



Uso de mandos interactivos para la evaluación formativa con realimentación rápida

Carlos Álvarez, Josep Llosa
Dpto. de Arquitectura de Computadores
Universitat Politècnica de Catalunya
calvarez@ac.upc.edu, josepll@ac.upc.edu

Resumen

Numerosos estudios han demostrado que el uso de la realimentación como herramienta docente resulta beneficioso para el aprendizaje. Para que esta realimentación sea útil debe ser rápida, es decir, llegar al alumno poco después de haber realizado su tarea. En este artículo presentamos resultados de una prueba piloto en la que se ha usado una herramienta para proporcionar realimentación basada en transparencias y mandos interactivos. Con esta herramienta los alumnos contestan todos a la vez a preguntas realizadas en clase. La herramienta recopila los datos y ofrece estadísticas inmediatas sobre las respuestas de los alumnos. Esto permite al profesor detectar los errores comunes y enfatizar aquellos aspectos más deficitarios para los alumnos, proporcionando realimentación inmediata. Explicamos también las características de la herramienta, el entorno de trabajo, los beneficios aportados, las deficiencias observadas y las incidencias producidas. Finalmente proporcionamos una evaluación estadística de la prueba, tanto a través de encuestas a los estudiantes como analizando sus resultados académicos.

Palabras clave: realimentación rápida, mandos interactivos, evaluación continua

Recibido: 26 de octubre de 2010; **Aceptado:** 17 de noviembre de 2010.

1. Introducción

El uso de la realimentación como herramienta docente resulta muy beneficioso para el aprendizaje [1, 2, 4, 6]. La realimentación es información del estudiante, que es procesada por el docente y, una vez devuelta al estudiante, le aporta nuevos conocimientos. Para que sea útil debe ser rápida, es decir, llegar al alumno poco después de haber realizado su tarea.

En este artículo presentamos los resultados de una prueba piloto en que se ha usado la herramienta TurningPoint®¹ para proporcionar realimentación rápida tanto a alumnos como a profesores. Esta herramienta está basada en Microsoft® PowerPoint® y utiliza mandos a distancia, similares a los utilizados en algunos concursos de televisión, como dispositivos de respuesta. Existen otras empresas que comercializan sistemas similares y creemos que nuestros resultados son extrapolables. Con este tipo de herramientas los alumnos pueden contestar todos a la vez a preguntas realizadas en clase. La herramienta recopila los datos y ofrece estadísticas sobre la marcha de las respuestas de los alumnos. Esto permite al profesor detectar los errores comunes y hacer hincapié en aquellos aspectos más deficitarios para los alumnos, proporcionando una

realimentación casi inmediata.

En la Sección 2 de este trabajo se explican las características del software y el hardware asociados a la herramienta utilizada. La Sección 3 presenta las características de la asignatura en que ha sido realizada la experiencia y su sistema de evaluación anterior a la misma. La Sección 4 explica el método utilizado, los beneficios que (en nuestra opinión) ha aportado, los problemas y deficiencias que creemos que tiene y las incidencias que se han producido. La Sección 5 presenta los resultados de las cualificaciones obtenidos, las opiniones de los estudiantes y diversas estadísticas relacionando la participación y los resultados de los estudiantes en la prueba piloto con sus notas finales así como las opiniones de los profesores. Finalmente, la Sección 6 presenta nuestras conclusiones.

1.1. Trabajo relacionado

En este trabajo se presenta el uso de mandos interactivos para obtener realimentación rápida mediante una evaluación formativa. La distinción entre evaluación sumativa y evaluación formativa ya ha sido introducida por Valero-García y Díaz de Cerio [12]. Sus principales características son:

¹<http://www.turningtechnologies.com/studentresponsesystems/studentresponsesolutions/turningpoint/>

- Evaluación formativa: su principal objetivo es el aprendizaje. La información se utiliza para identificar los puntos fuertes y débiles, motivar a los alumnos para estudiar, crear actividades de aprendizaje y ofrecer realimentación sobre el proceso tanto a los alumnos como al profesor.
- Evaluación sumativa: su principal objetivo es, básicamente, poner notas. La información se utiliza para determinar el nivel de aprendizaje alcanzado por el alumno.

En la evaluación formativa, por su propia definición, debería primar la prontitud sobre la precisión y fiabilidad de la evaluación. Es decir, es más importante que el alumno sepa rápidamente si sus decisiones han sido acertadas que saber con exactitud su nota. En la evaluación sumativa, en cambio, está en juego el expediente del alumno, por lo que debe ser precisa y fiable, aunque no se ofrezca con prontitud.

