

## Artículo invitado

# Si elimino el examen ¿cómo evalúo? Una discusión sobre las actividades sustitutivas del examen y su escalabilidad

David López, David Carrera

Departament d'Arquitectura de Computadors  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Barcelona  
david@ac.upc.edu, dcarrera@ac.upc.edu

### Resumen

Se ha discutido mucho sobre los inconvenientes de los exámenes, siendo criticados en ocasiones por fomentar el aprendizaje superficial. Aunque muchos profesores estemos de acuerdo, nos preguntamos ¿por qué actividades se pueden sustituir? Existen experiencias para eliminar el uso de exámenes, pero la mayoría son criticadas por realizarse sobre grupos pequeños con muchas actividades evaluadoras. Este trabajo presenta diversas estrategias y actividades realizadas en una asignatura del grado de Informática para poder eliminar los exámenes consiguiendo al mismo tiempo un alto nivel de aprendizaje. La experiencia se ha realizado sobre un grupo pequeño, pero ante la presión de nuestro centro por aumentar la matrícula, se están diseñando las actividades para seguir garantizando una buena experiencia educativa sin incrementar el trabajo del profesor.

**Palabras clave:** Evaluación y aprendizaje, trabajo del profesor, aprendizaje profundo.

## 1. Motivación

### 1.1. La aportación de los exámenes al aprendizaje

¿Son los exámenes un buen sistema para aprender? Los exámenes están orientados a evaluar los conocimientos adquiridos pero ¿son una buena herramienta para adquirir dichos conocimientos?

Valero-García y Díaz de Cerio [20] fueron de los primeros en hablar en el entorno de la enseñanza de la informática de la diferencia entre evaluación formativa (que permite guiar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje) y la evaluación sumativa (que permite acreditar el nivel de aprendizaje adquirido). Los exámenes están orientados a la evaluación sumativa, que es una de las tareas básicas de la universidad: certificar los conocimientos adquiridos por el alumnado. Sin embargo, artículos de reflexión como el de López y Miró [13] plantean cómo influye un modelo de evaluación basado en exámenes en el aprendizaje, ya que se sabe que la evaluación guía el aprendizaje [5]. Dos autores de referencia en educación de la

ingeniería como Felder y Brent [10] nos indican que si los estudiantes saben que algo será evaluado harán un esfuerzo serio por aprenderlo; sin esta motivación, nuestros sobrecargados estudiantes dedicarán su tiempo a cosas que consideran más provechosas. ¿Y qué consideran más provechoso? Probablemente cualquier cosa que les permita aprobar.

Los exámenes generan en el estudiantado una gran presión, ya que su éxito depende principalmente de aprobar estos exámenes. Y así los estudiantes orientan su estudio hacia el aprobado y no hacia el aprendizaje, llegando a lo que Biggs [3] denomina *backwash effects*: un escenario en que el aprendizaje está orientado a cómo aprobar el examen más que a adquirir las competencias que se supone deben adquirirse en esa asignatura. El problema es que algunos estudiantes realizan un esfuerzo final para memorizar ciertas ideas, o a aprender ciertas “recetas” sobre cómo resolver ciertos tipos de problemas en lugar de aprender los conceptos del curso, lo que lleva a un aprendizaje superficial.

Entwhistle [8] define que un estudiante ha realizado un aprendizaje superficial cuando estudia sin un propósito o estrategia de aprendizaje definida, tratando lo aprendido como

bloques de conocimiento no relacionados, memorizando hechos y recetas para resolver problemas y encontrando difícil cada nueva idea. Por otro lado se realiza un aprendizaje profundo si el estudiante es capaz de relacionar nuevas ideas con conocimientos y experiencias previas, buscando patrones, teorías subyacentes y evidencias para generar conclusiones. El aprendizaje superficial se olvida con rapidez, mientras que el profundo es recordado.

A la vista de lo expuesto es fácil asumir que un estudiante que ha realizado un aprendizaje profundo debería aprobar un examen sin problemas. Sin embargo, no es tan fácil afirmar que quien ha aprobado un examen ha realizado un aprendizaje profundo. Ítem más: cabe preguntarse si los exámenes no provocan el aprendizaje superficial.

## 1.2. ¿Se puede eliminar el examen?

Suponiendo que un profesor esté de acuerdo que lo anteriormente expuesto son motivos en contra de hacer exámenes, la gran pregunta que se realizará es: ¿qué uso entonces para realizar la evaluación sumativa en lugar de los exámenes?

Para mejorar el proceso de aprendizaje a través de la evaluación se ha experimentado con otros tipos de evaluación, como los presentados en el libro de Svinicky y McKeachie [18]. Sin embargo muchos profesores utilizan estos métodos como complementarios al examen, realizando trabajos de laboratorio, entregables, discusiones en clase y otro tipo de actividades altamente educativas, pero haciendo que la relación entre el esfuerzo que representan para el alumno y su impacto en la nota final sea muy pequeño. Esta situación puede llevar a la frustración tanto al estudiantado como al profesorado.

Una de las cosas que ha traído el EEES es que, a diferencia de muchas asignaturas en los planes de estudios anteriores, en los planes de estudios adaptados ninguna asignatura depende al 100 % de la nota del examen final. Así en las asignaturas adaptadas se ha producido un cambio de paradigma que normalmente incluye un incremento en los actos de evaluación: las asignaturas se han ido llenando de prácticas, proyectos y entregables que han aumentado considerablemente el trabajo del estudiante y del profesor. Los estudiantes se sienten cada vez más sobrecargados, lo que aumenta la necesidad de concentrar esfuerzos en aquello que permite aumentar la nota, no en lo que permite aprender. El profesorado, a su vez, trabaja cada vez más sin ver a cambio una mejora en el aprendizaje de sus alumnos proporcional al esfuerzo que le suponen las nuevas metodologías.

