

Aprendizaje cooperativo en cursos multidisciplinares

Carlos Álvarez, David López, Daniel Jiménez-González y Javier Alonso

Departamento de Arquitectura de Computadores
Universidad Politécnica de Cataluña
C/ Jordi Girona, 1 - 3. Campus Nord. Módulos C6 y D6
{calvarez, david, djimenez, alonso}@ac.upc.edu

Resumen

La enseñanza de contenidos técnicos en grupos multidisciplinares es una tarea compleja debido a la diversidad de los conocimientos iniciales de los alumnos implicados. Sin embargo esta dificultad puede llegar a convertirse en una poderosa herramienta. En este artículo se presenta la experiencia obtenida durante una asignatura de software libre impartida a un grupo multidisciplinar formado por alumnos de distintas carreras técnicas. La base de nuestra propuesta es obligar a los estudiantes a cooperar forzando grupos compuestos por alumnos de diferentes carreras. Este tipo de agrupación obliga a los alumnos a realizar trabajo cooperativo y aprendizaje entre iguales, lo que les permite desarrollar habilidades tanto técnicas como profesionales. Nuestros resultados muestran que con este enfoque se consiguen buenos resultados tanto en el aprendizaje como en la aceptación por parte de los alumnos de la asignatura y del método de enseñanza.

1. Motivación

La habilidad de trabajar en grupos multidisciplinares es una de las habilidades profesionales de la ABET [7]. Las asignaturas que trabajan con grupos multidisciplinares exponen a los alumnos a una gran variedad de ideas y métodos. Esta diversidad les ayuda a aprender cómo aplicar sus conocimientos de diferentes formas y a usar herramientas de múltiples disciplinas. Sin embargo, la mayoría de las asignaturas multidisciplinares sólo se imparten en el primer año de carrera [3][4] que es cuando se enseñan los conceptos básicos. Después de este primer año, las asignaturas técnicas que tienen estudiantes de varias carreras se perciben como problemáticas porque los alumnos no tienen los mismos conocimientos de partida. Debido a este problema, en una

asignatura de este tipo, el profesor habitualmente tendrá dos opciones: resignarse a que un grupo de alumnos obtenga malos resultados académicos o rebajar las expectativas de enseñanza de la asignatura.

En este artículo se aborda el problema de una asignatura multidisciplinar impartida en los últimos años de carrera. A pesar de los numerosos trabajos que tratan el trabajo multidisciplinar [3] y la organización de la enseñanza para mejorar el rendimiento [1] [4], no existen trabajos previos que traten el problema de la enseñanza técnica a alumnos con tantas diferencias de conocimientos como es el caso que se plantea. Por lo tanto, a la hora de realizar esta experiencia, nos encontramos, hasta cierto punto, sin un marco adecuado de referencia al que acogernos para intentar mejorar la situación.

La organización del artículo es la que sigue: En la sección 2 se explica la organización formal de la asignatura; En la sección 3 se comenta como se realizó la evaluación del problema y la solución propuesta; En la sección 4 se comentan los resultados obtenidos y, finalmente, en la sección 5 se plantean las conclusiones.

2. Organización de la asignatura

En la Facultad de Informática de Barcelona (FIB) de la UPC se imparte una asignatura de software libre [6]. Esta asignatura permite una matrícula de hasta 24 alumnos (debido a limitaciones de espacio en el laboratorio) que se reparten entre 12 alumnos de Ingeniería Informática y 12 alumnos más que pueden proceder de cualquier universidad, aunque en general los que se apuntan son alumnos de materias técnicas que provienen de nuestra propia universidad: matemáticos, ingenieros de telecomunicación, industriales, de minas, etc. La asignatura cubre una amplia gama de conceptos,

desde materias sociales como “el impacto del ingeniero en la sociedad actual” hasta temas técnicos como “administración de sistemas”.

La asignatura tiene asignadas 3 horas de clase semanales durante cada cuatrimestre (15 semanas). Cada semana 2 horas de clase se dedican a sesiones prácticas de laboratorio. Estas sesiones incluyen instalación de una distribución Linux, gestión de procesos, programación de shell scripts, configuración de red, seguridad y servicios de red (Apache, SSH, FTP, NFS, NIS y Samba). La tabla 1 muestra una lista de todas las sesiones que se realizan. Al final de cada sesión los estudiantes deben entregar, por parejas, un informe del trabajo realizado. La última sesión (TxT) no tiene calendario fijo ya que es una sesión especial que se realiza durante la semana en que se llevan a cabo las Jornadas Reutiliza [8]. En estas jornadas, además de realizarse numerosos actos divulgativos, los estudiantes reparan e instalan ordenadores en desuso que han sido donados a ONGs o a proyectos solidarios.

