

# Montando el puzzle: visión global de un sistema operativo

Javier Verdú, David López y Alex Pajuelo

Departamento de Arquitectura de Computadores.

Universitat Politècnica de Catalunya

Jordi Girona 1-3, Campus Nord-UPC, Moduls D6 y C6, 08034 Barcelona

{jverdú, david, mpajuelo}@ac.upc.edu

## Resumen

A menudo, algunos estudiantes que han demostrado ser perfectamente capaces de resolver problemas de cualquier tema de un curso, fracasan ante problemas que combinan conocimientos de diversos temas. Esto se debe a que existe una tendencia a dividir el conocimiento en paquetes pequeños y no relacionados entre sí. Los alumnos estudian estos paquetes y los aprenden, pero no obtienen una visión de conjunto: conociendo cada árbol, roca y animal del bosque, no entienden las interacciones que lo convierten en un ecosistema. En este trabajo presentamos una metodología que permite obtener una visión de conjunto de una asignatura usando técnicas de aprendizaje activo. Aunque la experiencia ha sido realizada en una asignatura de Sistemas Operativos, pensamos que la metodología es adaptable a otros cursos.

## 1. Motivación

Los estudiantes tienen una cierta tendencia a “compartimentar” el conocimiento. Sucede entre diferentes asignaturas, entre las partes de teoría y laboratorio de una asignatura, o incluso entre los diferentes temas de teoría de la misma asignatura: algunos alumnos que pueden resolver perfectamente cualquier problema de cualquier tema, fracasan cuando se les propone un problema que toca varios temas. A estos alumnos les falta una visión de conjunto.

En la asignatura Sistemas Operativos (SO), de la Facultad de Informática de Barcelona, nos encontramos con este problema de manera habitual.

Todos los aspectos de un SO están íntimamente relacionados; prueba de ello es que los autores de los libros más usados en Sistemas Operativos, no se ponen de acuerdo en el orden en que impartir los temas de la asignatura. Todo lo que se explica está relacionado con todo lo

explicado anteriormente, y con todo lo que se explicará en el futuro. Sin embargo, es fácil que el alumno se centre en cada tema y los estudie como una unidad, sin relacionarlo en profundidad con los otros temas del curso y, en consecuencia, sin obtener una buena visión de conjunto.

¿Qué podemos hacer? Un principio educativo bien conocido es que “la evaluación dirige el aprendizaje”. Si los estudiantes saben que algo será evaluado, harán un intento serio de aprenderlo; sin esta motivación, muchos estudiantes de ingeniería decidirán dedicar su tiempo de estudio a cosas que consideran más provechosas. Por tanto, si queremos que los alumnos adquieran esta visión de conjunto de un SO, debemos pedirles que demuestren haber adquirido esta visión como parte de la evaluación.

Sin embargo, otro principio educativo es: “no evalúes lo que no has enseñado”. Esto no se refiere tanto a conocimientos como a aptitudes. No hace falta haber impartido un determinado conocimiento para preguntar por él en el examen, siempre y cuando sea deducible de los conocimientos que sí se han impartido, y además se ha enseñado a hacer deducciones.

Por estos motivos, nos propusimos enseñar a nuestros alumnos a relacionar las diferentes partes de un sistema operativo, y adquirir esta visión global usando técnicas de aprendizaje activo: autoaprendizaje, trabajo cooperativo y uso de casos. Otra restricción que nos impusimos fue que nuestra propuesta supusiera un coste mínimo para el profesor y para el estudiante.

Este artículo está organizado como sigue: la sección 2 presenta nuestra propuesta; la sección 3 presenta la teoría tras la misma, así como otros trabajos relacionados; la sección 4 presenta la implementación de la propuesta en el cuatrimestre de otoño del curso 2007/08 y los resultados obtenidos. Finalmente, la sección 5 presenta nuestras conclusiones.