Hay interesantes métodos para reducir el trabajo del profesor, como los propuestos por Sánchez *et al* [17], así como herramientas como la propuesta por Barrachina *et al* [2] que nos proponen una aplicación de control para los entregables; sin embargo, en esta propuesta los entregables siguen siendo una parte de la nota, habiendo exámenes de objetivos básicos.

Es decir, casi no hay propuestas para eliminar los exámenes. Incluso en las asignaturas que usan Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL por sus siglas en inglés) suelen tener un examen tradicional o de conocimientos mínimos, a pesar de

ser habitualmente un motivo de decepción [19]. Aunque haya propuestas de otro tipo de pruebas, como los exámenes no presenciales [14], hay pocas propuestas de eliminar completamente los exámenes y sustituirlos por otras actividades educativas, que, como indica Ramsden [15] resulten en un aprendizaje más profundo.

Una de estas propuestas la presentamos los autores de este trabajo hace tres años [12]. En ella presentábamos lo que habíamos hecho en una asignatura donde los exámenes habían sido totalmente sustituidos por actividades educativas. La principal crítica que recibió este artículo fue que hablábamos de actividades a realizar en un grupo muy pequeño (de hasta 20 estudiantes). En este artículo presentamos la experiencia de siete semestres impartiendo esta asignatura, qué actividades realizamos y, muy importante, su escalabilidad.

Dado que en nuestro centro los grupos no exceden de los 60 alumnos, nuestra propuesta no alcanza la dimensión de los grupos del trabajo de Ibáñez, Usandizaga y Sánchez [11], que presentan métodos de evaluación continua para grupos muy grandes (hasta 200 alumnos) basándose en controlar ciertos factores críticos, especialmente por lo que respecta a organización, y con la ayuda de Moodle. Sin embargo estos autores no eliminan los exámenes, usando test y exámenes de teoría. Para reducir el coste para el profesor, en el caso de los grupos de laboratorio el examen es realizado por uno de los miembros del grupo escogido al azar.

Esto apunta a uno de los problemas más habituales en grupos grandes: para que los alumnos hagan actividades de cierta envergadura siendo tantos debemos hacerles trabajar en grupo, lo que dificulta el saber si un alumno realmente ha adquirido los conocimientos necesarios y no ha abusado de sus compañeros de grupo.

Para evitar esta “calificación parásita” Sánchez [16] propone una manera de evaluar individualmente el trabajo en grupo a partir de tener grupos con proyectos preplanificados por el profesor y con calificaciones individuales; sin embargo, y a pesar de ser una asignatura que usa PBL, sigue habiendo una prueba final que cuenta el 50 % de la nota.

## 1.3. Nuestra propuesta

Lo que nos propusimos cuando diseñamos la asignatura Centros de Proceso de Datos (CPD) era convertirla en una experiencia educativa donde se buscara el aprendizaje profundo. Para ello decidimos eliminar los exámenes, sustituyendo estos por actividades orientadas al aprendizaje, que además fueran de las que se extrajera la nota final. Creemos en el principio de alineamiento de Biggs [4] que dice que lo que el alumno debe hacer para aprobar debería ser lo mismo que debe hacer para aprender.

Las actividades fueron pensadas para implicar a los alumnos en su aprendizaje. Como dice a menudo Miguel Valero: «debes poner al estudiante en una situación de la que no se pueda escapar sin aprender», pero debemos juzgarlo por lo que sabe, no por lo que no sabe (como pasa demasiado a menudo). Como se publicó en el trabajo anterior [12], en la pri-

mera edición de la asignatura se realizó en la última clase un examen sorpresa para comprobar la diferencia entre las notas obtenidas en un examen y las obtenidas con las actividades formativas. No encontramos ninguna correlación entre las notas de los exámenes y las notas de la evaluación continua, lo que era esperable pues la evaluación continua evaluaba muchas más cosas que los conocimientos. Sí que vale la pena destacar que todos los alumnos aprobaron el examen con buena nota, lo cual ya es positivo teniendo en cuenta que los alumnos no habían estudiado pues ignoraban que había un examen. Sin embargo la parte más interesante es que el examen se dividió en tres bloques: una primera parte con 18 sentencias a evaluar con cierto/falso más 21 preguntas de definición de conceptos o de hablar de ventajas de ciertas técnicas o tecnologías sobre otras (nivel de conocimiento); una segunda parte consistente en un ejercicio donde, dado un centro de proceso de datos determinado, se preguntaba sobre cómo mejorar ciertos aspectos o qué implicaciones tendría realizar ciertos cambios; y una tercera parte consistente en realizar un mapa conceptual de los elementos de un centro de proceso de datos (niveles de comprensión y aplicación). Cabe destacar que los alumnos cometieron errores en la primera parte del examen, pero que superaron con buena nota la segunda y tercera parte. En nuestra opinión, esto muestra un aprendizaje profundo, pues aunque fallen en recordar algunos datos (que no sólo pueden encontrar en cualquier momento en manuales técnicos, sino que deben buscarse pues pueden ir variando con la aparición de nuevas tecnologías) sin embargo tienen claras las relaciones entre diferentes partes de un centro de proceso de datos y qué implicaciones puede tener cada decisión tomada en el resto de escenario.

Desde entonces se han realizado siete ediciones de la asignatura y se han cambiado bastantes cosas: la experiencia nos ha permitido afinar nuestros instrumentos de aprendizaje. Sin embargo, ahora afrontamos un reto nuevo: CPD es una asignatura que está teniendo mucho éxito entre el alumnado, de manera que hay presión en la matrícula y se nos ha comunicado que (dada la crisis actual) ya no podemos limitar la matrícula a 20 estudiantes que era para los que habíamos diseñado las actividades. El reto se nos ha planteado en cómo escalar estas actividades ofreciendo el mismo aprendizaje de calidad y sin aumentar el trabajo del profesor. El análisis de la viabilidad y la escalabilidad de estas actividades es el motivo de este artículo.