La hora semanal restante se dedica a las clases teóricas y a las exposiciones públicas de los proyectos. Las clases teóricas consisten en la explicación de la filosofía del software libre y su historia. También se incide en cuestiones como las implicaciones legales, sociales y éticas de los usos de los diferentes tipos de Software.

Sesión	Tema
1	Instalación del S.O. GNU/Linux
2	El entorno GNU/Linux, primeros pasos
3	Gestión de usuarios y cuotas
4	Personalización del entorno de trabajo
5	Programación de la Shell
6	Gestión de procesos
7	Instalación de paquetes y compilación del kernel
8	Configuración básica de la red (SSH, FTP y Apache)
9	Servicios avanzados de red (NIS, NFS, Samba)
10	CVS y Seguridad
TxT	Instalación de Software en ordenadores donados a ONGs

Tabla 1. Prácticas de la asignatura.

El resto de las clases se dedican a la presentación de los trabajos llevados a cabo por los estudiantes que pueden ser tanto técnicos (ej. “Como instalar una red de área local”) como relacionados con temas sociales (ej. “Ordenadores y sostenibilidad”). Las presentaciones se preparan en grupos de 4 personas (2 grupos de laboratorio) y la nota es individual para cada miembro del grupo. En estas presentaciones se valora tanto el contenido expuesto como las habilidades comunicativas del alumno.

Finalmente, los alumnos deben superar un examen final individual que evalúa principalmente contenidos técnicos y de concepto. La nota final depende de la nota de laboratorio (40%), de la nota del examen final (40%) y de la nota obtenida en la defensa del proyecto (20%).

3. Evolución de la asignatura

Esta asignatura se ha impartido a lo largo de 7 cuatrimestres. En todos ellos se ha seguido la misma metodología de distribución de clases explicada en el apartado anterior. En el primer cuatrimestre en que se impartió la asignatura, se permitió que los alumnos se agruparan según su propio criterio tanto para las clases de laboratorio como para las exposiciones en grupo (los exámenes son individuales). El resultado de esta política fue que los alumnos se agruparon según su afinidad, es decir, básicamente con conocidos de su propia carrera.

	Total	Media II	Media NII
Media	5,5	6,6	3,1
Varianza	11,3	7,9	10,8

Tabla 2. Notas medias de examen en la 1ª edición de la asignatura según la carrera del estudiante.

Los resultados de esta primera edición fueron regulares ya que, aunque una gran parte de los alumnos superó la asignatura gracias a la evaluación continua, las notas de los exámenes finales, cuyas medias para los 24 alumnos se muestran en la primera columna de la Tabla 2 (notas entre 0 y 10) no fueron buenas. Dichas notas demostraron que muchos de los alumnos provenientes de carreras no informáticas no habían asimilado de forma adecuada los

conocimientos técnicos de la asignatura (que son los que principalmente evalúa el examen).

Para hacer un análisis más detallado del problema se dividieron las notas medias obtenidas según la carrera del estudiante: II, Ingeniería Informática (12 estudiantes) y NII, No Ingeniería Informática (12 estudiantes). Los resultados se muestran en las columnas 2 y 3 de la Tabla 2. Esta división muestra que muy probablemente esta era la causa del problema. Como se puede ver en la Tabla 2, las notas medias entre ambos grupos varían en 3,5 puntos y, a pesar de la gran varianza que presentan los resultados, las pruebas de significancia de las diferencias, según la prueba *t de Student* [9] para grupos de 2 colas y diferentes varianzas muestran un índice $\alpha=0,00498$. Es decir, aunque los alumnos presentan grandes diferencias entre ellos en ambos grupos, es muy probable que la carrera que estudian (informática o no informática) determine significativamente la nota del examen final.

Ante este panorama se plantearon cuatro alternativas:

1. Rebajar los objetivos más técnicos de la asignatura.
2. Cerrar la asignatura a estudiantes no provenientes de carreras de informática.
3. Asumir los malos resultados de los alumnos de otras carreras.
4. Cambiar el método docente de la asignatura.