En este contexto el realimentación sobre el trabajo realizado se considera una de las herramientas clave en el aprendizaje. Black y Wiliam [2] realizan un estudio detallado acerca de la evaluación formativa que enfatiza los efectos positivos que surgen de obtener buen realimentación durante el aprendizaje. Gibbs y Simpson [6], por su parte, presentan diez condiciones bajo las cuales la evaluación ayuda al aprendizaje de los estudiantes. En su trabajo estos autores demuestran la influencia de la evaluación en el volumen, enfoque y calidad del estudio y la influencia de la realimentación en el aprendizaje. Biggs [1] enfatiza que «el aprendizaje sucede a través de la actitud activa del estudiante: es lo que él hace por lo que aprende, no por lo que hace el profesor». Bolliger y Martindale [4] por su parte sostienen que la realimentación del profesor es el factor más importante en relación a la satisfacción con la enseñanza, y que los estudiantes prefieren obtener una realimentación inmediata y seguir un aprendizaje más guiado antes que tener una total libertad para dirigir su propio aprendizaje.

Por otro lado, aumentar la interactividad ha sido el objetivo principal de muchos estudios (véase como ejemplo los de Siau, Sheng y Nah [11] y de Kern, Moore y Akillioglu [7]) y se ha demostrado que cuando los estudiantes interactúan con sus profesores, están más activamente implicados en el proceso de aprendizaje (véase Wang, Haertel y Walberg [13]). Dentro de este contexto, Riesco y Díaz [9] estudian como implementar sistemas interactivos en la clase mediante terminales informáticos. En este artículo se presenta un trabajo con una implementación más simple pero que puede permitir obtener los mismos resultados de realimentación.

2. Los mandos interactivos y la herramienta

La herramienta utilizada consiste en un componente hardware y otro software. El hardware necesario consiste en:

- un ordenador portátil para el profesor (del que probablemente ya disponga para hacer presentaciones en clase) y un proyector,
- un receptor de radiofrecuencia que se conecta mediante un puerto USB al portátil del profesor (incluido con los packs de 30 y 50 mandos),
- un mando a distancia por radiofrecuencia para cada alumno de la clase (con un coste actual de 100 € cada uno).

Puede verse el aspecto del receptor y de uno de los mandos utilizados en la Figura 1.

El receptor de radiofrecuencia va acompañado del software correspondiente consistente en los controladores necesarios para el receptor y el software para gestionar las presentaciones. El software para las presentaciones, llamado Turning-Point, es un *plug-in* para Microsoft PowerPoint. Este *plug-in* añade una nueva barra de herramientas a PowerPoint como se ve en la Figura 2.

Esta barra de herramientas incluye las opciones necesarias para crear diapositivas interactivas, configurar y ejecutar una presentación y generar informes. Otras funciones interesantes son:

- la creación de listas de participantes donde cada mando se puede asociar a un estudiante;
- la asociación de una puntuación para cada respuesta;
- la generación de estadísticas e informes detallados, tanto por respuesta como por estudiante, etc;
- el establecimiento de competiciones en los que, por ejemplo, se puede generar automáticamente una transparencia que muestre los mejores resultados (*Top Ten* de la sesión).

Para saber más sobre las funciones de la herramienta se puede consultar el manual².

3. Entorno de la prueba

La prueba piloto se ha realizado en la asignatura Estructura de Computadores 2 de la Facultat d'Informàtica de Barcelona. Es una asignatura obligatoria de primer ciclo de la Ingeniería Informática, tiene 6 créditos ECTS y los alumnos suelen cursarla en el tercer semestre.

Los contenidos son los clásicos de una asignatura de Estructura de Computadores [10]: lenguaje ensamblador, jerarquía de memoria y entrada/salida.

La asignatura está planificada en 13 semanas de clase. Cada semana se imparten 4 horas de teoría y problemas y 1 hora de laboratorio. La distribución de los contenidos es de aproximadamente 5 semanas para ensamblador, 6 semanas para jerarquía de memoria y 2 semanas para entrada/salida.