## 2. Entorno académico

Explicamos aquí el entorno de la asignatura ya que ilustraremos las actividades con ejemplos de la asignatura. Sin embargo pedimos al lector que realice una abstracción y piense en las técnicas más que en la aplicación específica en nuestra asignatura.

La asignatura Centros de Proceso de Datos es una asignatura que se imparte en la Facultat d'Informàtica de Barcelona, en el grado de Ingeniería Informática donde hay cinco espe-

cialidades: Ingeniería del Software, Ingeniería de Computadores, Computación, Tecnología de la Información y Sistemas de Información. Para obtener el título, un alumno debe cursar todas las asignaturas obligatorias comunes de las cinco especialidades, las obligatorias de su especialidad, al menos un par de asignaturas complementarias de especialidad y una serie de optativas, que en particular pueden ser cualquier asignatura ofertada, incluso de otra especialidad. CPD es una asignatura complementaria de dos especialidades: Ingeniería de Computadores y Tecnologías de la Información. Al ser una asignatura complementaria se esperaba poca matrícula, y se diseñó para abrir un grupo de 20 personas un solo cuatrimestre al año. En este punto hay que destacar que en nuestro centro todas las asignaturas obligatorias se abren ambos cuatrimestres, con matriculación en julio y febrero y sin "repesca" en septiembre, mientras que las complementarias se abren uno o dos cuatrimestres en función de su demanda. Actualmente, CPD ha tenido tanto éxito que se abre todos los cuatrimestres con lista de espera. De hecho, el número de estudiantes pasó de 12 en la primera edición a 24 en la segunda y a 36 en la tercera (último curso en que se abrió sólo un cuatrimestre al año). Desde entonces los profesores nos hemos puesto estrictos con la matrícula, limitándola a 20 personas, pero abriéndola los dos cuatrimestres del año. Sin embargo, la presión sigue aumentando, por lo que debemos aumentar el número de estudiantes que permitimos matricular. Para mantener la calidad de la asignatura (y el trabajo de los profesores a niveles razonables) es por lo que estamos estudiando la escalabilidad de las actividades.

## 3. Actividades sustitutivas del examen

A continuación presentamos las actividades utilizadas en nuestro curso. Primero veremos los principios educativos en los que nos basamos; luego las actividades una por una, con un análisis de la escalabilidad de las mismas.

### 3.1. Criterios para el diseño de actividades

Nuestra experiencia nos lleva por el camino del constructivismo, uno de los principios en que está basado el EEES. El constructivismo, desarrollado entre otros por Vygotsky y Piaget, indica que la interacción es básica en el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, si una persona lee este texto probablemente lo olvidará en un breve lapso de tiempo. Sin embargo, si explica los conceptos descritos a una tercera persona usando sus propias palabras y parándose a meditar cuando encuentra un concepto difícil, entonces los conceptos quedarán claramente grabados en su mente. Así pues las actividades deben diseñarse para tener estudiantes activos e implicados (incluso en las clases magistrales).

Hay que crear experiencias docentes para todos los tipos de aprendizaje. La cuestión de los estilos de aprendizaje es controvertida, con expertos como Felder que opinan que no existe un único estilo de aprendizaje y propone una clasifi-

cación [9] y otros como Sally Fincher que opinan que no se puede realizar una clasificación, pues no existen estilos tan diferenciados. En lo que sí hay acuerdo es que explicar las cosas de diferentes maneras y obligar a los alumnos a trabajar desde más de un punto de vista es bueno para el aprendizaje. En nuestro caso, decidimos tomar la clasificación de Felder y hacer actividades que cubrieran todos los estilos de aprendizaje, como sugiere Castaño *et al* [6], realizando actividades donde se trabajara la *conceptualización abstracta*, la *experiencia concreta*, la *observación reflexiva* y la *experimentación activa*. De hecho, una de las novedades respecto a la primera edición de la asignatura es que en dicha edición prácticamente no se realizaron actividades de experimentación activa por falta de tiempo para diseñarlas, mientras que ahora estas actividades conforman la parte más importante del curso.

Por último, y antes de entrar en el diseño de actividades, queremos reflexionar sobre la evaluación. Creemos que en algunos casos hay que primar la evaluación cualitativa sobre la cuantitativa: muchos profesores se obsesionan cuando diseñan una actividad evaluativa en saber cuántos puntos, décimas y centésimas vale cada cosa que contestan los alumnos (o peor aún, cuánto les restamos por lo que no contestan), perdiendo de vista de que podemos estar hablando de un 0,1 % de la nota final de la asignatura. A veces, en actividades que cuentan muy poco es más práctico una evaluación cualitativa (Muy bien, Bien, Adecuado y Mal, que puede ser una escala de letras A..D) que perder mucho tiempo distinguiendo entre si se les pone una décima más o menos.

### 3.2. La primera clase

Normalmente la primera clase se dedica a explicar de qué va la asignatura, el temario, el sistema de evaluación, cómo contactar con los profesores, etcétera. Es decir, suele ser una clase pasiva, y esto es un problema, porque esta inercia es difícil de cambiar. Muchos colegas nos han comentado que piden a sus alumnos que sean menos pasivos y que participen en las actividades que propone el profesor. Pero si les preguntamos, vemos que empiezan con unas cuantas lecciones magistrales (dado que los alumnos deben tener una base teórica antes de realizar actividades más participativas) y para cuando el alumno debe participar, ya ha entrado en una dinámica pasiva.

