

## Proyecto Cluster

Javier Fernández<sup>1</sup>, Mancia Anguita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. Arquitectura y Tecnología de Computadores.  
ETS Ingenierías Informática y de Telecomunicación  
Universidad de Granada  
C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n, 18071-Granada  
Granada, España  
{jfernand, manguita}@ugr.es

**Resumen.** En el marco de un Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Granada, aplicado a la asignatura de 5º curso “Arquitectura de Computadores IP” (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 (discos adicionales para servidor de disco, infraestructura 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 de la experiencia que podrían probarse, y las conclusiones alcanzadas con la realización del proyecto.

**Palabras Clave:** Cluster, Linux, Beowulf, aprendizaje por proyectos.

### 1 Introducción

El Aprendizaje por Proyectos [1] 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 [2,3,4], 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 estudiantes 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 [5], 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 ACII (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 (11p).

**Tabla 1.** Puntuación de la asignatura ACII en el curso 2008-09.

Actividad	Resto de la clase		Grupo Cluster	
	máximo	umbral	máximo	umbral
Examen final	7,0	3,5	5,0	1,5
Prácticas	3,0	1,5	3,0	1,0
Proyecto Cluster			3,0	1,0
<b>Suma</b>	10,0	5,0	11,0	3,5

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

Las encuestas del curso **2008-09** nos han permitido detectar la predilección de los estudiantes por los umbrales bajos, no por los prorrateos, 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 Proceso de Datos”, dando a entender que esta actividad u otras similares podrían practicarse en la futura asignatura de Grado de dicho nombre.

**Tabla 2.** Puntuación de la asignatura ACII en el curso 2009-10.

Actividad	máximo	umbral								
Examen final	7,0	3,0								
<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>Test</td> <td>3,5</td> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Ejercicios</td> <td>3,5</td> <td>-</td> </tr> </table>	{	Test	3,5	{	0,7	Ejercicios	3,5	-		
{		Test	3,5		{	0,7				
	Ejercicios	3,5	-							
Prácticas	3,0	1,25								
<b>Suma</b>	10,0	4,25								

(a)

Foros de discusión

Todos los foros Foros de este sitio  
Arquit. Comp. 1 [5 flechas, 348 mensajes]

Pág 1/21

Asunto	Primer mensaje	Último mensaje	Nº mens.	No Escrí- tos	Escrí- tos	Leí- dos
Dinámica de trabajo, evolución del proyecto y normas de foro	Javier 01.03.09 Fernand... 12.02	Javier 22.06.09 Fernand... 19.20	10	0	3	82
Empate en materia del examen del Proyecto Cluster [Pág. 1 2]	Javier 10.06.09 Fernand... 30.03	José Luis 20.06.09 Trigero... 20.10	19	0	11	40
Propuesta configuración de los servidores [Pág. 1 2 ... 5 ... 8]	Luis 01.03.09 Queredo... 22.30	Javier 07.05.09 Fernand... 19.38	28	0	15	61
Benchmarks [Pág. 1 2 3]	Ignacio 02.03.09 Robles... 19.47	Javier 03.05.09 Fernand... 20.59	22	0	9	50
Elección del procesador [Pág. 1 2 ... 4 ... 8]	José Al... 02.03.09 Jiménez... 13.14	Javier 14.04.09 Fernand... 12.07	34	0	17	59
Utilización de CPUs para procesamiento [Pág. 1 2 3 4]	Francis 04.03.09 García Roa 14.20	Javier 12.04.09 Fernand... 23.00	34	0	11	41
Sistemas Operativos [Pág. 1 2 3 ... 8]	Ignacio 02.03.09 Robles... 12.49	Paula 12.04.09 Ureña D... 17-12	47	0	13	59
Comunicación entre máquinas [Pág. 1 2]	José Al... 03.03.09 Jiménez... 14.36	Javier 08.04.09 Fernand... 10.37	13	0	11	53
Otros factores a tener en cuenta	Isidro 02.03.09 López Cos 16.30	Javier 08.04.09 Fernand... 10.36	9	0	7	56
Red de interconexión [Pág. 1 2]	Manuel 06.03.09 Martín... 22.01	Javier 07.04.09 Fernand... 21-17	11	0	9	32

