

Proyecto para el diseño, montaje y administración de un Cluster de computadores por parte de los estudiantes

Fco. Javier Fernández Baldomero, Mancia Anguita López

Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores

Universidad de Granada

C. Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n

18071-GRANADA

{jfernand,manguita}@ugr.es

Resumen

En el marco de un Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Granada para la asignatura de 5º curso “Arquitectura de Computadores II” (ACII) en el curso 2008-09, realizamos el diseño, compra, montaje, instalación y utilización de un mini-cluster de computadores orientado a aplicaciones científicas. En el curso 2009-10, disponiendo ya del equipo montado, la actividad se ha replanteado como instalación y utilización del cluster, habiéndose concurrido al Programa de Apoyo a Docencia Práctica para la adquisición de hardware adicional con el cual explotar las prestaciones del cluster (servidor de disco, red Infiniband, etc). Esta contribución describe el método aplicado para desarrollar y evaluar la actividad, el cluster diseñado por los estudiantes y su configuración software, así como los resultados de encuestas de opinión de los estudiantes que participaron, posibles variaciones para futuras ediciones de la experiencia, y las conclusiones alcanzadas con la realización del proyecto.

Summary

In the framework of a Teaching Innovation Project of the University of Granada on the “Computer Architecture II” (ACII) subject on 5th course in the 2008-09 academic year, we designed, purchased, assembled, installed and used a mini-cluster of computers aimed at scientific applications. In 2009-10, being the system already designed, the activity has been restated as installation and use of the cluster, having applied to the Lab Teaching Support Program for the purchase of additional hardware

in order to exploit cluster performance (disk server, InfiniBand network, etc). This contribution describes the method used to perform and assess the activity, the cluster designed by the students and its software configuration, as well as the outcome of opinion polls on the students involved, possible variations for future experience editions, and the conclusions achieved with this project.

Palabras clave

Cluster, Linux, Beowulf, arquitectura de computadores, aprendizaje por proyectos.

1. Introducción

El Aprendizaje por Proyectos [8] es un método docente ampliamente reconocido por su capacidad para estimular la participación de los estudiantes y mantenerlos motivados hacia la asignatura. Como características básicas distintivas del método se pueden destacar el menor énfasis en la enseñanza mecánica y memorística para dedicarse a un trabajo más retador y complejo, el enfoque interdisciplinario (apropiado a un trabajo complejo) en lugar de orientado al área o asignatura, y el trabajo cooperativo frente al individual.

Adoptar el método puro de Aprendizaje basado en Proyectos implicaría una fuerte coordinación entre el profesorado de las distintas asignaturas implicadas [5] [9], y en último término una reforma completa en la estrategia docente de los estudios. En este trabajo hemos optado por introducir un pequeño proyecto voluntario en la asignatura ACII, con la intención obvia de mejorar la motivación de los estudiantes, y en segundo término para observar la actitud de los mismos ante lo que podría ser una práctica de

las nuevas asignaturas en los próximos planes de estudio de los Grados.

2. El proyecto y su forma de evaluación

En el contexto del Plan de Innovación Docente de la UGR en convocatoria 2008-09 [7], se nos concedió un presupuesto de 3.650€ que se puso a disposición de los estudiantes para diseñar, comprar, montar, instalar, evaluar y utilizar un pequeño cluster para la ejecución de aplicaciones científicas. Esta finalidad se justifica por el tipo de prácticas que se vienen realizando en la asignatura ACH (paralelización de aplicaciones como, por ejemplo, integración numérica, tratamiento de imágenes, etc.).

El enunciado de la actividad se proporcionó anticipadamente a los estudiantes a través de la web de los profesores [6]. Básicamente, se proponía diseñar el cluster en un plazo de 5 semanas (acabando antes de Semana Santa), para posteriormente instalarle el S.O., pasarle benchmarks (para comprobar si las prestaciones eran las esperadas según el diseño) y que diera tiempo a ejecutar en él las prácticas de la asignatura antes de que acabara el curso. Las normas de evaluación de la asignatura se alteraron de la forma indicada en la Tabla 1. Las ventajas para los estudiantes que participaran eran un menor umbral para aprobar, y un tope de nota algo mayor (11 puntos).