3.1. Método de evaluación

Estructura de Computadores 2 implementa una evaluación formativa, ya que ha sido diseñada con el objetivo de fomen-

²http://www.turningtechnologies.com/resources/TPManuals/spanish_TPManual2003.pdf



Figura 1: El receptor y el mando

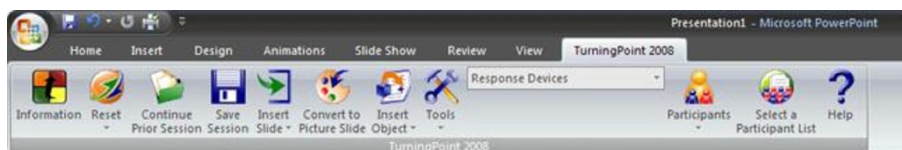


Figura 2: Barra de herramientas TurningPoint

tar que los alumnos lleven la asignatura al día y contribuir al aprendizaje. Por tanto, el método de evaluación de la asignatura es una parte importante de la metodología docente.

La evaluación sirve para determinar si el alumno ha alcanzado los objetivos de la asignatura, pero también es una herramienta muy potente para ayudar a que el alumno alcance esos objetivos. La característica fundamental del método de evaluación de Estructura de Computadores 2 es que los alumnos pueden superar la asignatura mediante la evaluación continuada, sin necesidad de ir al examen final. De esta forma, se fomenta que los alumnos lleven la asignatura al día.

En la evaluación distinguimos dos partes o componentes: uno teórico (80 %) y otro práctico (20 %). No es imprescindible aprobar por separado ninguno de los dos componentes. El componente de práctica se evalúa a partir de un conjunto de ejercicios de laboratorio [5]. El teórico se evalúa, o bien a partir de un examen final, o bien a partir del mecanismo de evaluación continua que describimos a continuación.

Durante el curso, y en horas de clase, se realizan tres controles de dos horas de duración sobre la materia. Los controles están distribuidos uniformemente en el tiempo, teniendo lugar cada cuatro o cinco semanas. El nivel de estos controles no es inferior al del examen final. Además el segundo y tercer control incluyen conceptos de los controles anteriores. Para superar la parte de teoría el alumno ha de aprobar los tres controles de forma independiente, o bien obtener una nota media superior o igual a 6. Los alumnos que no superen la parte teórica deben ir al examen final.

Además de los tres controles de la evaluación continuada, se realizan otros dos o tres controles sorpresa durante el curso, generalmente a mitad de un bloque de teoría. Estos controles tienen una duración de entre media hora y una hora y se resuelven inmediatamente después de su elaboración.

El objetivo de los controles sorpresa no es evaluar a los estudiantes, y por ello no tienen ningún impacto negativo en la nota final. No obstante, como motivación a los estudiantes estos controles son tenidos en cuenta en ciertas circunstancias siempre positivas, como redondeos al alza, liberar del examen final a un alumno con un control suspendido y media muy próxima a 6 o aprobar a un alumno con nota final cercana a 5.

El profesor evalúa las prácticas sesión a sesión en función del trabajo y los resultados de los alumnos, sin necesidad de realizar ningún examen, entrega de prácticas o entrevista. La evaluación es individual pese a que las prácticas se hacen en pareja.

No es necesario aprobar las prácticas para aprobar la asignatura pero la experiencia nos muestra que casi ningún alumno con el laboratorio suspendido aprueba la asignatura.

4. Aplicación

En este apartado se explica cómo se han utilizado los mandos interactivos durante dos cuatrimestres de la asignatura. Asimismo se explican algunas de las incidencias y problemas detectados durante la experiencia.

4.1. Logística de reparto de los mandos

Uno de los puntos clave a decidir en este tipo de pruebas es si se debe realizar una asignación unívoca entre los mandos y los estudiantes o no. En caso de que no se realice una asignación los mandos se repartirán en cualquier orden entre los alumnos. Así pues, los alumnos podrán contestar a las preguntas expuestas en las transparencias pero, sin embargo, este no podrá generar ninguna nota final por alumno, ya que no se puede saber quién ha contestado qué. Los resultados obtenidos sí que pueden servir para aportar realimentación rápida, pero el interés de los alumnos por el examen puede disminuir, ya que saben que su nota individual no puede ser registrada.