Pág 1/21

(b)

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)

comun	10.06.09 21:16	4,0 KB	
ClusterAC2.pdf	16.04.09 13:13	292,3 KB	Lopez Cos, Isidro
Diseño_final.pdf	16.04.09 11:35	2,2 MB	Orantes Pozo, Pablo
fotos	16.05.09 00:51	4,0 KB	Martín Salvador, Manuel
Lista compra	11.05.09 11:02	4,0 KB	Fernández Ba..., Javier
meetings	22.05.09 13:14	4,0 KB	Fernández Ba..., Javier
Trabajos	15.06.09 19:16	4,0 KB	Fernández Ba..., Javier
Francisco Joaquín	15.06.09 19:21	4,0 KB	García Roa, Francis...
benchmarking en windows.pdf	15.06.09 19:21	592,3 KB	García Roa, Francis...
Ignacio	10.06.09 13:38	4,0 KB	Robles Páiz, Ignacio
HPL.pdf	10.06.09 13:34	266,9 KB	Robles Páiz, Ignacio
maui-admin.pdf	10.06.09 13:38	226,2 KB	Robles Páiz, Ignacio
maui-instalacion.pdf	10.06.09 13:34	290,0 KB	Robles Páiz, Ignacio
Jose Maria	10.06.09 14:36	4,0 KB	González Guiles, José María
skum.pdf	10.06.09 14:36	81,3 KB	González Guiles, José María
Luis	10.06.09 13:44	4,0 KB	Quesada Torres, Luis
livecd.pdf	10.06.09 13:44	104,1 KB	Quesada Torres, Luis
Manuel	09.06.09 19:06	4,0 KB	Martín Salvador, Manuel
gcc_icc_mpi.pdf	09.06.09 19:06	168,7 KB	Martín Salvador, Manuel
Pablo	10.06.09 21:09	4,0 KB	Orantes Pozo, Pablo
C3Tools.pdf	10.06.09 21:06	271,5 KB	Orantes Pozo, Pablo
Presentacion.ppt	10.06.09 21:09	2,2 MB	Orantes Pozo, Pablo
sge-tokyo.pdf	10.06.09 21:08	1,9 MB	Orantes Pozo, Pablo
Systemimager.pdf	10.06.09 21:06	291,9 KB	Orantes Pozo, Pablo
Paula Urena	14.06.09 23:33	4,0 KB	Ureña Delgado, Paula
FEDORA CORE 10.pdf	14.06.09 23:33	43,5 KB	Ureña Delgado, Paula
Victor	09.06.09 12:56	4,0 KB	Corcoiba Magaña, Victor
Benchmark mpiBlast.pdf	09.06.09 12:56	35,1 KB	Corcoiba Magaña, Victor
Guia de instalacion de SGE.pdf	09.06.09 12:53	145,4 KB	Corcoiba Magaña, Victor
instalacionMpiBlast.pdf	09.06.09 12:55	61,5 KB	Corcoiba Magaña, Victor
Manual de usuario de SGE.pdf	09.06.09 12:54	74,1 KB	Corcoiba Magaña, Victor

Figura 1. Foro SWAD usado para el diseño, y Zona Común de trabajos (2008-09).

Para supervisar el desarrollo de la actividad se ha utilizado el sistema SWAD de la UGR [7,8,9], aprovechando el foro para comunicación profesores-estudiantes, y la zona común de archivos para entregar documentos de trabajo (Figura 1). La web de la actividad [6] sugería unas cuantas actividades que podían realizar autónomamente los estudiantes (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.