Si queremos que no se establezca una dinámica pasiva, hay que empezar de manera participativa. No es necesario dedicar toda la primera clase a explicar el temario, método de evaluación o la bibliografía. Es mejor publicar los detalles de la evaluación, el calendario y otras informaciones en el programa gestor de contenidos (CMS) y dedicamos estos minutos a detallar a los estudiantes las actividades que se van a realizar, así como los objetivos formativos de las mismas, explicando que lo que se desea es que aprendan. En resumen: en lugar de explicar las decisiones tomadas a unos niños que pasivamente las aceptan, se deben explicar los motivos de dichas decisiones a unos adultos responsables de su aprendizaje.

El resto de la primera clase debe ser activo, donde mediten sobre los contenidos de la asignatura. Lo mejor es plantear preguntas para que reflexionen sobre lo que ya saben y que descubran sus lagunas. Esto permite relacionar lo que van a aprender con conocimientos de otras asignaturas y estructurar la mente para nuevos conocimientos.

En nuestro caso, les planteamos que piensen en los ordenadores que gestionen en casa como en un mini centro de proceso de datos y que analicen qué vulnerabilidades tienen. Cada alumno se presenta a sus compañeros y explica su caso. El profesor escribe la lista de vulnerabilidades y después se discute cómo extrapolar estas vulnerabilidades a un centro de proceso de datos real. En algunas ediciones del curso hemos hecho que los estudiantes presenten al cabo de unos días un mapa conceptual con los elementos que conforman un centro de proceso de datos y la relación entre ellos, más que nada para que realicen una primera actividad fuera de clase durante la primera semana y marcar la pauta.

*Escalabilidad de la actividad:* con 20 alumnos es fácil que todos participen en un tiempo razonable. Con más alumnos se puede hacer que discutan primero en grupo (3 o 4 personas) y luego la discusión global. En este caso, en lugar de explicar su mini centro de proceso de datos al completo y hablar de todas sus vulnerabilidades, deben decir sólo una (añadiendo nueva información si la vulnerabilidad ya ha sido comentada con antelación). Lo que sí es importante es que dediquen un tiempo a meditar, que vean que saben más de lo que piensan de la asignatura y que todos participen, aunque sea poco.

*Escalabilidad de la evaluación:* la parte más importante de la actividad es la evaluación formativa, no la sumativa. La formativa ya es la discusión y la reflexión; la parte sumativa es suficiente con evaluar someramente lo entregado y evaluar cualitativamente como A o B en función de la cantidad de trabajo realizado.

### 3.3. Puzles

Usamos una variante de la técnica del puzle de Aronson [1]. Se escogen tres artículos sobre conceptos que fuera a explicar el profesor y se divide la clase en tres grupos donde a cada grupo se le asigna un artículo para leer. Los artículos deben ser de nivel adecuado, por lo que puede ser un artículo científico, un artículo divulgativo o un capítulo de libro. Cada alumno debe leer el artículo individualmente y, para garantizar que lo ha leído, entregar un resumen antes de la clase. Luego en clase se juntan los alumnos que han leído el mismo artículo y lo discuten entre ellos hasta llegar a un resumen consensuado con lo más importante (nosotros dedicamos 45 minutos a esta tarea). Tras un descanso se hacen grupos de tres estudiantes, donde cada uno de ellos ha leído uno de los tres artículos propuestos, y cada estudiante explica a sus dos compañeros el artículo leído, contestando a las preguntas que surjan (nosotros dedicamos 20 minutos a cada explicación). Después de una semana, los estudiantes deben entregar la versión consensuada del resumen, más un resumen de los artículos que les han explicado.

Hemos comprobado que, como sugieren los estudios realizados, los estudiantes aprenden más haciendo una actividad en que leen, resumen, discuten y luego explican conceptos que simplemente oyendo cómo los explica un profesor. Pero incluso los artículos que no han leído se recuerdan más, pues están atentos a una explicación individualizada y es más difícil desconectar cuando se está en un grupo de tres personas donde te explican cosas personalizadas que camuflado en un aula donde habla un profesor. Además, es una actividad puntuable, por lo que tenemos muy pocas ausencias de estas clases (y siempre justificadas) mientras que en clases de teoría “normales” siempre falla algún estudiante.

El tiempo de estudio empleado en realizar esta actividad no disminuye la cantidad de conocimientos impartida, más bien al contrario: hemos comprobado que si impartiéramos estos conocimientos nosotros en el mismo tiempo nos encontraríamos ante una lección muy densa y muy difícil de seguir por los estudiantes, por lo que probablemente tendríamos que dedicar más tiempo.

*Escalabilidad de la actividad:* el profesor no hace nada más que controlar los tiempos y la organización durante la clase puzle. Hemos probado con clases entre 12 y 36 estudiantes y la actividad es fácilmente escalable. Hay que limitarse a 3 artículos para que todo el mundo lea o le expliquen todos los conceptos.

Si hay muchos estudiantes se pueden dividir los grupos que han leído el mismo artículo en grupos más pequeños, de manera que dos o más grupos de estudiantes lean el mismo artículo. Lo más importante es que todos los alumnos discutan su artículo, lo presenten ante algún compañero y escuchen la presentación de los otros dos artículos.

Se requiere coordinación por parte del profesor: los artículos y grupos de la primera parte están asignados *a priori*, de manera que los alumnos saben qué artículo deben leer y con quién lo van a discutir. Si hay ausencias en la clase el profesor debe reorganizar dinámicamente los grupos, pero en nuestra experiencia no es complicado. Mientras los alumnos realizan la primera parte de la actividad, el profesor planifica la organización de la segunda en función de los alumnos presentes. Nuestra experiencia nos dice que los grupos de la primera parte deben estar formados idealmente por entre cinco y siete estudiantes.

Como decimos, la organización es fácil (aunque estresante las primeras veces). La única restricción para grupos numerosos es el ruido que se organiza cuando en clase hay tanta gente discutiendo. Pero se puede solicitar el uso de más de un aula para esta actividad y, dado que el profesor básicamente organiza pero no interviene, puede ir de aula en aula controlando. En nuestra experiencia 25 personas es el límite de gente discutiendo en un aula.

*Escalabilidad de la evaluación:* cada alumno entrega un trabajo previo, que recomendamos evaluar como A, B o C en función de si trata todos los puntos básicos del artículo (A), sólo detecta algunos (B) o ha realizado una entrega muy deficiente (C). Como los estudiantes son conscientes de que deben discutir con los compañeros y explicar, no nos hemos encon-

trado hasta ahora ninguna C. Con la lista de los puntos más importantes en la mano, esta evaluación se limita a una lectura diagonal de lo entregado.

Lo que sí puntuamos con más detalle es el resumen consensuado, pero nótese que hay un resumen por cada grupo de entre 5 y 7 estudiantes, por lo que el trabajo es relativamente pequeño.

Además se pide a los alumnos que puntúen la aportación de sus compañeros a la discusión. A modo de ejemplo, pongamos un grupo de 6 alumnos: se les dice que cada alumno reparta 11 puntos en valores naturales entre sus 5 compañeros (no se puede autopuntuar) en función de cuánto han aportado a la discusión (puede ser desde el extremo 11-0-0-0-0 hasta cualquier combinación como 4-2-2-2-1). La cantidad de puntos depende del número de integrantes del grupo y la única condición es que no se puedan repartir a partes iguales. Es importante decir a los estudiantes que todos los miembros del grupo tendrán la nota de la evaluación que el profesor haga del resumen, pero que aquellos que reciban un número significativamente más alto de puntos tendrán mejor nota (es decir, que se premia, no se castiga). Esta evaluación por pares requiere un esfuerzo mínimo, pero ayuda mucho a distinguir quién ha trabajado más. Un punto a destacar es que hay que explicar a los alumnos que los puntos que reparten entre sus compañeros sirven para subir nota, pero en ningún caso para bajarla. En las primeras ediciones en que se usó el método las notas que ponían los alumnos servían tanto para subir como para bajar notas individuales, lo que al final redundó en que los alumnos se organizaban para que todos tuvieran la nota igual y nadie fuera castigado. Así, el objetivo de ofrecer información al profesor sobre las aportaciones individuales se perdía completamente. De esta manera, sabiendo que pueden ayudar a un compañero que se lo merezca, sus notas son una aportación importante para el profesor.

Por último, junto con el resumen de los otros artículos (que tienen nota A, B o C en función de la calidad del resumen) se pide que valoren la calidad de la explicación recibida (buena, regular o mala). Esta evaluación requiere menos de un par de minutos por estudiante.

El diseño de la actividad obliga al estudiante a implicarse mucho en hacerla bien, ya que sus compañeros notan cuándo les están engañando, y eso influye en las notas que se ponen entre ellos. El profesor dispone así de una ayuda fiable por parte de los estudiantes, lo que reduce el esfuerzo dedicado a la corrección al tiempo que la hace más justa y fiable.

### 3.4. Alumnos como profesores

Los estudiantes deben explicar a sus compañeros partes del temario. Los puzles descritos anteriormente son un sistema, otro es que realicen directamente presentaciones orales cortas. Para que las presentaciones estén controladas en tiempo, una buena técnica es la de Pecha-Kucha, que consiste en presentar, con una herramienta tipo PowerPoint, 20 transparencias que avanzan automáticamente cada 20 segundos, dando un total de 6 minutos y 40 segundos para la explicación, ni

más ni menos.

Es importante que los alumnos tengan información sobre cómo preparar una presentación efectiva antes de realizar esta actividad (en nuestro caso dedicamos una clase de 2 horas a explicar cómo hacer presentaciones efectivas). Además, y dado que nuestra asignatura trabaja la competencia de comunicación a nivel de aplicación, también nos sirve para evaluar esta parte.

Estas clases son bastante estresantes, así que en una clase de dos horas dedicábamos la primera parte (50 minutos) a realizar 4 o 5 presentaciones con preguntas y discusión, y la segunda parte a clase magistral por parte del profesor (como continuación de lo explicado por los estudiantes) o bien a discutir sobre la práctica.

*Escalabilidad de la actividad:* esta parte es la más difícil de escalar. Se necesita al menos una hora por cada 5 alumnos; la única manera de gestionar grupos grandes es que se dividan en grupos más pequeños algunas horas (por ejemplo, un grupo de 80 alumnos puede tener horas de “teoría” donde estén los 80, pero dividirse en 4 grupos de 20 en horas de “laboratorio” o “problemas”). De todas formas, esta es una práctica muy común en los estudios de grado en informática.

En nuestra experiencia, esta actividad funciona si se cumplen las siguientes condiciones:

1. Los alumnos tienen información sobre cómo preparar una presentación efectiva.
2. Los alumnos escogen cuándo quieren presentar. Para ello se hace un calendario de conceptos a explicar (tema, día y hora) y se pide a los alumnos que escojan, pero que una vez escogido no se admiten cambios, sólo intercambios con compañeros por acuerdo mutuo.
3. Los alumnos tienen una base de lo que deben explicar. Para ello se debe, para cada concepto a explicar, dar unas guías de qué debería explicarse, pero no ofrecer contenido para cubrir todo el tiempo, de manera que el estudiante deba completar el trabajo leyendo por su cuenta.

Al final de las explicaciones de los alumnos, el profesor aclara los términos que quizá no han quedado claros o añade implicaciones de lo explicado.

*Escalabilidad de la evaluación:* la evaluación se puede hacer con ayuda de una rúbrica mientras los alumnos presentan, calificando si explican todo lo que se les dijo, la calidad de las explicaciones y las aportaciones del alumno. Por tanto el trabajo adicional es prácticamente nulo.

### 3.5. Proyectos

Una buena parte del trabajo de la asignatura se la lleva el desarrollo de un proyecto, que consiste en diseñar un centro de proceso de datos. Hay diferentes escenarios que incluyen diferentes entornos, necesidades y cantidad de dinero (virtual) a gastar en cinco años.

Hemos probado de hacer un proyecto único donde los alumnos desarrollaban todos los aspectos del escenario. Sin embargo, dado que cada decisión modificaba la totalidad del proyecto hemos decidido dividirlo en dos partes: en la primera toman decisiones sobre las máquinas y la red sin preocuparse de otros temas, y en una segunda parte se escoge otro escenario con las máquinas y la red fijada y se trabaja la parte de almacenamiento, *backup* y *housing*.

El objetivo de la práctica debe ser tomar decisiones fundamentadas y teniendo en cuenta las consecuencias de dichas conclusiones. En nuestro caso los estudiantes disponen de unas hojas de cálculo creadas por los profesores donde pueden introducir los datos de las máquinas que van diseñando y pueden ver inmediatamente el impacto en costes, consumo eléctrico, capacidad de la red, etcétera.

*Escalabilidad de la actividad:* Dada la cantidad de trabajo y para favorecer la discusión, las prácticas se hacen por parejas. Lo que creemos más importante es que se dediquen varias horas de clase a discutir los avances de las prácticas con los alumnos. En nuestro caso dedicamos siete horas de clase a discutir la evolución de la práctica. En estas clases los componentes del grupo discuten entre ellos, toman decisiones y preguntan al profesor (presente en el aula) cuando surgen dudas. Los enunciados no tienen una única solución ni toda la información necesaria, porque así pasa en la vida real, y además es interesante que los alumnos se planteen qué información adicional necesitan y plantearse qué pasaría en ciertos casos hipotéticos.

Las clases de discusión de la práctica sirven para que los alumnos avancen en la misma, y es muy inusual que haya alumnos no implicados ya que usan el rato de clase para discutir y avanzar en la práctica. Además, al tener que presentar avances cada semana evitamos que los alumnos «dejen la práctica para más adelante», lo que normalmente redundaría en una práctica mal trabajada y poco entendida. En las clases de discusión se toman decisiones y se medita; la idea es que lo que se haga fuera de clase sea trabajo más mecánico (búsqueda de información, escritura de la memoria, etcétera), mientras que en clase se discuta de cosas que no se han entendido o se busque la experiencia del profesor para tomar decisiones. Quizá algún miembro del equipo trabaja más que otro en la parte mecánica, pero en la creativa, que es la que ofrece el aprendizaje, nuestra experiencia nos dice que todos los alumnos se implican.

*Escalabilidad de la actividad:* En nuestra experiencia, en una clase de discusión de práctica un profesor puede gestionar un máximo de 15 grupos, lo que hace clases de 30 estudiantes si los grupos son parejas, 45 si son tríos, etcétera. En caso de tener más estudiantes, los grupos de teoría deben dividirse en grupos más pequeños, el tamaño depende del número de estudiantes que componen el grupo de prácticas.

*Escalabilidad de la evaluación:* Los proyectos requieren un largo tiempo de corrección por parte del profesor. Pero además, al final se convertía en una mera evaluación sumativa, pues los alumnos recibían la nota y los comentarios muy tarde (en el caso del segundo proyecto, en las semanas de exámenes

de las otras asignaturas). Así decidimos probar dos sistemas: en el primer proyecto los estudiantes los defienden en clase (tienen 10 minutos por proyecto), mientras que en el segundo proyecto los estudiantes realizan una auditoría de prácticas de otros estudiantes, con lo que ven otras soluciones a problemas similares a los suyos, al tiempo que reciben realimentación de sus propias prácticas (evaluación sumativa).

La presentación pública permitía al profesor ofrecer un comentario inmediato a cada grupo sobre los puntos fuertes y débiles de su práctica, trabajando al mismo tiempo como evaluador. Además, el profesor tomaba apuntes de qué partes de la práctica debía mirar en profundidad, lo que al final reducía el tiempo de corrección.

En el caso de la auditoría, esta se realizaba unos días después de la entrega de la práctica: cada grupo sabía a quién había de auditar y el trabajo constaba de tres partes: leer la memoria del trabajo a auditar respondiendo (hasta donde se pudiera) a las preguntas realizadas en un manual de auditoría; una clase presencial de dos horas, donde los auditores pedían las aclaraciones necesarias a los auditados, y les daban el resultado de la auditoría y finalmente una entrega al profesor del informe final de la auditoría.

La escalabilidad de la clase donde se realiza la auditoría no tiene más problema que el de hacer una buena organización. En CPD la auditoría ha sido implementada haciendo que cada grupo auditara otros dos grupos. Hemos dividido las dos horas de clase (100 minutos reales) en 4 turnos de 25 minutos. En cada turno un grupo realiza la auditoría a otro, de manera que cada grupo realiza dos auditorías y es auditado dos veces. Aunque es complicado, sólo hace falta una buena organización por parte del profesor, indicando quién audita a quién en cada turno. El único límite de escalabilidad es el número de personas que pueden estar discutiendo simultáneamente en un aula, ya que el profesor no interviene en las discusiones. Como se ha apuntado antes, se puede tener más de un aula donde el profesor va cambiando para indicar los cambios de turno.

Más allá de hacer una experiencia de aprendizaje más rica, la otra ventaja de la auditoría es que el profesor puede leer las auditorías antes de corregir la memoria del proyecto y saber los puntos fuertes y débiles de cada trabajo. La experiencia indica que leer las auditorías con anterioridad reduce el tiempo de evaluación del proyecto a la mitad.