En el caso de asignar cada mando a un alumno identificado, es más problemático realizar la repartición de los mandos al principio de la prueba, pero el sistema identifica las respuestas individuales de cada alumno y se le puede asignar una nota. Como ya se ha comentado, aunque en esta experiencia no se han usado los mandos para realizar una evaluación sumativa (de hecho lo desaconsejamos debido a las limitaciones del sistema), hemos escogido asignar los mandos de forma personalizada por dos motivos principales: por un lado esto permite realizar un seguimiento personalizado de los alumnos y por otro, hace que los alumnos se sientan más motivados ya que, aunque su nota no depende de los resultados, estos son personales y sí que les pueden reportar beneficios tal y como se explica más adelante.

Finalmente es importante comentar que el coste de distribución de los mandos no es despreciable. En los experimentos realizados el tiempo usado para la asignación de los mandos era de unos 15 minutos en la primera clase y de unos 10 en las siguientes debido a que los alumnos interiorizaban el método y el proceso se agilizaba. El tiempo de recogida era menor, de tan solo unos 5 minutos. Este tiempo puede reducirse si no se realiza una asignación unívoca como en nuestro caso, pero no mucho dado que, debido al alto precio de cada dispositivo, se requería que los alumnos entregaran un documento identificativo a cambio del mando.

4.2. Desarrollo de la sesión

Como ya se ha comentado el planteamiento de esta experiencia ha sido utilizar los mandos interactivos para reforzar la evaluación formativa de los estudiantes. Por este motivo, ya desde un principio, se decidió utilizar los mandos para sustituir los exámenes sorpresa que ya se venían realizando en la asignatura.

Una de las ventajas clave del uso de mandos interactivos a la hora de realizar estos controles es la posibilidad de proporcionar realimentación inmediata. En los controles sorpresa “clásicos” que se realizaban en esta asignatura la clase de dos horas se dividía en dos partes: en la primera parte el profesor repartía los exámenes entre los alumnos y les permitía realizarlos durante una hora; a continuación se recogían los exámenes y durante la segunda hora se realizaba la correspondiente corrección. Aunque el sistema funcionaba razonablemente

bien, presentaba algunos inconvenientes que enumeramos.

- Algunos alumnos desistían de seguir las explicaciones de la corrección porque ya habían realizado el examen.
- Varios no recordaban qué habían respondido en algunas preguntas ni por qué.
- Unos pocos incluso abandonaban la clase antes de la corrección desesperanzados por sus resultados.

Durante los controles mediante mandos interactivos, en cambio, la rutina de la sesión es ligeramente distinta.

- En una primera transparencia se plantea el problema que deben resolver los alumnos. A continuación se les deja tiempo para resolverlo. Se puede ver un ejemplo del tipo de ejercicio que se plantea en la Figura 3.
- Una vez los alumnos han tenido tiempo para resolver el problema, la siguiente transparencia plantea a los alumnos la pregunta a contestar y una elección entre varias posibles respuestas al problema tal y como se ve en la Figura 4.
- Los alumnos votan la respuesta que les parece correcta. En este punto es importante señalar que los alumnos no tienen tiempo de rehacer el problema si ninguna respuesta se ajusta a lo que ellos han resuelto. En este caso pueden optar por arriesgarse a apostar por una o no contestar (suelen escoger la primera opción).
- El sistema recoge las respuestas de los alumnos hasta que pasa un tiempo predefinido o escogido *ad-hoc* por el profesor, que puede ver en tiempo real cuantos alumnos han respondido.
- A continuación el sistema muestra estadísticas de los resultados obtenidos. Esta estadística, que por otra parte es opcional, es muy importante ya que aquí los alumnos suelen darse cuenta de que hay mucha variabilidad y que el resultado no era el que ellos esperaban. Un ejemplo real de esto puede verse en la transparencia mostrada en la Figura 5. Aquí suele iniciarse la discusión entre alumnos y profesor sobre la solución.
- A continuación se muestra la respuesta correcta (el icono verde que muestra también la Figura 5). Si la respuesta correcta no coincide con la respuesta mayoritaria el profesor puede parar el examen y explicar en ese mismo momento cómo se llega a la respuesta correcta.
- Finalmente se pasa a realizar la siguiente pregunta hasta el final del examen en el que el sistema muestra la clasificación de los alumnos que mejor han respondido al examen.

Este sistema resulta mejor que el examen clásico porque, al proporcionar una realimentación tan inmediata (apenas un minuto después de resolver cada pregunta), soluciona los problemas antes comentados:

Numeración y operaciones en binario

- Dadas las secuencias de bits
 $A = 11001110$
 $B = 11001110$

- Realizad la suma $S = A+B$

Lenguaje Máquina
5

Figura 3: Ejemplo de problema a resolver por los alumnos durante un control con mandos interactivos.