## 2. La propuesta

Nuestra idea consiste en dedicar dos clases de teoría del curso, la primera y la última, a dos temas: visión general y visión global de un SO. La razón es que los estudiantes vean un SO al completo dos veces. Una primera vez, al principio del curso, para que conforme se estudien nuevos temas los puedan ubicar en un entorno conocido; viene a ser un mapa de la asignatura que el estudiante pueda usar conforme avanzan los temas. El SO al completo se ve una segunda vez al final de curso, para permitir reubicar todos los conocimientos adquiridos, y establecer relaciones entre ellos. De esta manera, podemos alcanzar niveles más altos de la taxonomía de objetivos educacionales de Bloom [4].

En la primera clase se ofrece una visión general de un SO: sin entrar en profundidad en ningún tema, se explica en dos horas todo lo que hace un SO y que se va a ver en el curso: gestores de E/S, planificadores, memoria, sistema de ficheros, etcétera. Es una clase expositiva donde sólo actúa el profesor, que explica de manera intuitiva y simple a los estudiantes un SO, haciendo énfasis en cómo se relacionan los temas entre sí. De esta manera, a lo largo del curso se puede insinuar cómo afecta lo que se está explicando a los temas venideros.

En la última clase de teoría (y substituyendo la que tradicionalmente era la clase de repaso y dudas) se ofrece una visión global de un SO, en la que se relacionan todos los temas entre sí. En esta clase los estudiantes realizan una discusión cooperativa de un caso presentado por el profesor. El profesor actúa al principio como moderador y guía, pero el objetivo es que a lo largo de la clase se convierte en uno más del grupo de discusión.

Nuestra asignatura tiene un sistema de evaluación continua que pretende motivar al alumno a llevar la asignatura al día [8]. Dentro de este sistema, las tres últimas sesiones presenciales del curso son: la clase de visión global, un control de dos horas (el último de los puntuables para evaluación continua) y una clase de resolución de control (*feedback*). Por tanto, la clase de visión global se hace pocos días antes del control, ya que se supone que los alumnos están estudiando para este control.

Además, para motivar a los estudiantes un poco más, se les ha informado de que una

pregunta de este control estará relacionada con la clase de visión global.

La clase de visión global empieza con el planteamiento de un caso, por parte del profesor, y preguntando por las características que debería tener el SO adecuado para ese caso. Además se indican unas restricciones hardware respecto a memoria, disco, etcétera. Posibles ejemplos de casos serían un SO para un servidor de ficheros, un servidor de video tipo *youtube* o un servidor de correo electrónico. El objetivo es que los alumnos deduzcan qué características debe tener el SO requerido, entre todo lo aprendido en clase, y que con ello se den cuenta de que cada decisión afecta a las otras.

El profesor tiene una serie de preguntas preparadas de antemano, que servirán de guión a la discusión. Se anima a los estudiantes a opinar y a discutir entre ellos sin que el profesor intervenga: el objetivo no es que el profesor indique quién tiene razón, sino que sean los mismos alumnos los que lleguen a una conclusión. El rol del profesor consiste en moderar y dinamizar la discusión resumiendo puntos, lanzando nuevas preguntas cuando la discusión decae o cerrando temas que empiezan a cansar. Si hay suerte, y el grupo es especialmente dinámico, el profesor puede dedicarse a opinar como uno más.

En el control que se realiza en la clase siguiente a la de visión global, hay un ejercicio (que puntúa entre 1 y 2 puntos sobre 10) en el que se plantea otro caso diferente y alguna pregunta de las que se estuvieron debatiendo en clase.

Esta metodología no supone ningún coste adicional en tiempo ni esfuerzo para el estudiante, y preparar un caso es un tiempo relativamente pequeño para el profesor. Y aunque se haya diseñado y probado en la asignatura SO, creemos que la metodología es exportable a otras muchas asignaturas técnicas.