Actividad	resto clase		grupo cluster	
	max	umbr	max	umbr
Examen	7,0	3,5	5,0	1,5
Prácticas	3,0	1,5	3,0	1,0
Proy. Cluster			3,0	1,0
Suma	10,0	5,0	11,0	3,5

Tabla 1. Puntuación de ACH en el curso 2008-09.

Se decidió añadir 3 puntos adicionales, por el trabajo realizado en el Proyecto Cluster (2 puntos) y un cuestionario final sobre el mismo (1 punto), mantener los 3 puntos de prácticas, y prorratear a 5 puntos el examen de teoría. Obsérvese que se podrían obtener 11 puntos, y que se rebajaron los umbrales de aprobado al 30% (frente al 50% “normal”), pudiéndose aprobar holgadamente con 1.5 puntos en el examen final de Teoría.

Las encuestas del curso 2008-09 nos han revelado la buena aceptación por parte de los estudiantes de los umbrales bajos (no tanto de los

prorrates), de forma que en el curso 2009-10 hemos preferido plantear el proyecto (instalación, configuración, evaluación y explotación del cluster) como alternativa a las prácticas normales, con los mismos máximos y umbrales (Tabla 2). La alternativa se denominó “Centro de Procesamiento de Datos”, dando a entender que esta actividad u otras similares podrían practicarse en la futura asignatura de Grado de dicho nombre.

Actividad	máximo	umbral
Examen final	7,0	3,0
Test	3,5	0,7
Ejercicios	3,5	-
Prácticas	3,0	1,25
Suma	10,0	4,25

Tabla 2. Puntuación de ACH en el curso 2009-10.

Para supervisar el desarrollo de la actividad se ha utilizado el sistema SWAD de la UGR [1] [2] [3], aprovechando la zona común de archivos para entregar documentos de trabajo (Figura 1) y el foro para comunicación profesores-estudiantes (Figura 2). En el curso 08-09 se produjeron 16 trabajos y 348 *posts* (58 de los profesores).

La web de la actividad [6] sugería unas cuantas actividades que los estudiantes podían realizar autónomamente (Tabla 3), apuntaba algunas webs de fabricantes y vendedores de donde obtener información para realizar los diseños, y ha servido también para ir anotando comentarios y resumiendo las aportaciones realizadas a lo largo del proyecto.

Zona común (grupo: Trabajo Cluster)
(accesible para lectura por alumnos del grupo y profesores de la asignatura)
3 niveles; 12 carpetas; 38 archivos; 29,2 MiB (2,8% de 1,0 GiB)

Nombre	Fecha	Tamaño	Propietario
comun	10/06/09 21:16	4,0 KiB	
ClusterAC2.pdf	16/04/09 13:13	292,3 KiB	Ignacio
Diseño_final.pdf	16/04/09 11:35	2,2 MiB	Pablo
fotos	16/05/09 00:51	4,0 KiB	Manuel
Lista compra	11/05/09 11:02	4,0 KiB	Javier
meetings	22/05/09 13:14	4,0 KiB	Javier
Trabajos	15/06/09 19:16	4,0 KiB	Javier
Ignacio	10/06/09 13:38	4,0 KiB	Ignacio
HPL.pdf	10/06/09 13:34	266,9 KiB	Ignacio
maui-instalacion.pdf	10/06/09 13:34	290,0 KiB	Ignacio
Jose Maria	10/06/09 14:36	4,0 KiB	José
slurm.pdf	10/06/09 14:36	81,3 KiB	José
Luis	10/06/09 13:44	4,0 KiB	Luis
livecd.pdf	10/06/09 13:44	104,1 KiB	Luis
Manuel	09/06/09 19:06	4,0 KiB	Manuel
gcc_jcc_mpi.pdf	09/06/09 19:06	168,7 KiB	Manuel
Pablo	10/06/09 21:09	4,0 KiB	Pablo
C3Tools.pdf	10/06/09 21:06	271,5 KiB	Pablo
SystemImager.pdf	10/06/09 21:06	291,9 KiB	Pablo
Paula	14/06/09 23:33	4,0 KiB	Paula
FEDORA CORE 10.pdf	14/06/09 23:33	43,5 KiB	Paula

Figura 1. Zona común de trabajos SWAD, curso 2008-09.