Las dos primeras alternativas se descartaron ya que uno de los objetivos de la asignatura desde su creación era realizar una difusión de la filosofía del software libre fuera de sus zonas "naturales" de influencia. Para esto era necesario admitir a alumnos de otras carreras y, a su vez, era necesario mantener los contenidos técnicos ya que si bien no se pretendía crear expertos en software libre, sí que se pretendía dar un amplio barniz sobre sus posibilidades a los alumnos. Además, reducir los contenidos más técnicos hubiera provocado que los alumnos provenientes de las carreras de informática percibieran la asignatura como muy fácil ya que habitualmente sus conocimientos iniciales de los sistemas GNU/Linux no son nulos.

La tercera opción: asumir que los alumnos que no eran informáticos debían cursar la asignatura y no ser capaces de asimilar parte de

sus contenidos tampoco era aceptable. Es difícil convencer a alguien de que debe usar un sistema (GNU/Linux) que no es capaz de entender. Además, aceptar de entrada que la mitad de los alumnos no van a ser capaces de asimilar parte de los contenidos más parece indicar un mal diseño de la asignatura (o a nivel de contenidos o a nivel de criterios de aceptación de alumnos) que ninguna otra cosa. Sin embargo, como ya se ha comentado, no queríamos cambiar ni los contenidos ni los criterios para aceptar alumnos (cualquier alumno de cualquier carrera de nuestra universidad).

Como solución se decidió plantear un nuevo sistema docente que permitiera a los alumnos no informáticos seguir el ritmo de las clases prácticas y, sobretodo, asimilar sus contenidos. Realizar una atención individualizada a estos alumnos por parte del profesor no era una opción ya que sus dudas eran demasiado variadas y complejas y no daba tiempo a seguir la clase (esta aproximación fue la que se había intentado en la primera edición de la asignatura). Así pues se decidió que los alumnos con un nivel más bajo (a priori) debían juntarse con los alumnos con mejor nivel a la hora de realizar las prácticas. En nuestro caso este tipo de asignación, además, no requería de un examen de nivel previo sino que simplemente bastaba con asignar parejas, aleatoriamente, formadas por un alumno de una carrera de informática y un alumno de otra carrera. Estas parejas debían ser fijas durante todo el curso y su nota de prácticas sería común, fomentando así la interdependencia positiva.

Así pues, a partir del segundo cuatrimestre se forzó a los estudiantes a trabajar en parejas formadas por un estudiante de informática (de cualquiera de las tres ingenierías que imparte nuestra facultad) y un estudiante proveniente de otra carrera. Es importante resaltar que este tipo de agrupamiento se realiza en contra de la opinión de los estudiantes, ya que ellos tienden a formar parejas por afinidad, agrupándose habitualmente con un amigo de su carrera (de hecho los estudiantes de otras carreras tienden a matricularse en parejas). La primera tarea que se realiza en el laboratorio es romper estas parejas preestablecidas y formar otras, que serán estables a lo largo de todo el curso, entre estudiantes que en principio se desconocen.