**Tabla 3.** Posibles actividades del proyecto (curso 2008-09)

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 de clase	0,1 - 0,3
Encontrar defectos de diseño en aportaciones previas	0,1 - 0,2
Encontrar diseño similar al considerado, y comparar precios	0,1 - 0,2
Encontrar relaciones entre documentación componentes y conceptos estudiados en clase	0,1 - 0,2
Documentar la instalación / configuración de un software	0,3
Tarea de instalación / configuración de software	0,3
Otras	según

La experiencia del curso **2008-09** ha permitido aquilatar de forma más precisa la cantidad de trabajo que los estudiantes consideran apropiada para 3,0p de calificación, de forma que en el curso **2009-10** se planteaba únicamente 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 han preferido realizar su informe [10] como documento GoogleDocs, también enlazado en la web del Proyecto Cluster [6].

### 3 Desarrollo del proyecto

Al tratarse de una actividad voluntaria adicional (curso 2008-09) o alternativa (2009-10) a las prácticas normales, sólo una pequeña fracción de los estudiantes se decanta por escogerla, 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 estuvo plagada de incidencias, lo cual sirvió de argumento para dedicarle mayor atención (exclusiva, de hecho) a esta etapa en el curso siguiente.

En el curso 2009-10 se procuraron redactar las instrucciones de participación de forma que no llevaran a confusión a los estudiantes, resaltando 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 sus prácticas. Como ya se ha indicado, las actividades se han realizado presencialmente, anotando el profesor la participación de cada estudiante. Aparentemente no ha habido 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 las sesiones presenciales).

#### 4 Cluster diseñado por los estudiantes

En el curso 2008-09 se realizó una reunión tras los diseños de Semana Santa para pulir algunos detalles, tras la cual se realizaron los siguientes encargos de compra:

**Tabla 4.** Componentes del cluster ACII.

Primer encargo		Segundo encargo	
componente	precio	componente	precio
3x Intel Core i7-920	734,97	3x Guías laterales telescópicas	91,11
3x ASUS P6T SE	662,31	1x Panel de parcheo 24x RJ-45	63,28
3x 6GB DDR3 1066 KVR-N7K3	284,97	1x Herramienta Impacto	27,42
1x Switch GbE TL-SG1016	76,99	4x cable parcheo 1m	4,84
1x Tarjeta GbE D-Link DGE-530T	18,99	1x bolsa tortillería M6	26,26
4x cable RJ-45 Cat6 3m	15,08	1x Termostato Digital 1U	137,47
1x KVM Level-One KVM-0410	89,00	1x Regleta 19" 6 tomas	49,96
4x cable KVM PS/2 1.8m	16,00	2x Pasacable 1U cepillo/peine	50,34
3x HDD 500GB SATA-II	143,97	8x Anilla guiacable 1U horizontal	31,68
1x Grab. DVD SATA	24,44	8x Anilla guiacable 1U vertical	31,68
2x Lector DVD SATA	27,84	1x Cable TwisTies 30m	2,96
3x Fuente Alimentación 500W	84,87		
3x VGA PCIe GF7200 256MB	76,77		
1x Monitor LCD 19" LG W1941S	99,99		
1x Teclado Logitech PS/2	7,54		
1x Ratón Logitech óptico PS/2	5,40		
1x Armario 19" 22U	434,90		
3x Caja Rack 19" 4U	236,70		
1x Regleta 19" 8 tomas	48,60		
<b>Total</b>	<b>3089,33</b>	<b>Total</b>	<b>517,00</b>

La parte izquierda de la lista es el diseño de los estudiantes, con un precio de 3000€ aprox. La parte derecha se compró 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 quasi-profesional al equipo. Seis estudiantes se animaron a participar en el montaje del cluster. En la Figura 2 se muestra el cluster ACII tras esa sesión (izq.), y con todos los componentes instalados, las puertas retiradas y los nodos parcialmente extraídos.



**Figura 2.** El cluster ACII tras el montaje (izq.) y tras la 2ª orden de compra (der.).

## 5 El software

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 se probó ningún benchmark, ni se probó el switch Infiniband, debido fundamentalmente a la cantidad de tiempo dedicada 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 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 y sin incidencias durante las sesiones presenciales, aunque la encuesta anónima realizada posteriormente revelara disconformidades con el desarrollo del proyecto que permanecieron ocultas durante todo el cuatrimestre.

