue cuando el alumno realice ejercicios en clase, individuales o en grupo, y comprueba la resolución del ejercicio mediante la utilización de los mandos electrónicos de respuesta. Esto permite al alumno interactuar con el profesor para conocer el porqué de la respuesta, esto es la realimentación que hemos comentado al inicio de este apartado.

El artículo consta de seis secciones. La primera es esta introducción a la situación a tratar y la solución adoptada. Una

Marta Prim pertenece al Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos de la Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici Q, Campus de Bellaterra, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona, Spain. Marta.prim@uab.es.

Joan Oliver pertenece al Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos de la Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici Q, Campus de Bellaterra, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona, Spain. Joan.oliver@uab.es

Vicenç Soler pertenece al Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos de la Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici Q, Campus de Bellaterra, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona, Spain. Vicenc.soler@uab.es

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

breve introducción a los mandos electrónicos de respuesta usados para llevar a cabo la metodología considerada, se presenta en la segunda sección. En la tercera sección, se detalla la metodología que se ha aplicado en las clases de problemas de la asignatura en estos dos cursos académicos. Se explica, en la cuarta sección, como se evalúan las clases de problemas, o también llamadas clases de actividades dirigidas utilizando los mandos electrónicos de respuesta. Los resultados de la experiencia se muestran en la sección cinco. Y por último, se exponen las conclusiones del uso de un sistema interactivo en la docencia presencial.

II. MANDOS ELECTRÓNICOS DE RESPUESTA

A. Estado del arte

Los mandos electrónicos de respuesta reciben distintas denominaciones como mandos de votación, dispositivos de respuesta remota, votadores inalámbricos, sistemas de respuesta personal,... (en inglés “clickers” o “interactive response system”), todos ellos tienen en común sus beneficios en el aprendizaje de la materia impartida. Existen distintas publicaciones que afirman dicha característica, desde la publicación [5] de Liu et al. en la cual presentaban la herramienta, Educlick y el artículo de Lin, [6], que detallaba su utilidad en las clases. A partir de ellos se han divulgado distintos artículos que exponen esta característica, de entre ellos se puede destacar el de Johnson [7] que describe como los mandos electrónicos de respuesta ayudan al profesor o instructor en tres puntos:

- Potenciar el grado de atención de los asistentes.
- Aumentar el grado de comprensión de la materia que se imparte.
- Permitir interactuar con los alumnos.

Igualmente, explica que para el alumno representa motivación, consolidación de conocimientos y participación activa en la clase.

Así mismo, otro artículo a mencionar es el de Martyn [8] que puntualiza dos particularidades de los mandos electrónicos de respuesta:

- Proporciona un mecanismo a los estudiantes para participar anónimamente.
- Integra un “juego” que anima más a los alumnos a la participación que una clase tradicional.

En concordancia con dichas publicaciones, muchas universidades españolas, entre ellas la Universitat Autònoma de Barcelona, apuestan por la implantación de tecnologías de la información y comunicación como herramientas de innovación en distintas materias. Dentro de estas herramientas se incluyen dichos mandos electrónicos de respuesta. Se utilizan en distintas áreas, principalmente en ciencias de la salud.

B. Sistema interactivo

La Escola Universitària d'Informàtica optó por la compra del sistema interactivo, Educlick, de todos modos,

actualmente, en el mercado existen distintos productos con prestaciones similares al sistema que nosotros utilizamos y presentamos como herramienta utilizada en nuestra experiencia.

El sistema interactivo, Educlick, que se está utilizando en las sesiones o clases de problemas de la asignatura de Sistemas Digitales consta de:

- Un software compatible con Microsoft PowerPoint que permite introducir unos controles de sesión a las transparencias diseñadas.
- Unos mandos electrónicos de respuesta.
- Un receptor, conectado al ordenador por USB, con el cual se sincronizan por radio frecuencia los mandos electrónicos de respuesta.

Toda la información generada en cada sesión es almacenada en una base de datos, permitiendo posteriormente la generación de informes o la exportación a Microsoft Excel, donde los datos pueden ser consultados y/o manipulados para poner a disposición de los alumnos los resultados obtenidos en cada sesión. Esto permite al alumno ver donde ha fallado e incidir su estudio en los puntos débiles detectados en la prueba desarrollada en clase.