Asunto	Primer mensaje	Último mensaje	Nº mens.	No leídos	Escritores
Dinámica de trabajo y normas del foro	Javier 01/03/09 12:02	Fernánd... 22/06/09 19:20	10	0	3 82
Config. servidores [Pág. 1 2 ... 5 ... 8]	Luis 01/03/09 22:30	Fernánd... 19:29	78	0	15 61
Benchmarks [Pág. 1 2 3]	Ignacio 02/03/09 19:47	Javier 01/05/09 20:59	22	0	9 50
Elección procesador [Pág. 1 2 ... 4 ... 6]	Jose Al... 02/03/09 13:14	Javier 14/04/09 12:07	54	0	17 58
Procesamiento GPU [Pág. 1 2 3 4]	Francis... 04/03/09 14:20	Javier 12/04/09 23:39	34	0	11 41
Red de interconexión [Pág. 1 2]	Manuel 09/03/09 22:01	Javier 07/04/09 21:17	11	0	8 32

Figura 2. Foro SWAD usado para el diseño, curso 2008-09.

La experiencia del curso 2008-09 ha permitido aquilatar de forma más precisa la cantidad de trabajo que los estudiantes consideran apropiada para 3 puntos de calificación, de forma que en el curso 2009-10 sólo se ha planteado la instalación, configuración, evaluación y explotación del cluster ya montado. Las actividades se realizaban presencialmente en horario de prácticas y tutorías, sobre el cluster real, anotando los profesores las tareas en las que cada estudiante participaba activamente. Los estudiantes realizaron su informe [4] como documento GoogleDocs, también enlazado en la web del Proyecto [6].

3. Desarrollo del proyecto

En ambos casos, ya sea como actividad voluntaria adicional (curso 2008-09) o alternativa (2009-10) a las prácticas normales, nos ha sucedido que pocos estudiantes escogen el proyecto, razonando que implica realizar más trabajo que las prácticas normales para obtener la misma nota. En el curso 2008-09 participaron 15 estudiantes de un total de 150 (10%), y en el 2009-10, 7 de un total de 134 (5%). Como incidencias destacables, hay que comentar que en el curso 2008-09 la etapa de diseño colaborativo en el foro no convergió a un diseño consensuado, por lo que hubo que reunir a los estudiantes, agruparlos en 2 grupos (7-8 estudiantes) y encargarles que realizaran el diseño por escrito durante Semana Santa para cumplir los plazos. Paradójicamente, los dos diseños entregados fueron virtualmente idénticos. La etapa de instalación de software tuvo más incidencias, lo cual sirvió de argumento para dedicarle mayor

Actividad	Puntos
aportación de componente, precio, y características técnicas (en el foro)	0,1-0,3
rebatir o comentar aportación previa con precios, detalles técnicos o conceptos clase	0,1-0,3
encontrar defectos diseño en aportaciones	0,1-0,2
encontrar oferta similar a diseño aportado	0,1-0,2
encontrar relaciones entre documentación de componente y conceptos estudiados en clase	0,1-0,2
documentar instalación / config. de software	0,3
tarea de instalación / config. de un software	0,3
otras	según

Tabla 3. Posibles actividades del proyecto (08-09), y su puntuación aproximada.

atención (exclusiva, de hecho) en el curso siguiente, como se detalla en la sección 5. Básicamente, nos proponíamos elucidar si dichas incidencias se debían a una falta de habilidades de base, o a un exceso de tarea. Ambos motivos podrían ser también causa de la baja participación.