## 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.

**Tabla 5.** Cuestionario anónimo del Proyecto Cluster.

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

De los 12 estudiantes que entregaron la encuesta en el curso **2008-09**, casi la mitad eran matriculados de primera vez (5/12), frente al 100% (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.

**Tabla 6.** Resultados de la encuesta anónima.

	2008-2009	2009-2010
<b>Universo</b>	12	6
<b>Primer año</b>	41.7% (5 de 1 <sup>er</sup> año / 7 repetidores)	100% (6 de 1 <sup>er</sup> año)
<b>Aprender</b>	1.42 (-2:1 -1:0 0:0 1:3 2:8)	1.50 (-2:0 -1:0 0:0 1:3 2:3)
<b>Mantener</b>	1.33 (-2:1 -1:0 0:0 1:4 2:7)	1.33 (-2:0 -1:0 0:0 1:4 2:2)
	<b>frec. respuesta</b>	<b>frec. respuesta</b>
<b>justificación</b>	5x aplicar teoría 4x temas no cubiertos otras asign, motiva, interesa, es voluntario 3x aprender mediante la práctica, trabajar en grupo	2x trab. satisfactorio, interesante 2x trabajo diferente, no cubierto en otras asignaturas 2x se aprende de los compañeros
<b>gustado +</b>	6x el clúster ha sido real foro (nivel, formato, ambiente) 3x los grupos 2x aprender sobre componentes 2x libertad para todo (escoger tarea, proponer comp)	3x desarroll.capacidades profesion útil para un futuro empleo 2x ver el cluster funcionando 2x ir resolviendo problemas instal. entorno distendido
<b>cambiaría</b>	6x que haya más participación mucho trabajo para poca nota 4x que quede + claro al principio objetivos, puntuación, lista tareas, y que no es competitivo	5x organizar mejor: falta experien, material apoyo, difícil aprender que sea + guiado, - libertad 2x grupos + pequeños: 7→5 máx. sesiones todas en Laboratorio no en tutorías (probl. espacio) 2x instalar Infiniband
<b>forma calif.</b>	4x en general, correcta 2x bajar + umbrales, o quitarlos 2x se debe conocer la nota sobre la marcha, tras la aportación	4x + nota, injusto respecto otra Pr. 4x puntuar no según resultados, sino según esfuerzo/aprendizaje

<b>comentario</b>	3x	estoy satisfecho	satisfecho con nuestro trabajo, he aprendido bastantes cosas agradecer dedicación profesor y flexibilidad desarrollo trabajo hay que ser más realista, no da tiempo, montar 2 SO es de locos, o -objetivos o +nota obligar: Debian, Torque... tanta libertad da quebraderos cabeza, obligando ahorraríamos tiempo
	2x	espero que otros estudiantes puedan beneficiarse también	
	2x	se debe conocer la nota sobre la marcha, tras la aportación	

En atención a las opiniones **2008-09**, en **2009-10** se bajaron los umbrales, se redujo drásticamente la cantidad de trabajo a realizar (a la parte software exclusivamente) y se planteó como unas Prácticas alternativas, a pesar de lo cual se apuntaron aún menos estudiantes (7). 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.

En esta segunda promoción, resulta más claro el efecto *progresivo* de la encuesta, notándose una menor satisfacción y mayor contundencia verbal (“*es injusto*”, “*es de locos*”) conforme se van rellenando apartados.

Lejos de abandonar en este punto, los profesores aún tenemos curiosidad por encontrar en qué forma se pueden proponer prácticas al estilo de este proyecto, haciendo comprender a los estudiantes que instalar y configurar (sin llegar a evaluar con benchmarks) un cluster no es trabajo suficiente para aprobar una asignatura troncal universitaria de 4.5 créditos. Las calificaciones concedidas a los estudiantes se resumen en la Tabla 7, para mostrar que no se trata de un caso de calificación cicatera por parte del profesorado.

**Tabla 7.** Calificaciones del Proyecto Cluster.

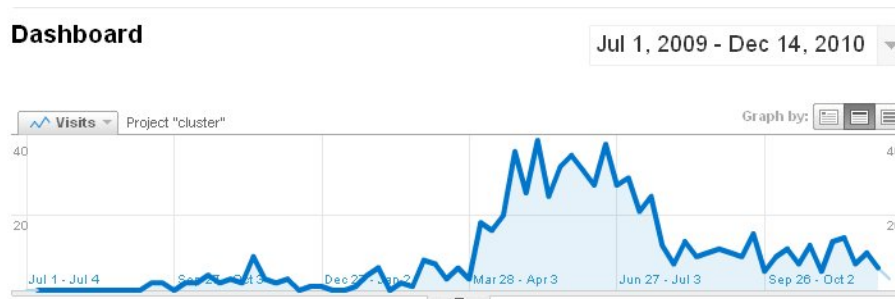
Curso	notas										media
<b>2008-09</b>	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,6	2,5	2,4	2,4	<b>2,41</b>
						1,9	1,8	1,8	1,4	1,4	
<b>2009-10</b>	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5				<b>2,71</b>

Las visitas web del Proyecto Cluster se resumen en estas analíticas Google:



**Figura 3.** Informe Google Analytics de la web del Proyecto Cluster [6] (español).





**Figura 4.** Informe Google Analytics de la web del Proyecto Cluster [6] (inglés).

Se puede observar una distinta estacionalidad en las versiones española e inglesa.

## 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. El pequeño porcentaje de estudiantes que disfruta de un trabajo con más libertad y no se lamenta del resultado obtenido no compensa el abrumador consenso acerca de cambiar la organización de la experiencia (5/6 en 2010) y la paradójica poca satisfacción con la nota obtenida (sólo 4/12 en 2009, sólo 2/6 en 2010, siempre 1/3 satisfecho, 66% no).

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 multicomputador más habitual actualmente, el cluster de computadores, salvando las diferencias en cuanto a categoría de los componentes (nodos sobremesa en lugar de servidor, red GbE en lugar de Infiniband o similar, 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 que en grado razonable la actividad les ha servido de aprendizaje y se debe mantener, salvando opiniones sobre el desarrollo de la misma.

**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 en esta asignatura y otras del área que pueden beneficiarse del equipo adquirido. Agradecemos igualmente la ayuda del Plan de Apoyo a la Docencia Práctica, que nos ha permitido adquirir la infraestructura Infiniband añadida posteriormente a dicho cluster.

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 honesta colaboración y genuino interés por el buen término del proyecto.

## Referencias

1. 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](http://educationnorthwest.org/webfm_send/460), adaptado a español en Eduteka <http://www.eduteka.org/AprendizajePorProyectos.php>
2. Pou Amérigo, R., Ochando Gómez, L. E., García Lopera, R.: La coordinación del profesorado a través de proyectos interdisciplinarios en la Licenciatura en Química de la Universitat de València. 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=25>
3. 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>
4. 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, sobre la eventualidad de que todos los profesores impartieran docencia basada en proyectos.
5. Fernández Baldomero, F. J., Anguita, M., et al: Memoria descriptiva del Proyecto Cluster. [http://serin.ugr.es/unidad\\_innovacion\\_docente/memorias/08-08.doc](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://innovaciondocente.ugr.es/pages/convocatoria-2008>.
6. Web del Proyecto Cluster: [http://atc.ugr.es/~javier/docencia/Proyecto\\_Cluster.html](http://atc.ugr.es/~javier/docencia/Proyecto_Cluster.html)
7. 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/procJenui/Jen2002/Cac635\\_638.pdf](http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2002/Cac635_638.pdf)
8. 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.
9. 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). <http://www.springer.com/computer/general/book/978-1-4020-4913-2>
10. China, J. P., Ramos, R. et al (estudiantes ACII 2009-10): Informe ACII: Puesta en marcha y configuración de un clúster con Debian 5.0. Disponible como documento GoogleDoc <https://docs.google.com/Doc?docid=0Aane43447qy1ZGRxMmp6MjdfNWRwMjNkcWZr>