- Nadie abandona la clase durante la explicación porque el examen aún no ha finalizado.
- Los alumnos recuerdan perfectamente qué han contestado y por qué: acaban de contestar hace un minuto.
- Están muy motivados a aprender de las explicaciones, ya que de entender las primeras respuestas depende su resultado en las siguientes. Todavía pueden sacar buena nota.

Para aumentar la motivación de los alumnos, en los exámenes con mandos, además de con las bonificaciones habituales (que, como ya se ha comentado, eran simplemente que la nota «se tendría en cuenta en casos puntuales y apurados») se decidió premiar a los tres mejores alumnos de cada examen con 3, 2 y 1 décimas de punto respectivamente en la nota final de curso. Esto, unido al hecho de que el sistema calcula los resultados instantáneamente y permite publicar al final del control la lista ordenada de resultados por alumno, aumenta significativamente la motivación de los estudiantes. Hay un efecto competición que resulta muy positivo para mejorar sus conocimientos.

4.3. Deficiencias e Incidencias

La principal deficiencia del sistema es que está limitado a preguntas de respuesta múltiple. Aunque es posible realizar algunos problemas que tengan un resultado concreto que los estudiantes trabajan durante un tiempo para finalmente contestar una de las opciones, esta no es la situación ideal, ya que es muy fácil descartar algunas respuestas sin resolver el problema. Además esto obliga al profesor a anticipar los errores

más comunes de los estudiantes, cosa no siempre fácil. Desde nuestro punto de vista sería más adecuado si el estudiante pudiese introducir una respuesta numérica.

El sistema permite preguntas multirespuesta y las hemos usado en ocasiones. No obstante es bastante rígido y es francamente complicado rectificar la respuesta. En el caso de respuesta única el estudiante puede rectificar su respuesta simplemente pulsando otro botón con la respuesta que considera correcta. En las preguntas multirespuesta no hay forma de indicar qué se desea corregir y la única forma de hacerlo es volver a pulsar otra vez las respuestas. Si por ejemplo una pregunta tiene 3 respuestas válidas, el sistema considera que las 3 primeras pulsaciones corresponden a las 3 respuestas del estudiante, y si el estudiante quiere rectificar debe pulsar otras 3 veces. Si por error el estudiante pulsa sólo 2 veces o una de las pulsaciones no ha sido detectada y decide rectificar, el sistema asume que la primera rectificación es en realidad la última respuesta original y sólo rectifica 2 de ellas. Por supuesto, si el estudiante desconoce el número de respuestas correctas, es imposible rectificar; por este motivo siempre informábamos del número de respuestas correctas.

Otra importante deficiencia que en algunos entornos puede impedir la utilización del sistema es que tan solo funciona con el software privativo PowerPoint de Microsoft, no existiendo ni aplicaciones ni controladores para otros entornos o sistemas operativos como OpenOffice o Linux.

Finalmente relatamos algunas incidencias que se han producido durante las sesiones.

- Avance de las transparencias. Es relativamente fácil que el profesor se equivoque al pulsar hacia adelante, o que la pulsación sea más larga de lo necesario, con lo que el programa avanza dos transparencias. Esto hace que se

3- Interpreta el resultado de la suma suponiendo que A, B y S corresponden a números naturales de 8 bits escritos en binario. Traduce a decimal el resultado de la suma.

1. 412
2. -100
3. 156
4. No podemos saberlo porque el resultado ocupa 9 bits
5. No podemos saberlo porque hay carry
6. No no podemos saberlo porque se produce overflow
7. Ninguna de las anteriores



Figura 4: Pregunta y posibles respuestas

3- Interpreta el resultado de la suma suponiendo que A, B y S corresponden a números naturales de 8 bits escritos en binario. Traduce a decimal el resultado de la suma.