En el curso 2009-10 se resaltó que el proyecto consistía exclusivamente en instalar, configurar y evaluar el cluster, y administrarlo durante el periodo de explotación (las últimas semanas del curso) para que los restantes compañeros pudieran ejecutar en él los programas paralelos realizados como prácticas. Como ya se ha indicado, las actividades se han realizado presencialmente, anotando el profesor la participación de cada estudiante. Aparentemente no hubo incidencias, aunque a posteriori algunos estudiantes han mostrado discrepancias con el desarrollo del proyecto, en la encuesta anónima que se les ha realizado (no durante sesiones presenciales). Más adelante extraemos conclusiones a este respecto.

4. Cluster diseñado por los estudiantes

En el curso 2008-09 se realizó una reunión tras los diseños de Semana Santa para afinar algunos detalles, tras la cual se realizó la primera compra por un precio de 3000€ aprox. (Tabla 4). El resto del presupuesto se liquidó posteriormente, tras haber montado el cluster y comprobado su correcto funcionamiento. El colchón de 500€ hubiera permitido reponer algún componente vital si se hubiera estropeado durante el montaje. Al no surgir ninguna contingencia, se aprovechó para darle un acabado profesional al equipo (Tabla 5).

En la Figura 3 se muestra el cluster ACII tras la sesión de montaje, y en la Figura 4 con todos los componentes instalados, las puertas retiradas y los nodos parcialmente extraídos.

Componente	cant.	precio
CPU Intel Core i7-920	3	734,97
Placa Madre ASUS P6T SE	3	662,31
Mem. 6GB DDR3 1066 KVR-N7K3	3	284,97
Switch GbE TL-SG1016	1	76,99
Tarjeta GbE D-Link DGE-530T	1	18,99
cable RJ-45 Cat6 3m	4	15,08
KVM Level-One KVM-0410	1	89,00
cable KVM PS/2 1.8m	4	16,00
HDD 500GB SATA-II	3	143,97
Grabador DVD SATA	1	24,44
Lector DVD SATA	2	27,84
Fuente Alimentación 500W	3	84,87
Tarjeta VGA PCIe GF7200 256MB	3	76,77
Monitor LCD 19" LG W1941S	1	99,99
Teclado Logitech PS/2	1	7,54
Ratón Logitech óptico PS/2	1	5,40
Armario 19" 22U	1	434,90
Caja Rack 19" 4U	3	236,70
Regleta 19" 8 tomas	1	48,60
Total		3089,33

Tabla 4. Componentes básicos del cluster ACII.



Figura 3. El cluster ACII tras la sesión de montaje.

Componente	cant.	precio
Guías laterales telescópicas	3	91,11
Panel de parcheo 24x RJ-45	1	63,28
Herramienta Impacto	1	27,42
cable parcheo 1m	4	4,84
bolsa tornillería M6	1	26,26
Termostato Digital 1U	1	137,47
Regleta 19" 6 tomas	1	49,96
Pasacable 1U cepillo/peine	2	50,34
Anilla guiacable 1U horizontal	8	31,68
Anilla guiacable 1U vertical	8	31,68
Cable TwisTies 30m	1	2,96
Total		517,00

Tabla 5. Detalles de acabado del cluster ACII.

5. El software

Aunque en el curso 2008-09 diversos estudiantes escogieron (y obtuvieron puntuación por) trabajos escritos sobre instalación y configuración de determinados paquetes software, en la etapa de instalación surgieron incidencias difíciles de reconducir. ¿Cómo convencer a un estudiante de

que, si ha obtenido nota por un trabajo de instalación, él es el responsable de que funcione?



Figura 4. El cluster ACII con detalles de acabado.

Como ya se ha indicado previamente, para distinguir si esta situación se debía a un exceso de tarea o a una carencia formativa (y aprovechando que el cluster ya estaba montado), al año siguiente la actividad se simplificó, reduciéndola a la instalación, configuración, evaluación y explotación del cluster.