## 3. Teoría y trabajos relacionados

### 3.1. Teorías en las que nos basamos

La visión de conjunto (al menos en asignaturas de SO) suele darse en el laboratorio. Sin embargo, los laboratorios no son el único lugar donde las habilidades prácticas pueden ser adquiridas. Felder y Brent [6] nos enseñan que en las clases

magistrales experimentos reales o simulados pueden ser discutidos, y el estudiante puede aprender a averiguar qué datos necesita, analizar cuál debería ser el comportamiento, y ofrecer explicaciones a los comportamientos inesperados.

Marra [9] afirma que si los estudiantes deben ser motivados para enseñarse a sí mismos, su educación debe ir más allá de la mera presentación del contenido de una asignatura. En particular, propone 4 objetivos: (1) ayudarles a entender su propio proceso de aprendizaje, (2) pedirles que se responsabilicen de su aprendizaje, (3) crear una atmósfera que promueva la confianza en su habilidad de tener éxito y (4) ayudarles a ver la educación como muy relevante para sus intereses y objetivos

Biggs [3] nos dice que el aprendizaje tiene lugar a través del comportamiento activo de los estudiantes: aprenden aquello que ellos hacen, no lo que el profesor hace. Y las novedades introducidas deben reflejarse en la evaluación, ya que los estudiantes orientan su estudio a lo que realmente cuenta – o al menos, a lo que ellos piensan que cuenta – con el objetivo de pasar de curso. Esta orientación al aprobado puede llegar a producir lo que Biggs llama *backwash effect*: un escenario en el que el aprendizaje de los estudiantes está dirigido por su necesidad de saber cómo pasar el curso, más que por los objetivos de la asignatura. En dicho caso, en su búsqueda de una nota, los estudiantes fallan a la hora de aprender.

Entwistle [5] nos habla del aprendizaje superficial y del aprendizaje profundo. En esta división, un alumno que haya realizado un aprendizaje superficial estudia sin un propósito o estrategia definida, trata lo aprendido como bloques de conocimiento no relacionados, memoriza hechos y recetas para resolver problemas y encuentra difícil cada idea nueva. Si ha trabajado en aprendizaje profundo, es capaz de relacionar las ideas con conocimientos y experiencias previas, buscar patrones y teorías subyacentes, buscar evidencias y relacionarlas con las conclusiones.

Breston, Fellows y Culver [2] distinguen 4 fases en el autoaprendizaje (dependiente, interesado, involucrado y autodirigido), con roles diferentes para el profesor:

- En el estado *dependiente*, el profesor actúa como autoridad y entrenador (clases magistrales, clases de problemas)
- En el estado *interesado*, el profesor actúa como motivador y guía (discusiones guiadas, laboratorios guiados por objetivos)
- En el estado *involucrado*, el profesor actúa como promotor (discusiones donde el profesor participa como un igual, proyectos de grupo)
- En el estado *autodirigido*, el profesor actúa como consultor, y delega parte de su trabajo de aprendizaje en el propio alumno (grupos de estudio auto-dirigidos, estudiantes en prácticas en empresa)

Por otra parte, el trabajo usando casos ha sido ampliamente tratado en la literatura. Richards y Gorman [11] presentan una serie de casos y enfatizan que el uso de casos promueve el aprendizaje activo, actividades de equipo, y la habilidad de manejar problemas “abiertos”. Los estudiantes se encuentran ante situaciones realistas, con múltiples respuestas, puntos de decisión claves y compromisos. Además desarrolla habilidades cognitivas de alto nivel, como análisis, perspectiva, capacidad para juzgar problemas, toma de decisiones y pensamiento crítico e independiente.

Para finalizar, queremos referenciar la bien conocida taxonomía de Bloom [4], que distingue seis niveles de competencia en la definición de los objetivos educacionales: conocimiento (repetir de manera literal), comprensión (demostrar conocimiento de los términos y conceptos), aplicación (aplicar la información aprendida resolviendo un problema), análisis (dividir en elementos básicos, formular explicaciones teóricas o modelos a los fenómenos observados), síntesis (crear algo, o combinar elementos en una vía novedosa) y evaluación (hacer y justificar juicios de valor entre diversas alternativas).