En la figura 1 se observa los mandos electrónicos de respuesta y el receptor que se conecta por USB al ordenador. Los mandos constan de diez teclas de respuesta que están indicadas por letras o números. También, dispone de tres teclas más que en una combinación determinada sirven para la sincronización del mando con el receptor.



Figura 1. Mandos electrónicos de respuesta y receptor.

La figura 2 muestra dos ejemplos de transparencias, uno corresponde a una pregunta tipo test y el otro, a una pregunta de encuesta. Se puede observar que las dos incluyen el control de sesión. En la primera transparencia no está activado el inicio de votación y en la segunda lleva 20 segundos activado el proceso de votación donde hay dos mandos que han enviado su respuesta de los 60 mandos de respuesta configurados en el sistema.

Se diferencian tres tipos de ejercicios: ejercicios de análisis, ejercicios de síntesis o diseño y ejercicios de conocimientos teóricos.

Los ejercicios de análisis son ejercicios donde se presenta un circuito digital, combinacional o secuencial, y el alumno debe determinar la función o funciones del circuito y seleccionar de las tres o cuatro posibles respuestas cual es la correcta.

Los ejercicios de síntesis o diseño son, por el contrario, ejercicios con un enunciado describiendo un problema y el alumno debe realizar todos los pasos de síntesis hasta obtener el circuito, el cual debe comparar con las posibles soluciones que se le presentan en la transparencia. En estos ejercicios se les pregunta desde el número de puertas necesarias para la implementación hasta el comportamiento del circuito en un diagrama de tiempo.

Los ejercicios de conocimientos teóricos corresponden a preguntas sobre conceptos teóricos del tema en cuestión. En estos ejercicios, el alumno no debe realizar ningún desarrollo.

Cabe destacar algunas consideraciones en la preparación de los ejercicios:

- Los tipos de ejercicios indicados se van alternando para que el alumno no pierda el interés, o encuentre monótona la clase.
- Los ejercicios de conocimientos teóricos se programan con un tiempo de respuesta, es decir, se considera un tiempo razonable para que el alumno pueda seleccionar la respuesta correcta, finalizado este tiempo, no se permite la votación.
- Los ejercicios propuestos deben permitir al alumno saber el grado de conocimiento de la materia sobre la cual se está realizando la actividad.
- Los ejercicios se plantean con distintos grados de dificultad.

IV. EVALUACIÓN

La evaluación de esta asignatura se ha llevado a cabo en base al trabajo desarrollado por el alumno en cuatro evidencias de evaluación especificadas en la metodología docente presentada en la guía docente al inicio del curso. Se han valorado los conocimientos de la materia científicos-técnicos conseguidos, el grado de implicación en las prácticas de laboratorio así como el trabajo y la participación en la elaboración del e-portafolio por parte del alumno, que consiste en un trabajo continuado presentado en un wiki de temas de ampliación, ejercicios en grupo y ejercicios individuales, [11].

Parte de la valoración de los conocimientos científicos-técnicos corresponde a la evaluación de las clases de problemas interactivas que en este artículo se presenta. Se imparten seis clases de actividades dirigidas, de éstas el alumno debe haber asistido como mínimo a cuatro de ellas. De todas las actividades en las que ha participado el alumno se consideraran las cuatro con mejor puntuación. La nota

obtenida representa un 15% de la nota final de la asignatura en la primera convocatoria.

Estas clases de actividades dirigidas no son obligatorias, si un alumno no puede asistir a ellas, para obtener el 15%, se le ofrece la posibilidad de realizar dos ejercicios adicionales en la prueba final escrita de la asignatura.

V. RESULTADOS

Los resultados de la experiencia que se presentan a continuación hacen referencia a la participación, la evaluación de las actividades y la valoración de los alumnos sobre la utilización de los mandos electrónicos de respuesta.

El grado de participación de los alumnos a las clases de actividades dirigidas ha sido de un 87%, considerando las 6 actividades realizadas, como se muestra en la siguiente Figura 4:

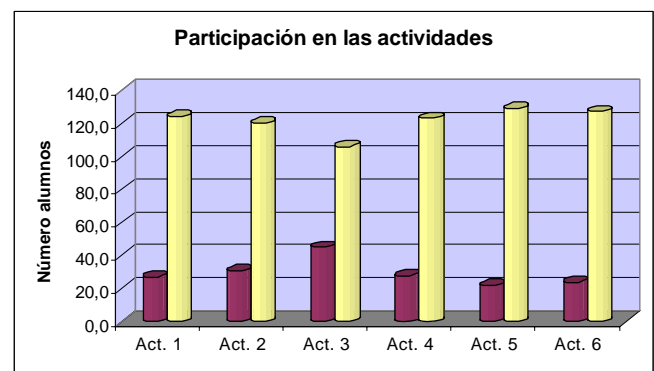


Figura 4. Grado de participación

En la figura 5 se presentan el rango de notas obtenidas por los alumnos al final del cuatrimestre después de realizar las seis actividades dirigidas programadas. Observando los resultados, se puede afirmar que la mayoría de los alumnos que asistieron a las actividades, las superaron con buena nota. La razón de este resultado puede ser la realización de los ejercicios con la ayuda de apuntes, libros, etc. además de poder resolver los ejercicios en grupo.

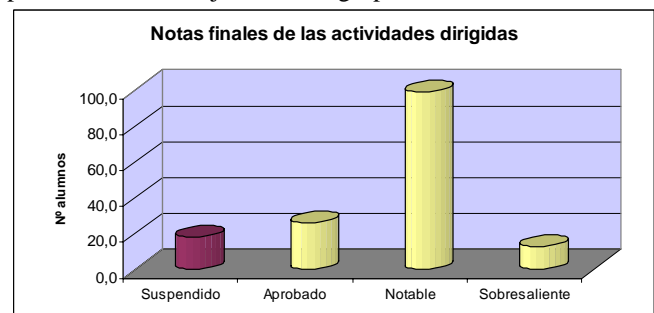


Figura 5. Resultados de la evaluación de las actividades dirigidas.

Si nos preguntamos como ha influenciado en el examen final la utilización de los mandos electrónicos de respuesta, se puede indicar que la diferencia más importante respecto a cursos anteriores es el porcentaje de alumnos que se presentaron a examen. Los dos cursos académicos que hemos utilizado los mandos electrónicos de respuesta el porcentaje ha

Hypermedia and Telecommunications 2004, pp. 1438-1443. Chesapeake, VA, 2004.

- [7] C. Johnson, "Clickers in Your Classroom," *Wakonse-Arizona E-Newsletter*, Vol. 3, No. 1, 2004.
- [8] M. Martyn, "Clickers in the Classroom: An Active Learning Approach". *Educause Quarterly*, number 2, pp. 71-74, 2007.
- [9] Guías docentes de la Escola Universitària d'Informàtica de Sabadell. . [Online]. Disponible: <http://eui.uab.cat/>. Último acceso: febrero 2009.
- [10] M. Prim, J. Oliver, V. Soler y J. Roig, "Wiki para la mejora del aprendizaje en el diseño de circuitos digitales". *VII TAAE 2006, Congreso sobre Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica*, Libro de resúmenes pp. 119-120, Madrid , 2006.
- [11] Wiki de la asignatura de Sistemas Dgitalas I [Online]. Disponible: <https://wiki.uab.cat/0809-ETI-SD1>. Último acceso: marzo 2009.



Marta Prim es doctora en Informática 1996 por la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y profesora Titular de Universidad en el departamento de Microelectrònica i Sistemes Electrònics (MISE) de la UAB desde 2002. Vinculada a la enseñanza de Sistemas Digitales y Metodología y Gestión de proyectos, en el ámbito docente, y en análisis de datos en el ámbito investigador. Desde el año 2000 ha participado en diversos proyectos docentes y tiene publicados artículos sobre metodología docente aplicada a la enseñanza en el área de las TIC.



área de las TIC.

Joan Oliver es profesor de Universidad desde el año 1990 del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Su línea de investigación está orientada al desarrollo de sistemas embebidos sobre FPGAs. Desarrolla su tarea docente en el diseño de sistemas digitales y encastados sobre FPGAs. Desde el año 2000 ha participado en diversos proyectos docentes y tiene publicados artículos sobre metodología docente aplicada a la enseñanza en el



docente, y en análisis de datos y comunicaciones inalámbricas en el ámbito investigador.

Vicenç Soler. Barcelona, España 1970. Doctor Ingeniero en Informática 2007, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Investigador en el Centro CIBER-BBN (Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina) desde 2007 y Profesor Asociado en el Dept. de Microelectrònica i Sistemes Electrònics (MISE) de la UAB desde 1997. Vinculado a la enseñanza de Redes de ordenadores y comunicaciones inalámbricas en el ámbito