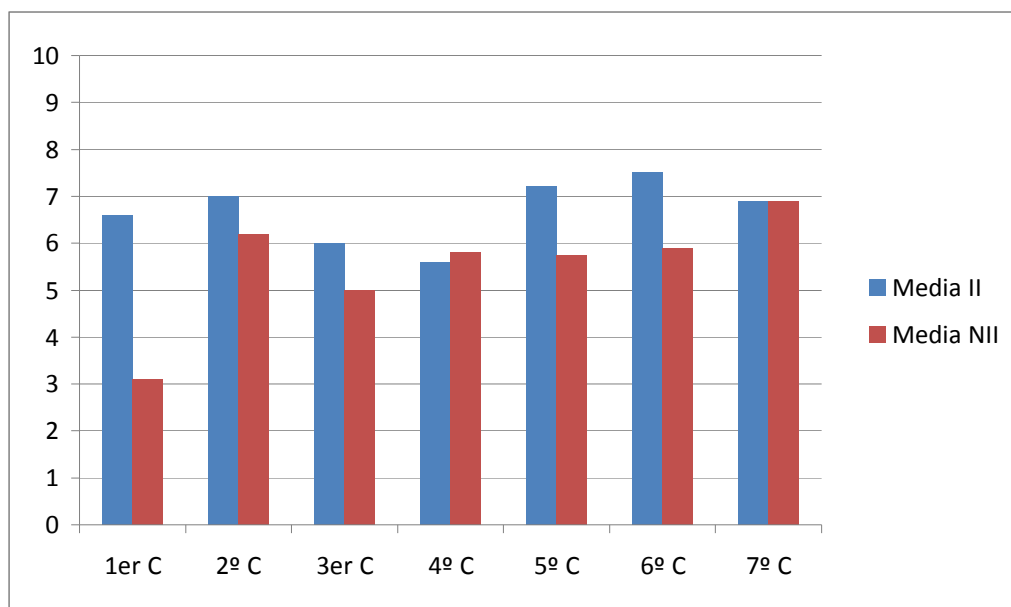


Figura 1. Resultados académicos de los alumnos de informática (II) vs. alumnos de otras carreras (NII) a lo largo de 7 cuatrimestres.

Una vez agrupados, obligamos a los estudiantes a realizar trabajo cooperativo y aprendizaje entre iguales ya que juntos deben superar las prácticas de la asignatura (un 40% de la nota final). Dichas prácticas no han cambiado de contenidos ni de dificultad con respecto a la primera edición sino que simplemente se modificaron de tal forma que los informes finales a presentar fueran lo bastante extensos como para que ninguno de los dos miembros de la pareja decida asumir la tarea de realizarlos él solo. Además muchas preguntas son abiertas y/o no evidentes, provocando que en muchos casos los dos miembros de la pareja deban discutir la solución. Aparte de estas diferencias y el hecho de que las parejas sean mixtas, la dinámica de las prácticas es la misma que se usaba originalmente: para cada sesión de dos horas, los estudiantes reciben un guión con una serie de tareas a realizar y un conjunto de preguntas a contestar sobre dichas tareas. Los estudiantes deben consensuar con su pareja la respuesta a las preguntas y entregar un único informe final por pareja que es lo que servirá para evaluarles, provocando así la interdependencia positiva (y

una mejora en sus habilidades de comunicación y trabajo en equipo).

Es importante señalar que no todos los cuatrimestres todas las parejas de laboratorio han sido mixtas. Debido a los diferentes periodos de matriculación, en los cuatrimestres de otoño (de septiembre a enero) el número de matriculados de carreras no informáticas suele ser menor de las 12 plazas posibles mientras que el número de informáticos hasta el momento siempre ha sido el máximo posible. Esto provoca que en algunos casos haya que hacer parejas formadas por dos informáticos que se han usado como parejas de control en el análisis presentado en la sección siguiente.

Finalmente hay que comentar que el tener parejas de laboratorio mixtas y fijas implica, además, que los grupos que realizan las presentaciones (4 personas) también son grupos mixtos (formados por dos alumnos de informática y dos no informáticos). La preparación de las presentaciones y las propias presentaciones son, de esta forma, actividades multidisciplinares que contribuyen a objetivos profesionales como son la expresión oral y la

capacidad de discusión, liderazgo y trabajo en equipo. Además, si el contenido de la presentación es técnico, esta actividad también contribuye a reforzar los contenidos técnicos del curso, mientras que en caso contrario refuerza los contenidos transversales (preparación social del ingeniero, sostenibilidad, etc.).

4. Resultados

Los resultados de la técnica descrita son difíciles de evaluar. Por un lado tan solo disponemos de un cuatrimestre con los resultados iniciales ya que la solución se aplicó tan pronto como fue posible. Por otro, este tipo de iniciativas, muchas veces, no dan lugar tanto a resultados tangibles como a una “sensación” por parte del docente de que la asignatura funciona mejor. Existen sin embargo diversos indicadores que, aunque no pretenden presentarse como prueba absoluta, si que a nuestro juicio muestran que la nueva metodología docente funciona.

El primer indicador que hemos medido es el que dio la voz de alarma de que alguna cosa fallaba, es decir, las notas medias del examen final. La Figura 1 muestra la evolución de los resultados obtenidos en los exámenes finales, tanto por los estudiantes de Informática (II) como por los estudiantes provenientes de otras carreras (NII), a lo largo de 7 ediciones de la asignatura. Las notas se muestran entre 0 y 10 y 5 es la nota de aprobado. Tal y como se puede ver, los resultados obtenidos por los estudiantes que no provenían de la carrera de informática en la primera edición de la asignatura fueron decepcionantes ya que, tal como se explicó en el apartado anterior, un importante subconjunto de estos no obtuvo los resultados esperados (los datos de las columnas “1er C” de la Figura 1 coinciden con los mostrados en la Tabla 2). Sin embargo, tal y como se puede observar, estos resultados mejoraron significativamente a partir del momento en que se aplicó la metodología explicada, mientras que las notas de los estudiantes de informática se mantuvieron más o menos constantes a lo largo de los cuatrimestres, mostrando que los objetivos técnicos no se han reducido. Obviamente los resultados varían en función del cuatrimestre y de la capacidad de los alumnos inscritos, pero en general se puede apreciar que las diferencias se han reducido con

algunos cuatrimestres en los que la nota media de los alumnos que no provenían de la carrera de informática era igual (7º C) o incluso mayor (4º C) que la de los alumnos de informática.

Num.	Afirmación
1	Trabajar con alumnos de otras carreras es una experiencia positiva.
2	Los alumnos de otras carreras me han ayudado a entender mejor esta asignatura.
3	Mi compañero me ha ayudado a tener mejor nota en esta asignatura.

Tabla 3. Afirmaciones que debían valorar los estudiantes en la encuesta final.

El segundo sistema que se ha usado para validar la metodología explicada ha sido la realización de encuestas a los alumnos implicados. En una primera fase se realizaron encuestas a los alumnos al final del cuatrimestre. De entre todas las preguntas que se hacían a los alumnos (ya que la encuesta cubre distintos aspectos de la asignatura), las que implicaban la metodología expuesta en este artículo eran las que se pueden ver en la Tabla 3. Esta encuesta se realizó durante 2 cuatrimestres para un total de 40 alumnos, 24 de informática y 16 no informáticos.

Los alumnos debían valorar las afirmaciones de la Tabla 3 con valores entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 4 (totalmente de acuerdo). Se decidió usar una escala Ipsativa [1] de 4 niveles en lugar de la típica escala Likert [5] de 5 niveles para forzarles a mostrar sus preferencias. Los resultados medios de las respuestas se pueden observar en la Tabla 4. Como se puede ver los resultados se han agrupado según la carrera que cursan los estudiantes (II o NII) y el grupo de estudiantes de informática (II) se ha subdividido, además, según la carrera que estudie su compañero. Dado que el número de estudiantes de informática siempre ha sido el máximo posible, tenemos parejas mixtas (16) y parejas de estudiantes de informática (4), pero nunca hemos tenido parejas de estudiantes en las que ninguno de los alumnos fuera informático.

Los resultados de la Tabla 4 muestran un resultado hasta cierto punto predecible: los estudiantes con un compañero de otra carrera valoran más la experiencia que los estudiantes (de informática) cuyo compañero es de la misma

carrera. Resulta positivo observar, además, que en cualquier caso la valoración es buena por parte de todos los alumnos (la nota media / indiferente sería de 2,5) y que todas las parejas mixtas valoraron al máximo la experiencia.

La segunda afirmación tiene unos resultados más sorprendentes ya que la valoración de los alumnos de informática de sus compañeros de otras carreras es más alta que a la inversa, es decir, a pesar de ser una asignatura informática, los alumnos no informáticos son capaces de aportar puntos de vista muy válidos y valorados por sus compañeros.

Los resultados de la tercera afirmación reflejan que las parejas formadas por alumnos de la misma carrera (informática) no perciben que sus compañeros les ayuden a aprobar, pero sí las parejas mixtas, nuevamente con más intensidad desde el punto de vista de los informáticos (3,5 de media frente a 3 de los no informáticos). Esta diferencia, que hasta cierto punto contraviene la intuición que se podría tener previamente, la achacamos, sobretodo, a la falta de expectativas iniciales de los alumnos de informática sobre su pareja y viceversa.

Número Afirmación	Alumnos II		Alumnos NII (Par II)
	Par II	Par NII	
1	3,4	4,0	4,0
2	NA	3,5	3,0
3	2,1	3,5	3,0

Tabla 4. Resultados de la encuesta final a los estudiantes por carrera y compañero.

El último cuatrimestre se decidió, además, medir la evolución de las opiniones de los estudiantes desde antes de iniciar la experiencia hasta el final del curso. Para ello se les encuestó dos veces, una en la primera clase y otra el día del examen. La pregunta que debían valorar era, al inicio, si creían que estudiar con un estudiante de otra carrera les iba a aportar conocimientos nuevos. La pregunta final era la misma reformulada en pasado. Los resultados medios de esta encuesta (para 24 alumnos, 12 de II y 12 de NII) se muestran en la Tabla 5, y si bien se puede apreciar que los alumnos que no provenían de la carrera de informática han cumplido sus expectativas (es decir, mantienen la nota de la encuesta inicial), los estudiantes de informática varían sensiblemente su opinión

desde la casi indiferencia hasta valorar la aportación de sus compañeros tanto como estos la suya.

Alumnos II		Alumnos NII	
Inicio	Fin	Inicio	Fin
2,6	3,4	3,5	3,5

Tabla 5. Evolución de la opinión de los estudiantes a lo largo del curso.

Otro punto importante de la metodología es que las presentaciones también deben realizarse entre grupos mixtos (ya que se unen dos parejas). Esto provoca que las presentaciones en general hayan adquirido enfoques más amplios que los que tenían en la primera edición de la asignatura. Es decir, las presentaciones del ámbito técnico (que fueron las que eligieron mayormente los informáticos en la primera edición) tienen más componentes generalistas como pueden ser la perspectiva empresarial de la solución o la aplicación realista de los resultados. Por otro lado, las presentaciones más "sociales" ahora son más realistas en las soluciones que presentan a los problemas que analizan.

Por último cabe destacar que la valoración realizada por los alumnos de la asignatura se ha mantenido más o menos estable a lo largo del tiempo. Esta valoración la recoge la propia universidad y sitúa la asignatura como una asignatura bien valorada por parte de los alumnos a pesar de que su actitud hacia las prácticas con compañeros de otras carreras no siempre es la más receptiva.

5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado una experiencia que aplica el aprendizaje cooperativo entre iguales a grupos multidisciplinares. Aunque este tipo de agrupamientos puede resultar problemático a la hora de plantear una nueva asignatura, nuestra experiencia nos demuestra que también puede ser una potentísima herramienta que permite a los estudiantes aprovechar, por un lado, los distintos conocimientos de todos los implicados y, por otro, potenciar el aprendizaje de materias transversales como son el trabajo en equipo, las

habilidades comunicativas y, como no, el trabajo en grupos multidisciplinares.

Las encuestas de los estudiantes muestran que aunque en un principio son reticentes a este tipo de agrupamientos (sobre todo los informáticos, a priori, los expertos en la materia) al acabar el curso ellos mismos son conscientes de las ventajas que les ha aportado este sistema y de haber adquirido muchos conocimientos de sus compañeros.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la entusiasta colaboración de nuestros estudiantes que no se desanimaron ante las encuestas que tuvieron que superar. También queremos agradecer el soporte del Ministerio Español de Educación y Ciencia (proyecto TIN2007-60625) y de la Facultad de Informática de Barcelona.

Referencias

- [1] Aránzazu, M. and Vivaracho, C., "Experiencia de trabajo cooperativo en el aprendizaje del sistema UNIX". XI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, 2005
- [2] Blinkhorn, S., Johnson, C and Wood, R., "Spuriousness and spuriousness: The use of ipsative personality tests". *Journal of Occupational Psychology*, 61, 153-162, 1988.
- [3] Froyd, J.E. and Rogers, G.J. "Evolution and Evaluation of an Integrated, First Year Curriculum". *Proc. Frontiers in Education*. pp. 1107-1113. Nov. 1997.
- [4] Kellar, J.J. et al "A Problem Based Learning Approach for Freshman Engineering". *Proc. Frontiers in Education*. F2G 7-10. Oct. 2000.
- [5] Likert, R., "A Technique for the Measurement of Attitudes", *Archives of Psychology* 140: 1-55, 1932.
- [6] O'Reilly T. "Lessons from Open-Source Software Development". *Communications of the ACM* 42(4) 32-37, April 1999.
- [7] Shuman, L.J., Besterfield-Sacre, M. and McGourty, J. "The ABET Professional Skills – Can They Be Taught? Can They Be Assessed?" *Journal of Engineering Education*, 94 (1), pp 41-55, Jan 2005.
- [8] Web de la asociación TxT y de las Jornadas Reutiliza: <http://txt.upc.es>. Última consulta: Febrero 2009.
- [9] William H. G., "Econometric Analysis". Prentice Hall, 4th edition, 2000.