Para evitar la situación de que un solo estudiante pudiera bloquear el proceso de instalación, se propuso repartir el trabajo de forma que al menos dos estudiantes tuvieran base suficiente en cada tema, respondiendo los estudiantes que preferían organizarse entre ellos, comprometiéndose a que el cluster estuviera operativo en la fecha indicada.

Para evitar la situación del estudiante que hace un trabajo escrito sin sentirse comprometido a que el proceso de instalación y configuración descrito deba funcionar, o a que se deban resolver los problemas que surjan más tarde relacionados con su uso, se propuso que todo el trabajo fuera presencial, y que se fuera generando un diario o

bitácora, para disponer de una referencia que permitiera reproducir todo el trabajo realizado.

En el curso 2009-2010 los estudiantes que escogieron el proyecto realizaron la instalación del Sistema Operativo Debian con servidor DHCP y firewall IPTables, clonado de nodos con CloneZilla, paso de mensajes con Open-MPI, sistema de colas Torque, monitorización Ganglia y autenticación LDAP. No dio tiempo a probar ningún benchmark, debido fundamentalmente a la cantidad de sesiones dedicadas a instalar Torque y LDAP.

Los profesores indicaron previamente que podían aportar su experiencia con otros Sistemas Operativos, aunque si los estudiantes estaban dispuestos a organizarse entre ellos, repartirse el trabajo equitativamente, generar el diario requerido y comprometerse a tener el cluster operativo en los plazos indicados, no se les obligaría a rechazar la opción Debian.

El cluster estuvo operativo en la fecha indicada sin que se produjeran incidencias durante las sesiones presenciales. Paradójicamente, la encuesta anónima realizada posteriormente reveló disconformidades con el desarrollo del proyecto que permanecieron ocultas durante todo el cuatrimestre. Concretamente, se descubrió que los estudiantes hubieran preferido menos libertad.

6. Encuestas de opinión

En ambos cursos, 2008-09 y 2009-10, se invitó a los estudiantes a rellenar un cuestionario anónimo destinado a evaluar en qué medida se habían alcanzado los objetivos del proyecto, y si se debía mantener el próximo curso, con o sin modificaciones, o se debería eliminar. Estos objetivos del cuestionario se les comunicaban explícitamente a los estudiantes en el propio formulario. Las preguntas del cuestionario se ofrecen en la siguiente Tabla.

Pregunta	formato
¿Es el primer año cursando la asignatura?	s/n
El proceso de diseño del cluster le ha permitido aprender	-2...2
Considera que se debe mantener este trabajo en la asignatura	-2...2
Justifique 2 anteriores respuestas	libre
¿Qué es lo que más le ha gustado?	libre
¿Por qué?	
¿Qué cambiaría?	libre

En la forma de calificar al estudiante ¿qué cambiaría? ¿qué conservaría?	libre
Cualquier otro comentario que desee hacer	libre

Tabla 6. Cuestionario anónimo del Proyecto Cluster.

De los 12 estudiantes que entregaron la encuesta en el curso 2008-09, casi la mitad eran matriculados de primera vez (5 de 12), frente al 100% (6 de 6) del curso 2009-10. En la Tabla 7 se resumen las respuestas más frecuentes, junto con su frecuencia. En general, los estudiantes opinan que la actividad les ha permitido aprender y se debe mantener.

En atención a las opiniones 2008-09, en 2009-10 se redujo drásticamente la cantidad de trabajo a realizar (a la parte software exclusivamente), se

bajaron los umbrales mínimos, no se prorrateó el examen final, y se replanteó el proyecto como unas Prácticas alternativas (en sustitución de las “normales”). Los 6 estudiantes que entregaron el cuestionario anónimo opinaron mayoritariamente que debería darse más nota, siendo la puntuación injusta en comparación con las otras Prácticas.