1. 412
2. -100
- ✓ 3. 156
4. No podemos saberlo porque el resultado ocupa 9 bits
5. No podemos saberlo porque hay carry
6. No no podemos saberlo porque se produce overflow
7. Ninguna de las anteriores

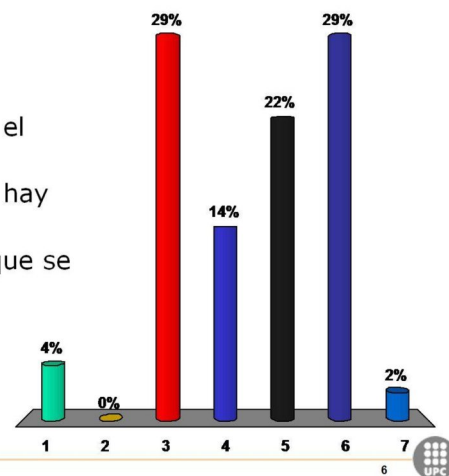


Figura 5: Respuesta correcta y estadísticas de las respuestas de los alumnos

cierre el tiempo de respuestas y se muestren las soluciones antes de tiempo. Como resultado o bien se invalida la pregunta o se repite (pero los alumnos ya han visto la solución).

- Lista de alumnos. Un error fácil de cometer es que el profesor se olvide de cargar la lista de alumnos antes de iniciar la sesión, o que se cargue una lista incorrecta. Esto impide mostrar una transparencia de clasificación al final de la sesión. Además, el profesor tendrá que modificar los informes manualmente para relacionar el identificador de mando con los alumnos, cosa bastante tediosa.
- Pregunta errónea o ambigua. Es posible que la redacción de las preguntas o respuestas sea ambigua o equívoca en algún caso. En este aspecto es más flexible que un examen de respuesta múltiple, ya que se generará una discusión en la que los alumnos podrán explicar por qué la pregunta era ambigua o les indujo a error. En cualquier caso se consigue el objetivo de que los alumnos aprendan gracias a la realimentación. No obstante esto obliga al profesor a invalidar la pregunta o reconsiderar la puntuación, con lo que tendrá que manipular manualmente los informes, tarea que ya hemos comentado que puede resultar tediosa.
- Aparecen en clase nuevos alumnos que no están en la lista. Esto obliga a modificar la lista durante la clase, lo que ralentiza la dinámica de la sesión.

Aun así hay que remarcar que todas las incidencias presentadas se solucionan rápidamente en cuanto se tiene un poco de práctica y el sistema funciona razonablemente bien y sin problemas a partir de la segunda vez que se realiza la experiencia.

5. Resultados

Para evaluar los resultados de la experiencia llevada a cabo se han seguido diversas metodologías. Por un lado, y aparte de nuestra propia impresión, queríamos conocer la opinión que tenían los alumnos de los resultados obtenidos. Para ello se llevó a cabo una encuesta que permitió saber si sus opiniones coincidían con las del profesorado. Por otro lado, y dado que teníamos los resultados individuales de cada alumno en los exámenes con mandos interactivos, se han realizado una serie de pruebas estadísticas que sirven para determinar la fiabilidad de este sistema de evaluación.

Las preguntas realizadas a los alumnos en la encuesta junto con la media de las respuestas y la desviación estándar entre paréntesis se pueden ver en la Tabla 1. Los resultados se muestran para los dos cuatrimestres en los que se ha llevado a cabo el experimento, teniendo en cuenta que el primer cuatrimestre solo se aplicó a un grupo piloto y el segundo se aplicó a todos los grupos de la asignatura. Para cada afirmación los alumnos podían responder con un número entre 1 y 4,

mostrando su grado de conformidad con la afirmación (1 totalmente en desacuerdo, 4 totalmente de acuerdo). Se decidió usar una escala Ipsativa [3] de 4 niveles en lugar de la típica escala Likert [8] de 5 niveles para forzarles a mostrar sus preferencias.

Los estudiantes son muy conscientes de que no realizan suficientes problemas en clase, tal y como se puede ver en las primeras dos preguntas del Cuadro 1. Sin embargo los exámenes con mandos interactivos les obligan a resolver los problemas y a aprender de ellos (preguntas 3 y 4). Además, como se puede ver también por la última respuesta, aunque los mandos son muy buenos para obligarles a atender no influyen a la hora de motivarles a trabajar más en casa.

Otro de los resultados interesantes que se pudieron observar es la relación entre las notas de los alumnos que participaron en la experiencia y el resto de alumnos del resto de grupos (que realizaron la misma evaluación que el grupo experimental). Los resultados se muestran en el Cuadro 2. En esta se puede observar tanto la nota media como el porcentaje de aprobados, tanto del grupo piloto como del resto de alumnos, así como la media de todos los alumnos de la asignatura. Los propios profesores que hemos llevado a cabo el experimento somos conscientes de que el grupo piloto es un grupo que suele obtener mejores resultados académicos que el resto de alumnos, sin embargo, la diferencia es suficientemente significativa como para considerar que el experimento ha influido como un factor positivo en los resultados.