### 3.6. Otras actividades: laboratorios, visitas, charlas...

En la asignatura CPD hay más actividades que han ido apareciendo y desapareciendo con el tiempo: hemos añadido unos pocos laboratorios, visitas a centros de procesos de datos reales o charlas de invitados.

Los laboratorios y las visitas tienen la escalabilidad dependiente de los recursos disponibles (número de ordenadores disponibles o personas que pueden entrar en un centro de proceso de datos simultáneamente). Lo mejor en estos casos es dividir la gente en grupos que realicen las actividades en pa-

ralelo (eso sí: haciendo que el centro cuente el total de horas dedicadas por el profesor). La escalabilidad de los laboratorios ha sido ampliamente estudiada, así que no dedicaremos más espacio en este artículo.

## 4. Discusión

Para que este sistema funcione, las actividades deben ser cuidadosamente planificadas, lo que requiere un esfuerzo (pero que se aprovecha en cada nueva edición del curso). Deben ofrecerse actividades que los alumnos vean que mejoran su aprendizaje, al tiempo que sirven para sacar una buena nota.

Para evitar la picaresca de «ya he aprobado la asignatura, ya puedo dejar de ir a clase» que se ha observado en otras propuestas, nosotros proponemos que la nota de ciertas actividades se calcule por la media geométrica de las notas y no la aritmética. En la media geométrica un cero de una actividad significa un cero de nota final, por lo que un alumno no puede permitirse dejar estas actividades. Eso sí: en este caso deben haber actividades alternativas para no penalizar a los alumnos que no han podido asistir a alguna. Sin embargo la asignatura está diseñada para ser presencial, de manera que en caso de no asistir a alguna actividad (por ejemplo de tipo puzle), el alumno debe justificar su ausencia para poder realizar las alternativas.

Es interesante seguir unas normas a la hora de diseñar las actividades educativas para que los estudiantes disfruten de una experiencia educativa de alta calidad. En nuestro caso hemos seguido los siete principios que Chickering y Gamson [7] definen para una enseñanza de calidad:

- P1: Estimular el contacto profesores-alumnos
- P2: Estimular la cooperación entre alumnos
- P3: Estimular el aprendizaje activo
- P4: Proporcionar realimentación (*feedback*) a tiempo
- P5: Dedicar tiempo a las tareas más relevantes
- P6: Comunicar expectativas elevadas a los alumnos
- P7: Respetar los diferentes talentos y formas de aprendizaje

Todas las actividades están orientadas a la participación activa del estudiantado, promoviendo la cooperación (proyectos, puzles) y el contacto y la discusión tanto con sus compañeros como con sus profesores (presentaciones con preguntas, discusión de proyectos en clase). La realimentación de todas las actividades es prácticamente inmediata; el único problema que encontrábamos era a la hora del proyecto, pues costaba mucho corregirlo, pero con las indicaciones tras la presentación pública y con la auditoría hemos conseguido una realimentación rápida. Para poder resolver los proyectos, que requieren muchos cálculos, los alumnos han sido provistos con hojas de cálculo ya creadas, para que se centren en la toma

de decisiones y en las consecuencias de las mismas y no en realizar los cálculos (dedicando el tiempo a las tareas más relevantes). Todas las tareas son muy exigentes con los alumnos, pero se puntúan de acuerdo con este nivel de exigencia (tenemos notas muy altas). Por último, nótese que las actividades cubren el espectro propuesto en el punto 3.1: la *conceptualización abstracta*, la *experiencia concreta*, la *observación reflexiva* y la *experimentación activa*.

Otro punto de reflexión es: ¿dedicamos demasiado tiempo a las actividades? ¿dejamos de explicar cosas para poder desarrollar todas las actividades? La respuesta es que al contrario: Viendo todo lo que los estudiantes aprenden en las horas de discusión y proyectos, presentaciones propias y puzles, vemos muy difícil que un profesor pudiera explicar todo eso en las horas de clase que dedicamos a las actividades (al menos, con una mínima calidad educativa).

La asignatura cuenta con un 100% de aprobados sobre los presentados (hay alumnos que viendo que no pueden dedicar el tiempo que la asignatura requiere deciden renunciar a la misma, normalmente en las 3 primeras semanas de curso). Además la media de las notas obtenidas por los alumnos está entre las más altas de la carrera, todo ello con un alto grado de implicación por parte de los alumnos (que sólo se quejan a veces de la cantidad de trabajo a realizar). Además es una de las asignaturas mejor valoradas de los estudios (valoración media de los estudiantes de 4,48 sobre 5, más de un punto sobre la media de nuestra universidad y de nuestra facultad).

## 5. Conclusiones

Los exámenes no son la mejor manera de promover el aprendizaje. Existen otras actividades que permiten un aprendizaje más profundo, pero para que sean efectivas el estudiante se las tiene que tomar en serio, y no lo hará si la nota de la asignatura no depende de estas actividades, sino de uno o más exámenes. Así pues abogamos por la supresión de los exámenes siempre que el entorno de la asignatura lo permita.

El principal problema de estas actividades es la escalabilidad de las mismas. En este trabajo presentamos un estudio de diversas técnicas que hemos utilizado y de su escalabilidad, tanto en alumnos que puede seguir las actividades como en el trabajo de evaluación del profesor.

Después de comprobar que se pueden escalar estas actividades, el principal problema de las mismas es que requieren una fuerte presencialidad del estudiantado. Queda pendiente convertir algunas actividades en semipresenciales, pues esta es una tendencia de la universidad actual.

## Referencias

[1] Elliot Aronson, Nancy T. Blaney, Cookie Stephan, Jev Sikes, y Matthew Snapp. *The jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA, Sage Publishing Company, 1978.

- [2] Sergio Barrachina Mir, Asunción Castaño Álvarez, Maribel Castillo Catalán, Germán León Navarro, Rafael Mayo Gual y Enrique Quintana Ortí. *Gestión de entregables con grupos grandes*. Jenui 2008, pp.249–256. Granada, julio de 2008.
- [3] John Biggs. *The reflective institution: Assuring and enhancing the quality of teaching and learning*. Higher Education vol. 41, núm. 3, pp. 221–238. 2001.
- [4] John Biggs y Catherine Tang. *Teaching for Quality Learning at University*, 4<sup>th</sup> edition. McGraw Hill, 2011.
- [5] George Brown, Joanna Bull y Malcolm Pendlebury. *Assessing student learning in higher education*. Routledge, 1997.
- [6] M. Asunción Castaño, Mercedes Marqués, Rosana Satorre, Antoni Jaume i Capó y David López. *Tengo una respuesta para usted sobre estilos de aprendizaje, creencias y cambios en los estudiantes*. Jenui 2010, pp 275–282. Santiago de Compostela, julio de 2010.
- [7] Arthur W. Chickering y Zelda F. Gamson. *Seven principles for good practice in undergraduate education*. The Wingspread Journal, vol. 9, núm. 2, pp. 1–15. 1987.
- [8] Noel J. Entwistle. *Styles of learning and approaches to studying in higher education*. Kybernetes, vol. 30, núm. 5/6, pp. 593–602. 2001.
- [9] Richard Felder. *Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education*. Journal of College Science Teaching, vol. 23, núm. 5, pp. 286–290. 1993.
- [10] Richard M. Felder y Rebecca Brent. *Designing and Teaching courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria*. Journal of Engineering Education, vol. 92, núm 1, pp. 7–25. Enero de 2003.
- [11] Jesús Ibáñez, Imanol Usandizaga y Ana Sánchez. *Herramientas de Instrucción Masiva: Pistas para implementar evaluación continua en grandes grupos*. Jenui 2012, pp. 311–318. Ciudad Real, julio de 2012.
- [12] David López. *Si elimino el examen ¿mis alumnos dejarán de aprender? Una experiencia de diseño de actividades educativas alternativas al examen*. ReVisión vol. 6, núm. 2, pp. 10–17. Septiembre de 2012.
- [13] David López y Joe Miró. *Creencias que merecen una reflexión*. ReVisión vol. 7, núm. 3, pp. 61–68. Septiembre de 2014.
- [14] David López, Fermín Sánchez, Josep-Llorenç Cruz, y Agustín Fernández. *Evaluación formativa usando exámenes no presenciales*. Jenui 2012, pp. 89–96. Ciudad Real, julio de 2012.
- [15] Paul Ramsden. *Learning to teach in higher education*. Routledge, 1992.



- [16] Pablo Sánchez. *Evaluación individual de resultados producidos por grupos: diferentes estrategias y lecciones aprendidas*. Jenui 2014, pp. 41–48. Oviedo, julio de 2014.
- [17] Fermín Sánchez, Juan José Escribano, María José García, Julia González y Eva Millán. *Ideas para reducir el trabajo del prof-EEES-or*. Jenui 2010, pp. 301–308. Santiago de Compostela, julio de 2010.
- [18] Marilla Svinicki y Wilbert J. McKeachie. *McKeachie's teaching tips: Strategies, research, and theory for college and university teachers, International edition*. Wadsworth, 2011
- [19] Miguel Valero-García. *PBL (Piénsatelo Bien antes de Liarte)*. ReVisiónvol. 5, núm. 2, pp. 11–16. Diciembre de 2012.
- [20] Miguel Valero-García y Luís M. Díaz de Cerio. *Evaluación continuada a coste razonable*. Jenui 2003, pp 183–190. Cádiz, julio de 2003.



*David López* (Barcelona, 1967) es profesor titular de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Licenciado y doctor en informática (UPC 1991 y 1998 respectivamente), imparte clases desde 1991.

Aunque su tesis versó sobre compilación y arquitecturas para códigos numéricos, en 2004 dio un giro radical a su investigación dedicándose a la educación, la ética y la sostenibilidad en la informática, habiendo publicado más de 80 artículos científicos y divulgativos en esta nueva etapa. Ha impartido más de un centenar de talleres y conferencias en el tema de competencias transversales, especialmente en temas de sostenibilidad y comunicación. Es responsable de la competencia Comunicación en la Facultat d'Informàtica de Barcelona. En

la actualidad, es presidente de la ONG Tecnología para Todos (TxT) y director del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC.

El Dr. López es miembro de las asociaciones AENUI, SEFI y ASEE.



*David Carrera* (Barcelona, 1979) es profesor Agregado de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Ingeniero y doctor (2002 y 2008 respectivamente), imparte clases desde 2003. Actualmente es también el jefe de equipo de grupo de investigación "Data-Centric Computing" en el Barcelona Supercomputing Center (BSC). Sus líneas de investigación se centran en la gestión del

rendimiento de las cargas de trabajo en centros de procesamiento de datos.

Ha impartido docencia en la Facultad de Informática de Barcelona (FIB) de la UPC desde 2003, y también fué consultor docente de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) entre 2003 y 2012. Su docencia se ha centrado en aspectos relacionados con los sistemas operativos y las redes de computadores, el rendimiento de sistemas y con el diseño de Centros de Procesado de Datos.

Fué interno en IBM Watson (Hawthorne, Nueva York) en 2006, y *Visiting Research Professor* en IBM Watson (Yorktown, Nueva York) en 2012. Ha estado involucrado en varios proyectos de investigación de la UE, y actualmente es IP de un ERC Starting Grant. Asimismo lidera diferentes proyectos de colaboración industrial con IBM, Intel, Cisco y Microsoft. Recibió un IBM Faculty Award en 2010. Es miembro del IEEE.



© 2016 D. López, D. Carrera. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales y no se haga un uso comercial.