### 3.2. Aplicación de las teorías

Con las clases de visión general y global, buscamos un aprendizaje cooperativo y activo a través del estudio de un caso.

Buscamos pedir a los estudiantes que se responsabilicen un poco más de su aprendizaje, creando una atmósfera donde se encuentren seguros a la hora de intervenir y discutir, aplicando lo aprendido; es muy importante que la

atmósfera de la clase de visión global sea distendida, amigable y que les invite a participar (quizá, esto sea lo más difícil).

Queremos el aprendizaje profundo del que habla Entwistle, donde no se vean las cosas como independientes, sino que se relacionen entre sí. Queremos que el alumno pase de la fase de *dependiente* a la de *interesado*, incluso a la de *involucrado*, aunque este es un objetivo difícil.

Por último, habíamos descubierto que según la taxonomía de Bloom, nuestros objetivos se cubrirían generalmente a nivel de aplicación. Sin embargo, en las asignaturas de Sistemas Operativos que los alumnos cursarán tras la nuestra, se deberían alcanzar los niveles de análisis y síntesis. Nuestro objetivo ahora es dar un primer paso para alcanzar estos niveles.

### 3.3. Trabajo relacionado

Riesco y Díaz [12] proponen una experiencia de aprendizaje por descubrimiento en una asignatura de SO. En su propuesta, un tema (memoria) es impartido con técnicas de descubrimiento; los autores concluyen que el sistema mejora el aprendizaje, aunque se quejan del exceso de alumnos por clase, así como de las retenciones tanto del profesorado como del alumnado a cambiar su rol en la docencia.

Pérez-Poch [10] implementa varias técnicas de aprendizaje cooperativo, concluyendo tanto el aprendizaje activo como los proyectos cooperativos mejoran y consolidan el aprendizaje.

Azuara [1] presenta el uso de estudio de un caso para la asignatura Redes de Computadores. Sufre los mismos problemas que nosotros: cómo ajustar el grado de dificultad, cómo motivar y cómo dinamizar los debates. En su artículo, el caso se resuelve en varias clases, en las que los estudiantes se agrupan en equipos y discuten entre ellos. Esta propuesta tiene un coste para el profesor que nuestra propuesta no tiene, ya que hay que corregir las propuestas de los equipos.

Gómez y Clares [7] presentan una serie de cambios metodológicos para fomentar el aprendizaje autónomo en asignaturas de SO. Igual que en este artículo, se aplican técnicas de aprendizaje cooperativo y basado en problemas. La diferencia fundamental con este trabajo es que los autores reducen significativamente el número de clases magistrales, aumentando el trabajo en equipo, mientras que en nuestra propuesta sólo se

modifican dos clases, las antiguas primera y última clase –*introducción y repaso y dudas*, respectivamente – para ofrecer esta visión de conjunto. Nuestra propuesta no tiene prácticamente ningún coste adicional ni para el profesor ni para el estudiante, siendo compatible con nuestro método de evaluación continuada a bajo coste [8].

## 4. Implementación y resultados

Esta metodología se ha aplicado durante el cuatrimestre de otoño del curso 2007/08. En esta sección analizamos los detalles de la experiencia, la participación de los estudiantes y los resultados académicos. También mostramos los resultados de la encuesta que pasamos a nuestros estudiantes.

### 4.1. Diseño de la experiencia

La experiencia se ha aplicado en los tres grupos de teoría de la asignatura Sistemas Operativos. Esta asignatura está en el cuarto cuatrimestre de las titulaciones de Ingeniería Informática e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. En el cuatrimestre de otoño del curso 2007/08 había un total de 91 estudiantes matriculados en la asignatura.

Se designó un profesor responsable de la experiencia, que fue el encargado de diseñar el caso y las preguntas, con la colaboración de los demás profesores. Dicho profesor también redactó el ejercicio correspondiente a la experiencia, que apareció en el último control del cuatrimestre, y corrigió el ejercicio de todos los estudiantes. Con todo ello, este profesor obtuvo una “visión global” de la experiencia sobre todos los grupos, analizando el desarrollo de la clase y los resultados de los controles.

Cada clase de visión global fue impartida con dos profesores en el aula. Uno de ellos era el profesor habitual de teoría del grupo mientras que el otro era el profesor responsable de la experiencia. De esta manera, el profesor responsable de la experiencia se encargaba de explicar el caso y guiar a los alumnos, mientras que el profesor habitual del grupo, al que los alumnos conocen y con el que tienen confianza, se responsabilizaba de dinamizar las discusiones.

Para evitar distorsiones en los resultados, decidimos utilizar el mismo caso en los tres grupos de teoría. El caso elegido describe un

servidor de video del estilo “youtube”, presentando importantes limitaciones de memoria, pero disponiendo de un gran dispositivo de almacenamiento. Se les planteó a los estudiantes cinco cuestiones de interés sobre este escenario:

- ¿Cuál es el mejor sistema de ficheros que podemos usar?
- ¿Cuál es el mejor planificador de procesos para este escenario?
- ¿Es mejor implementar un servidor multihilo (*multithreaded*) en vez de un servidor multiproceso comunicado mediante *pipes* con nombre?
- ¿Disminuimos los problemas del planificador a medio plazo si disponemos de una zona de *swap* grande?
- ¿Es preferible usar un núcleo (*kernel*) grande con las optimizaciones propuestas anteriormente en lugar de un núcleo pequeño sin dichas optimizaciones?

El tiempo por pregunta se fijó en torno a los 20 minutos. El profesor puede decidir extenderlo en aquellas preguntas que considere oportunas dependiendo de la dinámica del grupo.

A veces, la descripción del escenario no ofrece información suficiente para tomar algunas decisiones de implementación. Por esta razón, las preguntas de los estudiantes orientadas a extender la información disponible constituyen una parte importante de la discusión. Por ejemplo, la descripción del escenario no proporciona suficiente información para decidir el sistema de ficheros que se adapta mejor al sistema. En este caso, los estudiantes deberían solicitar información con respecto a cómo se realizan los accesos, la frecuencia de los mismos, la cantidad de información obtenida en cada uno, etcétera. Los estudiantes deben identificar estas carencias y elaborar preguntas para completar la información que les permitirá proponer una solución razonada. Los profesores proporcionan esta información cuando los estudiantes la solicitan. Esto hace que la metodología sea más flexible, ya que los profesores pueden modificar la información durante la experiencia, si ven que esta modificación puede enriquecer la discusión.

Durante la sesión, los profesores explican que no hay una única respuesta correcta para cada caso, sino varias soluciones más o menos óptimas.

Además, los profesores también enfatizan que una buena propuesta puede beneficiar algunos aspectos del SO, pero perjudicar algunos otros.

#### 4.2. Participación de los estudiantes

De los 91 estudiantes matriculados en la asignatura, 76 realizaron el tercer y último control del cuatrimestre. Consideramos estos 76 estudiantes como los que han seguido la evaluación continua y el curso de una manera regular. De ellos, 54 (un 70%) asistieron a la clase de visión global.

Los estudiantes participaron activamente en el debate, aunque no de igual manera en todos los grupos: la participación en un grupo no fue tan activa como la de los demás. En este caso, el rol de los profesores fue más activo para mejorar la dinámica de la clase.

Además, no todos los estudiantes participaron en el debate. Según nuestras observaciones, poco más del 50% de los estudiantes de cada clase participaron activamente, mientras que el resto atendieron el mismo como oyentes. Cabe destacar que todos se quedaron hasta el final, y que incluso los que no participaron activamente consideraron la experiencia como positiva (lo veremos en la sección 4.5).

#### 4.3. Observaciones

A partir de la realización de la experiencia pudimos comprobar que 20 minutos por pregunta no era suficiente, siendo unos 30 minutos la media de tiempo real empleado. Este hecho nos impidió presentar toda la experiencia: tuvimos que eliminar una pregunta. Afortunadamente, todos los aspectos a ser tratados en el SO fueron profundamente discutidos.

Hemos identificado varios niveles de participación entre los estudiantes durante las discusiones entre los grupos. Sin embargo, la dinámica de la sesión y el tiempo por pregunta han sido similares en todos los grupos.

Un punto a destacar es que uno de los grupos de teoría no había terminado todas las lecciones cuando la experiencia fue llevada a cabo. Sin embargo, la metodología de la clase de visión global puede ser fácilmente adaptada para estos casos. En nuestro caso particular, no eliminamos ninguna de las preguntas preparadas con antelación. Los profesores condujeron el debate

para enfatizar aquellos temas que habían dado en clase y evitando aquellos que no habían impartido.

#### 4.4. Evaluación de la experiencia

El último control del cuatrimestre se realizó durante la sesión de SO posterior a la de visión global. En este control, había un ejercicio que describía un caso distinto al empleado en la clase de visión global y sobre el que se preguntaba. Este ejercicio representaba hasta un punto sobre 10 (calificación máxima del control).

En este ejercicio había dos preguntas similares a algunas de las que fueron discutidas en la sesión de visión global. Contestar correctamente estas preguntas requería un conocimiento profundo de las interrelaciones entre los elementos de un SO. El profesor responsable de la experiencia corrigió y calificó estas preguntas para todos los grupos de teoría. Con esto buscábamos que los resultados no dependieran del profesor corrector, haciendo el análisis más imparcial e independiente del grupo de teoría. El objetivo principal del ejercicio era valorar si los estudiantes habían aprendido a evaluar una situación en particular y a proponer una solución que tenga en cuenta todos los componentes de un SO.

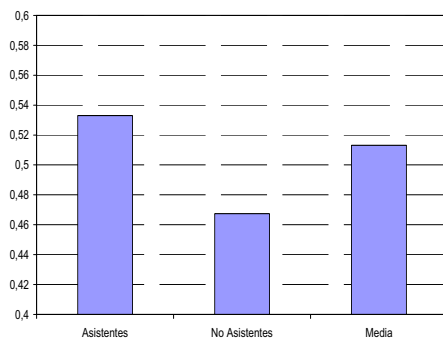


Figura 1. Evaluación del ejercicio de Visión Global.

Para analizar el impacto de la clase de visión global hemos identificado aquellos estudiantes que asistieron a la experiencia. La Figura 1 muestra la nota media de la evaluación del ejercicio relacionado con la sesión de visión global. La nota está comprendida entre 0 y 1 (la escala del eje Y ha sido ajustada por motivos de claridad). Cada barra muestra la nota media

correspondiente a los estudiantes que atendieron la clase de visión global (barra izquierda, “asistentes”), los que no asistieron (barra central, “no asistentes”) y la nota media de todos estos estudiantes (barra derecha, “media”). Un total de 76 estudiantes realizaron el último control del cuatrimestre. De ellos, alrededor del 70% asistieron a la clase de visión global y el 30% restante contestaron el ejercicio sin haber realizado una sesión similar durante el curso.

Es interesante destacar que las notas de los estudiantes que asistieron a la sesión son un 14% más altas que las de los estudiantes que no asistieron. Pero quizá sea más significativo el hecho que en torno al 13% de los estudiantes que asistieron a la clase obtuvieron la máxima nota en este ejercicio, mientras que *ninguno* de los que no asistió a la experiencia obtuvo la máxima nota. Recordemos que todas las respuestas referentes al ejercicio de visión global fueron corregidas por el mismo profesor.

Por último, hemos comprobado que un estudiante puede aprobar el último control del cuatrimestre sin asistir a la clase de visión global. El porcentaje de estudiantes que asistieron a dicha sesión y que aprobaron el control (92%) es similar al porcentaje de estudiantes que también aprobó el control pero no asistieron a la clase de visión global (87%). Por tanto, un estudiante puede aprobar el curso con sólo aprender los temas por separado, sin entender las relaciones que hay entre ellos.

Estos resultados destacan el hecho que la metodología presentada tiene un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Tienen que aprender cómo evaluar un caso diferente del descrito durante la clase. Son capaces de relacionar unos conceptos con otros y descubrir sus dependencias. Pueden proponer respuestas analizando los efectos positivos y negativos sobre los distintos componentes de un SO.

#### 4.5. Valoración de los estudiantes

Tras concluir la experiencia, los profesores pasaron una encuesta a los estudiantes sobre diversos aspectos del curso, incluida la clase de visión global. La encuesta está compuesta por nueve afirmaciones, y el estudiante debe marcar su grado de acuerdo con cada una de ellas, con valores entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 4

(totalmente de acuerdo). La Tabla 1 muestra los resultados de las puntuaciones de esta encuesta para las tres primeras afirmaciones, aquellas relacionadas con la experiencia realizada durante la sesión de visión global. El tamaño de la muestra es de 54 estudiantes. En la Tabla 1, de izquierda a derecha, la primera columna corresponde a las afirmaciones de la encuesta; la segunda columna muestra la puntuación media mientras que la tercera muestra la desviación estándar. Por último, la cuarta y quinta columnas muestran, respectivamente, la mediana y la moda de las valoraciones.

La primera afirmación dice: “Creo que la clase de visión global es útil para entender completamente el funcionamiento de un SO”. La media es de 3,24 con una desviación estándar de 0,62. Esto nos indica que, en general, los estudiantes están de acuerdo con el hecho de que esta sesión es un buen complemento para el resto de clases del curso y resulta útil para mejorar el conocimiento adquirido durante el cuatrimestre.

La segunda afirmación es: “Creo que la clase de visión global es útil para entender la relación entre los componentes de un SO”. Para esta afirmación, las respuestas alcanzan una valoración media de 3,43 con una desviación estándar de 0,63. Son unos valores muy altos, pero queremos destacar que en esta pregunta la mediana es 4 y la moda es 4: ambas son más altas que en la pregunta anterior. De ello deducimos que los estudiantes consideran que el principal objetivo de la experiencia (relacionar todos los componentes de un SO entre ellos) se ha logrado.

Por último, la tercera afirmación dice: “Creo que he aprendido más con la metodología aplicada en la última clase que con la típica clase de explicaciones del profesor”. En este caso, las puntuaciones de la afirmación son inferiores a las anteriores. La media es de 2,65 con una desviación estándar bastante alta, de 0,85. El hecho que la media sea 2,65 con una mediana y una moda de 3, implica que un número significativo de estudiantes respondieron con un 1.

Deducimos pues que aunque se valore bien la experiencia, algunos alumnos no la aprecian tanto como queríamos. Nuestra idea es que hemos de mejorar la dirección de los debates y ayudar a los estudiantes a participar en los mismos y aprender de ellos. Hubo un conjunto de estudiantes que no participó en la discusión durante la clase. Algunos

estudiantes quizá por timidez, pero otros estamos seguros que no participaron por no poder aportar ideas al debate, ya que no habían estudiado lo suficiente como para poder seguir las ideas que se discutían. Creemos que estos estudiantes consideran más útil una clase magistral de repaso, donde pueden aprender recetas a aplicar en el control, que este tipo de clases. Pero si conseguimos que estos estudiantes se unan a la discusión (aún como observadores que se empiezan a preocupar de que igual “no llevan la asignatura tan bien como pensaban”), estos serán los alumnos que más pueden aprender de la experiencia.

## 5. Conclusiones

Al aprender una nueva asignatura, los estudiantes suelen compartimentar los conocimientos en pequeñas partes estudiándolas por separado. En consecuencia hay una falta de visión global del temario. En este artículo hemos presentado una técnica simple para ayudar a los estudiantes a aprender la interrelación entre los temas de un curso de Sistemas Operativos. Explicamos el SO como un conjunto, tanto en la primera como en la última sesión del curso. La primera consiste en mostrar una guía del curso, mientras que la última es una herramienta para relacionar todos los temas dados en clase. En esta última sesión, aplicamos técnicas de aprendizaje activo en un debate autodirigido y cooperativo sobre el estudio de un caso práctico. Pretendemos conseguir un aprendizaje profundo y alcanzar niveles más altos de la taxonomía de Bloom. Nuestros resultados afirman que los estudiantes que siguieron dichas sesiones piensan que tienen una mejor visión global de un SO en su conjunto. Y según sus resultados académicos, nosotros pensamos que realmente la tienen.

## Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a nuestros estudiantes su paciencia, y a veces entusiasmo, al participar en nuestros “experimentos”. También queremos agradecer al resto de los profesores de la asignatura por su ayuda al realizar esta experiencia. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España

(proyecto TIN2007-60625) y por la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

### Referencias

- [1] Azuara, G. "Aplicación del método del caso a una parte de la asignatura Redes de Computadores". JENUI 2007, 257-261.
- [2] Beston, W., Fellows, S., and Culver, R. "Self-Directed Learning in an ASL Course". Proceedings of the 30<sup>th</sup> Frontiers in Education Conference, Session T3G. Kansas City (MO), October 2000.
- [3] Biggs, J., "The reflective institution: Assuring and enhancing the quality of teaching and learning". *Higher Education* 41 (3) 221-238. 2001.
- [4] Bloom, B.S. Taxonomy of Educational Objectives. 1. Cognitive Domain. New York: Longman. 1984.
- [5] Entwistle, N.J., "Styles of learning and approaches to studying in higher education". *Kybernetes* 30(5/6) 593-602. 2001
- [6] Felder, R.M., and Brent, R., "Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria". *Journal of Engineering Education*, 92(1), 7-25. January 2003.
- [7] Gómez, J.A., Clares, B. "Experiencia en la adaptación de la asignatura Sistemas Operativos I al EEES". JENUI 2007.73-79.
- [8] López, D. Pajuelo, M., Herrero, J.R., Duran, A. "Evaluación continuada sin morir en el intento". JENUI 2007.
- [9] Marra, R.M., Camplese, K.Z., and Litzinger, T.A. "Lifelong Learning: A Preliminary Look at the Literature in View of EC2000". *Proc. of the 1999 Frontiers in Education Conference*.
- [10] Pérez-Poch, A. "Las técnicas de Aprendizaje Cooperativo mejoran y consolidan la calidad docente en la asignatura Telemática de EUETIB". JENUI 2006, 411-415.
- [11] Richards, L.G., and Gorman, M.E., "Using Case Studies Teach Engineering Design and Ethics". *Proc. of 2004 American Society for Engineering Education Conference*.
- [12] Riesco Albizu, M., y Díaz Fondón, M. "Reinventando la rueda: una experiencia de aprendizaje por descubrimiento en la asignatura de Sistemas Operativos". JENUI 2006. 379-385.

Afirmación	Media	Desviación Estándar	Mediana	Moda
Afirmación 1: "Creo que la clase de visión global es útil para entender completamente el funcionamiento de un SO"	3,24	0,67	3	3
Afirmación 2: "Creo que la clase de visión global es útil para entender la relación entre los componentes de un SO"	3,43	0,63	4	4
Afirmación 3: "Creo que he aprendido más con la metodología aplicada en la última clase que con la típica clase de explicaciones del profesor"	2,65	0,85	3	3

Tabla 1. Valoraciones de los estudiantes sobre la sesión de Visión Global. La puntuación está comprendida entre