Se ha realizado también un estudio de correlación entre las notas que han obtenido los estudiantes en la evaluación final de la asignatura y las notas que obtuvieron durante los exámenes con mandos interactivos. La correlación obtenida ha sido positiva pero débil ($r = 0,42$) lo que confirma la idea de que los mandos son muy adecuados para realizar evaluación formativa, pero no sumativa.

Para comparar de forma más global los resultados académicos del uso de los mandos interactivos se puede observar el Cuadro 3. En esta se muestra el porcentaje de aprobados de la asignatura durante tres cuatrimestres. En el primero (Q0) se realizó la evaluación habitual en la asignatura. El segundo cuatrimestre (Q1) hace referencia al cuatrimestre de experimentación con el sistema de mandos interactivos en el que se probó con un grupo piloto y del que se han explicado antes los detalles. Finalmente, el tercero (Q2), es el cuatrimestre en el que todos los grupos han realizado exámenes con mandos interactivos.

Los resultados que se muestran deben ser tratados con cuidado debido a que estamos hablando de cuatrimestres distintos y por tanto, aunque se intenta, no se puede asegurar que la dificultad objetiva de los exámenes de todos los cuatrimestres sea la misma (ni tampoco, claro, la capacidad media de los alumnos). De hecho y aunque los resultados del tercer cuatrimestre (donde todos los alumnos usaron los mandos interactivos) fueron mucho mejores que los del primero (donde nadie los usó), son ligeramente peores que los resultados medios del segundo (donde sólo un grupo los usaba). En general, la sensación de los profesores de la asignatura es que los mandos

Pregunta	Media (Desv. Est.)	
	Q1	Q2
Resolvía los problemas de la asignatura en casa.	1,7 (0,62)	1,8 (0,88)
Resolvía los problemas propuestos en clase antes de que lo hiciera el profesor.	1,5 (0,90)	1,8 (1,00)
Aprendí conceptos de la asignatura durante los exámenes con mandos interactivos.	3,2 (0,73)	2,7 (0,82)
Los exámenes con mandos interactivos me ayudaron a darme cuenta de los conceptos de la asignatura que no entendía.	3,0 (0,76)	2,6 (1,01)
Los exámenes con mandos interactivos me motivaban a estudiar la asignatura más.	1,9 (0,92)	1,7 (0,85)

Cuadro 1: Respuestas a la encuesta

Grupo	Número de estudiantes	Nota media	Porcentaje de aprobados
Piloto	52	6,47	90,5
Resto	82	5,48	66,7
Total de la asignatura	134	5,87	76,1

Cuadro 2: Aprobados de la asignatura

Grupo	Q0	Q1	Q2
Piloto	–	90,5	73,5
Resto	66,4	66,7	–
Total de la asignatura	66,4	76,1	73,5

Cuadro 3: Evolución del porcentaje de aprobados

interactivos son una buena forma de realizar una clase muy efectiva de trabajo individual.

El último punto que nos gustaría destacar es el efecto que han tenido los “premios” en la evaluación. Como ya se ha comentado, durante el segundo cuatrimestre se regalaron 3 décimas de nota al alumno con mejores resultados en cada examen, 2 al segundo y 1 al tercero. En total 10 estudiantes (debido a los empates) han sido premiados con décimas y todos habrían aprobado sin necesidad del premio, de forma que este sirvió para subir nota pero resultó anecdótico a efectos reales.

6. Conclusiones

Los mandos interactivos han demostrado ser una buena herramienta para el fomento de la interactividad en clase y para proporcionar una realimentación rápida que mejore de forma significativa el proceso de aprendizaje. Además este tipo de clases ayudan a aumentar el interés de los alumnos y son bien valoradas por los mismos.

Por otro lado se ha visto que esta herramienta también presenta diversas limitaciones que hacen que no sea especialmente adecuada para realizar una evaluación sumativa. Es más propensa a errores de forma y, aunque el hecho de obtener una corrección automática la hace muy cómoda, no fomenta para la prueba un entorno tranquilo y reflexivo como un examen clásico.