Retrospectivamente, no se debería haber dado tanta importancia a las opiniones positivas en 2008-09 sobre la *libertad para escoger tarea*, y se debería haber intervenido frecuentemente durante las sesiones (sin darle tanta importancia al *ambiente distendido*) para recapitular sobre los hitos alcanzados y los que quedaban por cumplir.

	2008-2009					2009-2010						
Universo	12					6						
Primer año	41.7% (5 de 1 ^{er} año / 7 repetidores)					100% (6 de 1 ^{er} año)						
Aprender	1.42	(-2:1	-1:0	0:0	1:3	2:8)	1.50	(-2:0	-1:0	0:0	1:3	2:3)
Mantener	1.33	(-2:1	-1:0	0:0	1:4	2:7)	1.33	(-2:0	-1:0	0:0	1:4	2:2)
	frec.	respuesta				frec.	respuesta					
justificación	5x	aplicar teoría				2x	trabajo satisfactorio, interesante					
	4x	temas no cubiertos en otras asignaturas, motiva, interesa, es voluntario				2x	trabajo diferente, no cubierto en otras asignaturas					
	3x	aprender mediante la práctica, trabajar en grupo				2x	se aprende de los compañeros					
gustado más	6x	el clúster ha sido real foro (por su nivel, formato, ambiente)				3x	desarrollar capacidades profesión útil para un futuro empleo					
	3x	los grupos aprender sobre componentes				2x	ver el cluster funcionando ir resolviendo problemas instal. / config.					
	2x	libertad para todo (escoger tarea, proponer componentes)				2x	entorno distendido					
qué cambiaría	6x	que haya más participación mucho trabajo para tan poca nota				5x	organizar mejor: falta experiencia, material apoyo, difícil aprender que sea más guiado, menos libertad					
	4x	que quede más claro al principio los objetivos, puntuación, lista tareas, y que no es competitivo				2x	grupos más pequeños: 7→5 máx. sesiones todas en Laboratorio no en tutorías (probl. espacio)					
						2x	instalar Infiniband					
forma calificar	4x	en general, correcta				4x	más nota, injusto respecto otra Práctica					
	2x	se debe conocer la nota sobre la marcha, tras la aportación				4x	puntuar no según resultados, sino según esfuerzo / aprendizaje					
	2x	bajar más los umbrales, o quitarlos										
comentario	3x	estoy satisfecho					satisfecho con nuestro trabajo, he aprendido bastantes cosas					
	2x	espero que otros estudiantes puedan beneficiarse también					agradecer dedicación profesor y flexibilidad desarrollo trabajo					
	2x	se debe conocer la nota sobre la marcha, tras la aportación					hay que ser más realista, no da tiempo, montar 2 SO es de locos, o menos objetivos o más nota					
							obligar: Debian, Torque...					
							tanta libertad da quebraderos cabeza, obligando ahorraríamos tiempo					

Tabla 7. Resultados de la encuesta anónima.

Las calificaciones obtenidas por los estudiantes se resumen en la Tabla 8, para mostrar

que no se trata de un caso de calificación cicatera por parte del profesorado. Cubrir las competencias

de este proyecto en una asignatura con temario propio resolvería muchas de estas objeciones (participación, puntuación, organización, etc.).

curso	Notas					media
2008-09	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,41
	2,9	2,6	2,5	2,4	2,4	
	1,9	1,8	1,8	1,4	1,4	
2009-10	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,71
	2,5	2,5				

Tabla 8. Calificaciones del Proyecto Cluster.

Por tener una cierta idea de la popularidad que pudiera alcanzar la web del Proyecto Cluster, se le añadió en su día (Julio 2009) el *tracker* para las analíticas Google. El número de visitas que alcanzó en pocos meses nos hizo considerar la posibilidad de traducirla a inglés (Sept. 2009).

Ambas versiones de la web muestran distinta estacionalidad, como se puede comprobar en sus gráficas de visitas (Figura 5, Figura 6). La versión española ha llegado a acercarse recientemente a 50 visitas semanales, mientras que la inglesa llegó a 40 el pasado 2º cuatrimestre, y no se consulta tanto en los primeros cuatrimestres (15-20 visitas semanales, ver Figura 6 a izquierda y derecha del tramo con más visitas, 2º cuatrimestre 2010).



Figura 5. Informe Google Analytics de la web del Proyecto Cluster [6] (español).



Figura 6. Informe Google Analytics de la web del Proyecto Cluster [6] (inglés). El tramo de más visitas es el 2º cuatrimestre de 2010.

7. Posibles variaciones del proyecto

En vista a futuras variaciones del proyecto, se puede argumentar (mediante las encuestas

recolectadas) que los estudiantes desean una planificación rigurosa con hitos marcados en donde se obtenga puntuación que se conozca sobre la marcha, sobre un plan de trabajo previamente fijado por los profesores. Sólo un pequeño porcentaje de estudiantes prefiere un trabajo con más libertad, frente a la mayoría que preferiría cambiar la organización de la experiencia (5 de 6 en 2010). La paradójica poca satisfacción con la nota obtenida (sólo 4 de 12 en 2009, 2 de 6 en 2010, siempre 66% insatisfecho) indica que estos temas debieran cubrirse en una asignatura con temario (y calificación) propios.

La variación que quedaría por intentar sería realizar unos diarios detallados de instalación, temporizados por el profesor, para eliminar radicalmente el argumento de que es demasiado trabajo para tan poca nota. Los estudiantes que demostraran haberlos leído previamente (por ejemplo, respondiendo preguntas verbales o un test), tendrían derecho a intentar realizar la instalación y configuración descrita en ellos, en las fechas indicadas en la temporización. Se podría ofrecer la posibilidad de abandonar el proyecto durante el curso, si consideran que la nota que van obteniendo no es suficiente, y otra práctica alternativa les resultara más interesante.

8. Conclusiones

Durante los cursos 2008-09 y 2009-10 hemos conseguido poner en contacto a un total de 22 estudiantes con el tipo de supercomputador más habitual actualmente, el cluster de computadores, salvando las diferencias en cuanto a cantidad y categoría de los componentes (nodos sobremesa en lugar de servidor, prestaciones y tamaño del switch, etc.).

Las actividades realizadas han ido desde el propio diseño y montaje hasta la instalación y configuración del software de sistema y middleware asociado. Los estudiantes consideran en grado bastante alto que la actividad les ha servido de aprendizaje y se debe mantener.

La realización de este proyecto en estas fechas ha sido oportuna, ya que nos ha permitido detectar unas competencias que no se están cubriendo en nuestros actuales planes de estudio y que merecen estar presentes en los nuevos Grados, llevándonos a proponer dos nuevas asignaturas que podrían incorporar este tipo de prácticas, "Ingeniería de

Servidores” y “*Centro de Procesamiento de Datos*”. La primera asignatura, obligatoria de rama a impartir en 3^{er} curso, se va a dedicar al diseño, montaje, instalación y evaluación de un servidor de gama baja, y la segunda, obligatoria de la especialidad *Ingeniería de Computadores*, al diseño y evaluación de un servidor de gama media/alta. Las competencias específicas del Grado de Informática cubiertas por esta experiencia son (CVE: BOE-A-2009-12977):

- E1: Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- E4: Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- E6: Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.

Estas competencias son cubiertas por (entre otras) las asignaturas mencionadas anteriormente.

Los estudiantes nos han revelado lo que sucede si se intentan cubrir de manera transversal estas competencias: les supone “mucho trabajo para tan poca nota”, les causa insatisfacción si se proponen de forma voluntaria (debido a la poca participación y al agravio comparativo con la otra forma de puntuación), y les crea un conflicto de intereses, ya que si se les ofrece la posibilidad de organizar su trabajo (para evitar que consideren como imposición un SO que no es el preferido por ellos) concluirán en la encuesta final que el trabajo debe organizarse mejor, dada la falta de experiencia, e incluir material de apoyo y referencia. No habiéndose indicado explícitamente en la encuesta que echen de menos la lección magistral, interpretamos que desean los diarios detallados de instalación mencionados en la sección anterior. La experiencia adquirida nos servirá de referencia en el diseño de las prácticas de las nuevas asignaturas.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda del Plan de Innovación Docente de la UGR, que nos ha permitido diseñar un cluster que podremos reutilizar en cursos futuros para seguir intentando motivar a los estudiantes, así como la ayuda del Plan de Apoyo a la Docencia Práctica, que nos ha permitido adquirir la infraestructura Infiniband añadida posteriormente a dicho cluster. Agradecemos también la colaboración del proyecto de investigación TEC2010-15396 CITYC.

Agradecemos especialmente a los estudiantes Pablo Orantes, Ignacio Robles, Luis Quesada y Manuel Martín (2008-09), y Juan Pablo China y Rubén Ramos (2009-10) su valiosa colaboración y encomiable interés por el buen término del proyecto.

Referencias

- [1] Cañas, A., Calandria, D.J., Ortigosa, E.M. et al. *SWAD: Web System for Education Support*. In: Fernández-Manjón et al (Eds.): *Computers and Education: E-learning - from Theory to Practice*, 241 pages, Chapter 12, pp. 133-142, ISBN 978-1-4020-4913-2, Springer, (2007). Disponible online en <http://www.springer.com/computer/general/book/978-1-4020-4913-2>.
- [2] Cañas, A., Díaz, A.F., Prieto, A. *Sistema de servicios web de apoyo a la docencia y gestión de una asignatura*. In: *Actas de las VIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI'2002)*, pp. 611-614, Cáceres, 10-12 Julio 2002. Disponible online en http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/proclenui/Jen2002/Cac635_638.pdf.
- [3] Cañas, A., Ortigosa, E.M., Fernández, F.J., Anguita, M., et al. *SWAD (Sistema Web de Apoyo a la Docencia)*. In: *Actas del 6º Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'04)*, Cáceres, 16-18 Noviembre 2004.
- [4] China, J.P., Ramos, R. et al (estudiantes ACII 2009-10). *Informe ACII: Puesta en marcha y configuración de un cluster con Debian 5.0*. Documento GoogleDoc disponible en <https://docs.google.com/Doc?docid=0Aane43447qy1ZGRxMmp6MjdfNWRwMjNkcWZr>.
- [5] Comellas, F., González-Cinca, R., Santamaría, E. *Simulación: Un curso innovador en los estudios de Aeronáutica*. In:

- ReVisión, vol.2, no.2, AENUI, 2009. Disponible online en <http://www.aenui.net/ojs/index.php?journal=revision&page=article&op=view&path%5B%5D=24>.
- [6] Web del Proyecto Cluster, con su enunciado: http://atc.ugr.es/~javier/docencia/Proyecto_Cluster.html. Versión inglesa cambia *Proyecto* por *Project*.
- [7] Fernández, F.J., Anguita, M. *Memoria descriptiva del Proyecto Clúster*. http://serin.ugr.es/unidad_innovacion_docente/memorias/08-08.doc. Buscador de proyectos también disponible online en la web: Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente 2008: <http://innovacion.docente.ugr.es/pages/convocatoria-2008>.
- [8] Railsback, J. *Project-Based instruction: Creating excitement for learning*. Northwest Regional Educational Laboratory, “By Request” series, 2002. Disponible online en http://educationnorthwest.org/webfm_send/460, adaptado a español en Eduteka <http://www.eduteka.org/AprendizajePorProyectos.php>.
- [9] Valero García, M., Navarro, J.J. *FAQ sobre la adaptación de asignaturas al EEES: docencia centrada en el aprendizaje del estudiante*. In: ReVisión, vol.1, no.2, AENUI, 2008. <http://www.aenui.net/ojs/index.php?journal=revision&page=article&op=view&path%5B%5D=8>. Consultar en concreto el penúltimo párrafo en la sección §3.10.