Aunque la experiencia ha sido positiva, creemos que en el futuro sería mejor utilizar una herramienta de evaluación e interactividad más flexible como podría ser un sistema web con acceso individual (por ejemplo mediante un portátil por alumno). Mientras tanto pensamos seguir utilizando esta herramienta que ha demostrado cumplir su función de una forma adecuada.

Agradecimientos

Agradecemos su colaboración y entusiasmo a nuestros alumnos. Este trabajo ha sido respaldado por la CICYT TIN2007-60625, la Facultat d'Informàtica de Barcelona y el Departament d'Arquitectura de Computadors de la UPC.

Referencias

- [1] Biggs, J.: *The Reflective Institution: Assuring and Enhancing the Quality of Teaching and Learning*. Higher Education, vol. 41, núm. 3, pp. 221–238. 2001.
- [2] Black, P. Wiliam, D.: *Assessment and Classroom Learning. Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, vol. 5 núm. 1, pp. 7–74. Enero 1998.
- [3] Blinkhorn, S, Johnson, C and Wood, R.: *Spuriouiser and spuriouiser: The use of ipsative personality tests*. Journal of Occupational Psychology, vol. 61, pp. 153–162, 1988.

- [4] Bolliger, D.U., Martindale, T.: *Key Factors for Determining Student Satisfaction in Online Courses*. International Journal on E-Learning, vol. 3 núm. 1, pp. 61–71. Marzo 2007.
- [5] Fernández, A., Llosa, J., Sánchez, F.: *Estrategias para el diseño de laboratorios orientados al aprendizaje continuo*. Actas de las XIV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2008), pp 189–196, Granada, 2008.
- [6] Gibbs, G., Simpson, C.: *Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning*. Learning and Teaching in Higher Education, vol. 1 núm. 1, pp. 3–31. 2005.
- [7] Kern, A.L., Moore, T.J., Akillioglu, F. C.: *Cooperative Learning: Developing an Observation Instrument for Student Interations*. Frontiers in Education (FiE) 2007.
- [8] Likert, R.: *A Technique for the Measurement of Attitudes*, Archives of Psychology vol. 140, pp. 1–55, 1932.
- [9] Riesco, M., Díaz, M.: *Sistema docente de realimentación inmediata en clases prácticas*. Actas de las XI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2005), pp. 29–36, Villaviciosa de Odón, Madrid, 2005.
- [10] Sánchez, F., Fernández, A., Llosa, J.: *La enseñanza de Estructura de Computadores en el EEES*. Actas de las XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2007), pp 19–26, Teruel, 2007.
- [11] Siau, K., Sheng, H. Nah, F.F-H.: *Use of a Classroom Response System to Enhance Classroom Interactivity*. IEEE Transactions on Education, vol. 49 núm. 3, pp. 398–403. Agosto 2006.
- [12] Valero-García, M., Díaz de Cerio, L.M.: *Evaluación continuada a coste razonable*. Actas de las IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2003), pp. 183–190, Cádiz, 2003.
- [13] Wang, M.C., Haertel, G.D., Walberg, H.J.: *What Influences Learning? A Content Analysis of Review Literature*. Journal of Education Research, vol. 84 núm. 1, pp. 30–43. Sept-oct 1990.



Carlos Álvarez Martínez es Ingeniero de Telecomunicación (1998) y Doctor en Arquitectura de Computadores (2007) por la Universidad Politécnica de Cataluña. Trabaja como profesor en el Departamento de Arquitectura de Computadores de la Universidad Politécnica de Cataluña desde 1998. Sus investigaciones están relacionadas con el desarrollo

de procesadores específicos para entornos multimedia y bioinformáticos y con la computación reconfigurable así como con formas más eficientes de enseñanza y aprendizaje.



Josep Llosa Espuny es Licenciado en Informática (1990) y Doctor en Arquitectura de Computadores (1996) por la Universidad Politécnica de Cataluña. Es profesor en el Departamento de Arquitectura de Computadores de la Universidad Politécnica de Cataluña desde 1990. Sus investigaciones están relacionadas con microarquitectura, jerarquía de memorias y técnicas de compilación con un énfasis especial en

planificación de instrucciones. Ha publicado alrededor de 70 artículos relacionados con dichos temas, ha participado en diversos proyectos de investigación con otras universidades y empresas (principalmente en el marco de los programas ESPRIT e IST de la Unión Europea y es miembro de la red de excelencia Europea HiPEAC.

©2010 C. Álvarez, J. Llosa. Este artículo es de acceso libre, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons de Atribución, que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales