

Sistemas Operativos Avanzados: de la clase magistral al entorno colaborativo.

Joan Navarro, Xavi Canaleta, Andreu Sancho-Asensio

Departamento de Informática

La Salle - Universitat Ramon Llull

C/ Quatre Camins 2

08022 Barcelona

{jnavarro, xavic, andreus}@salle.url.edu

Resumen

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) apuesta, entre otras cosas, por un nuevo modelo educativo en el que el alumno es el actor principal y el profesor queda relegado a un segundo plano. Esto conlleva el replanteamiento de la metodología docente del profesorado así como la reestructuración integral de ciertas asignaturas. En este trabajo se presenta el caso particular de la asignatura Sistemas Operativos Avanzados, impartida en el tercer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, y se expone cómo dicha asignatura, hasta ahora impartida según el clásico modelo magistral, ha evolucionado a un modelo pragmático basado en la filosofía *learning by doing*. Este proceso ha requerido una adaptación de las técnicas pedagógicas y del sistema de evaluación, cuyos resultados indican la aceptación del nuevo modelo por parte del alumnado y la mejora en la asimilación de sus conocimientos. Finalmente, el modelo expuesto para esta asignatura podría aplicarse fácilmente a asignaturas de características similares.

Summary

The European Higher Education Area (EHEA) demands a new teaching model where the student is the main actor and teachers are pushed into the background. This forces practitioners to review the current teaching methodology and the structure of many subjects. This work describes the case of Advanced Operating Systems, a subject taught in the third course of Computer Engineering, which has evolved from a master class paradigm to the learning by doing philosophy. It also shows how the assessment system and teaching methods have been adjusted, proving the acceptance of the new model by the students and improving their assimilation of

knowledge. Finally, the aforementioned model used in this subject might be easily applied to other subjects with similar features.

Palabras clave

Administración de sistemas operativos, ABP, EEES, aprendizaje activo.

1. Apertura

La Universidad La Salle, como entidad pionera en el fomento e implantación de las metodologías en innovación docente, siempre ha apostado por la mejora continua del profesorado y de las asignaturas que imparte.

Dentro de este marco de trabajo y con la entrada en vigor del EEES, se está dando la situación idónea para la reestructuración integral de las asignaturas. Muestra de ello son las numerosas publicaciones y propuestas que están emergiendo en estos últimos tiempos [5, 7, 8], la mayoría de ellas focalizadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), cuyo rendimiento satisfactorio ha sido demostrado ampliamente en la literatura docente, como por ejemplo en [1].

El ABP es una aplicación concreta de la filosofía *Learning by Doing*. El pilar de su metodología es la interacción con los alumnos, los cuales tienen que trabajar en grupo [6] y de forma colaborativa, con el objetivo común de solucionar interesantes retos. Dicha metodología también ofrece la oportunidad a cada miembro del grupo de aportar sus habilidades personales para el bien común. Los conocimientos adquiridos mediante el ABP son de un valor incalculable, puesto que están conectados con una realidad palpable al alcance del alumno. Por último, el ABP sugiere que la forma de evaluar estos conocimientos adquiridos es mediante la comunicación y

la (auto)evaluación. En este entorno, el profesor se convierte en guía y mentor de sus alumnos hacia el conocimiento.

En este trabajo, además de constatar la eficacia del ABP, se describe el proceso de transición pedagógica que se ha llevado a cabo en la asignatura Sistemas Operativos Avanzados (SOA), en la cual el modelo magistral ha dejado paso a un modelo colaborativo [2]. Evidentemente, el motor de este cambio no podía centrarse en otro punto que no fuera el alumno.

Actualmente, SOA (bajo el nombre de ASSOO) sólo se imparte como asignatura troncal en el tercer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. Con la entrada en vigor de los nuevos grados del EEES, no solamente los graduados en Informática, sino también los graduados en Telemática tendrán que cursar esta asignatura. Esto implica que el volumen de alumnos en el futuro más próximo se incrementará sustancialmente. Según el *roadmap* de la universidad, el curso académico 2010 – 2011 es el último curso en el que se impartirá Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, iniciando totalmente los nuevos grados en el curso 2011 – 2012. Con todo esto, lo que se quiere destacar es que este es el año perfecto para implementar, a modo de prueba piloto, la filosofía del aprendizaje activo en SOA.

El resto del trabajo se organiza como sigue. En la sección 2 se describe el funcionamiento de la asignatura según el modelo magistral. En la sección 3 se evalúa el modelo descrito en la sección anterior y se presentan los cambios necesarios para la transición al modelo colaborativo. La sección 4 describe el detalle de la aplicación actual del curso piloto. En la sección 5 se muestran los resultados obtenidos de aplicar este cambio radical y sus beneficios. Por último, en la sección 6 se discuten las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Preludio

En esta sección se describe el funcionamiento de SOA (en realidad ASSOO) tal y como estaba diseñada antes del cambio que aquí proponemos (curso 2009 – 2010). Con estos datos se podrá seguir y comprender la evolución de la asignatura hacia el nuevo modelo. Después de esta sección se expondrán los puntos fuertes y débiles, en los que se tiene que apoyar la nueva SOA.

En sus inicios, SOA se llamaba Administración de

Administración de sistemas operativos	Horas lectivas
1. Introducción	3
2. El sistema operativo UNIX	4
3. Instalación del sistema UNIX	8
4. Inicialización y cierre	10
5. Usuarios y grupos	10
6. Seguridad	7
7. Automatización de tareas	24
8. Copias de seguridad	6
9. Administración de red	8
Total	80

Cuadro 1: Contenido de la asignatura ASSOO

Sistemas Operativos (ASSOO). Como hasta ahora, esta era una asignatura troncal en la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas que tras las múltiples modificaciones de los planes de estudios, seguía fiel a sus principios sin apenas modificar sus contenidos ni su filosofía.

ASSOO era una asignatura anual con una carga para el alumno de 2 horas semanales de clase más una práctica (que se realiza a lo largo de todo el curso). Estas clases se impartían de forma magistral mediante diapositivas, en las que el profesor iba mezclando los contenidos teóricos de la asignatura con experiencias personales vividas en el campo de la administración de sistemas. En el Cuadro 1 se exponen los contenidos generales de la asignatura tal y como figuran en el plan de estudios junto a las horas lectivas que se dedicaban antes de llevar a cabo la propuesta aquí descrita. Obsérvese que la unidad didáctica de automatización de tareas (*scripts*) tenía una carga muy superior (31 % de las horas lectivas) a las demás. Para evaluar la parte teórica de la asignatura, se sometía al alumno a un único examen por cuatrimestre.

La parte práctica de la asignatura se realizaba en parejas, y consistía en la configuración y administración de un sistema operativo Linux. Debido a la envergadura y complejidad de esta única práctica, el alumno tenía la posibilidad de ir entregándola por módulos, es decir, cada una de las cuatro fases en que se dividía la práctica. La entrega de la práctica, tanto la final como la parcial, se realizaba mediante una entrevista con el profesor, en la que el alumno debía demostrarle que, además del correcto funcio-

namiento de la práctica, tenía unos conocimientos profundos sobre el funcionamiento de la misma.

Aunque se usara el modelo magistral, ASSOO era considerada una asignatura eminentemente práctica, por lo que en la nota final del alumno se ponderaba por igual la práctica y la teoría, tal y como se muestra en la Ecuación 1.

$$N_{Final} = 0,5 \cdot N_{Teoría} + 0,5 \cdot N_{Práctica} \quad (1)$$

Sobre el papel, el objetivo principal de la asignatura era claro: formar administradores de sistemas operativos. A la realidad, debido a restricciones logísticas y temporales, la asignatura concentraba el 95% de su tiempo en el sistema operativo Linux.

El planteamiento de este modelo docente derivaba en un notable absentismo en las aulas y unas calificaciones finales bajas tal y como se demuestra en la Figura 1. Desafortunadamente, a medida que iban pasando los años, esta tendencia se acentuaba. Según las encuestas realizadas a los alumnos, algunos de éstos achacaban su absentismo a la excesiva carga de la práctica. Otros, afirmaban que el hecho de tener las diapositivas en el campus virtual, les daba la posibilidad de leerlas en casa sin tener que asistir a clase.

Dichos comentarios plantearon algunas dudas al equipo docente sobre el correcto funcionamiento de la asignatura sugiriendo la posibilidad de valorar un cambio en su impartición.

3. Paráfrasis

Mediante las encuestas de calidad docente que rellenan los alumnos de todos los cursos, se llegó a la conclusión que los dos principales factores que amenazaban el éxito de la asignatura basada en el modelo tradicional eran el (1) desinterés por parte del alumno y (2) su bajo rendimiento. El objetivo de esta sección es enfatizar las debilidades y las fortalezas resultantes de aplicar dicho modelo en ASSOO.

A continuación se puntualizan las sensaciones más relevantes recogidas por el equipo docente cuando la asignatura se impartía según el modelo clásico:

- No se conseguía que la práctica de la asignatura fuera al unísono con la teoría. Esto implicaba que en las actas de Junio, se llegara a tener

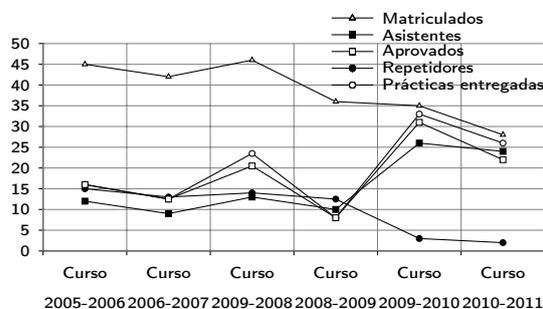


Figura 1: Estadísticas de la convocatoria ordinaria

más de un 80% de alumnos no presentados (al no presentar la práctica no podían optar a tener nota de la asignatura). Este porcentaje bajaba al 30% en la convocatoria de Septiembre. En otras palabras, los alumnos desarrollaban la práctica durante el verano.

- El porcentaje de alumnos que asistían asiduamente (más de un 90% de las sesiones) a clase rozaba el 30% de los matriculados.
- Un año después de cursar la asignatura, los alumnos afirmaban “haberse olvidado” de los conocimientos supuestamente adquiridos.
- Los alumnos no se sentían a gusto con la asignatura: Aun valorando positivamente su importancia, la encontraban demasiado teórica.
- A pesar de tener un elevado número de alumnos suspendidos, los alumnos no encontraban que la asignatura fuera especialmente difícil; según ellos las malas estadísticas se debían a la falta de tiempo.

En la Figura 1 se muestra el número de alumnos (1) matriculados en la asignatura, (2) que asisten asiduamente a clase, (3) aprobados en la convocatoria ordinaria, (4) que han aprobado la práctica en la convocatoria ordinaria y (5) repetidores. Idealmente, las 4 primeras curvas deberían ir juntas, mientras que la última debería ser 0. Nótese que los resultados hasta el curso académico 2008 – 2009 son alarmantes.

A partir de estos puntos, el equipo docente decidió plantearse qué ventajas e inconvenientes presentaba la clase magistral. En líneas generales, esta manera de trabajar tenía las siguientes ventajas:

- Por parte del profesor, no se requería de demasiado tiempo para preparar las clases. A lo largo

de los años se había recopilado material suficiente.

- El marco que ofrecía el modelo magistral encorsetaba el hilo argumental de la asignatura quedando muy acotado el discurso del profesor y sesgando la parte más creativa de la asignatura.
- El hecho de basar las explicaciones magistrales en diapositivas digitales facilitaba la planificación de la asignatura, así como el reajuste de los contenidos en función de eventualidades en el calendario.

Estas ventajas quedan reducidas a su mínima expresión cuando se comparan con su único pero gran inconveniente: **los alumnos no aprendían como se deseaba.**

Humildemente, el equipo docente se dio cuenta de que la persona más beneficiada del modelo magistral, en la asignatura de ASSOO era el profesor. En un entorno universitario esto no se podía permitir, por lo que era necesario hallar la manera de revertir esta situación adversa. Como no podía ser de otra forma, la solución pasaba por el *Learning by Doing* y el ABP.

En la siguiente sección se describen el conjunto de medidas que se han adoptado para migrar a un entorno colaborativo.

4. Interludio

Después de analizar todos los factores negativos que conllevaba la clase magistral, se llegó a la conclusión de que la raíz del problema residía en (1) el entorno físico y (2) en algunos de los contenidos. Efectivamente, lo primero que debía cambiar para fomentar el aprendizaje activo, era el aula. Una asignatura como ASSOO, no se podía impartir sin que el alumno tuviera un ordenador con el que poder practicar todos los conceptos que iban apareciendo. Además, debido a la distribución de contenidos y tal y como refleja el Cuadro 1, el alumno tenía la falsa impresión que la administración de sistemas operativos se limitaba a la automatización de tareas (*scripts*).

En el curso 2009 – 2010, primer año en el que el equipo docente decide tomar cartas en el asunto, se llega a la conclusión de que la clase tiene que ser impartida en el laboratorio. La verdad es que hay que apreciar el matiz de esta frase; tenemos la firme

creencia de que no es lo mismo impartir una clase **en** el laboratorio, que impartir una clase **de** laboratorio. Una clase de laboratorio, suele ser asociada por los alumnos a un entorno distendido en el que van a reforzar los conocimientos adquiridos durante las sesiones teóricas. En cambio, una clase en el laboratorio implica que los alumnos tendrán que adquirir los conocimientos durante esta sesión, es decir, el alumno tendrá que aprovechar al máximo la sesión y los recursos que temporalmente tiene a su alcance para consolidar los conceptos.

Impartir la clase en el laboratorio tiene la ventaja de que la relación entre el alumno y el profesor es más próxima. Por un lado, el alumno se siente a la misma altura que el docente, lo que le facilita el diálogo y el entendimiento entre ambos. Por otro lado, el docente está más próximo al alumno, lo que le facilita la evaluación integral del alumno, pudiendo seguir su evolución durante el transcurso de la asignatura.

Una vez solucionado el entorno de trabajo es momento de revisar los contenidos. Llámese ASSOO (en los planes de estudios de Ingeniería Informática) o llámese SOA (en los planes de estudios de los nuevos Grados), el objetivo de la asignatura es el mismo: formar administradores de sistemas. ¿Es cierto que todos los administradores de sistemas trabajan únicamente con sistemas Linux? Probablemente no, en realidad, aunque fuera cierto, siempre es peligroso focalizar una asignatura entorno a un único concepto, sea Linux, sea Windows, sea el que sea. Nadie sabe qué sistemas tendrán que administrar nuestros ingenieros del mañana. En conclusión, se tienen que equilibrar los conceptos. A tal efecto, se ha decidido dividir la materia del curso en tres partes:

- Sistemas operativos Linux: 50% de las horas lectivas del curso.
- Sistemas *embedded*: 25% de las horas lectivas del curso.
- Sistemas operativos Windows Server: 25% de las horas lectivas del curso.

Entonces, los contenidos de la asignatura tienen que quedar uniformemente en estas tres áreas temáticas. Así, se balancean las horas lectivas del Cuadro 1 de modo que se consigue una distribución más uniforme. Por ejemplo, se dedican más horas lectivas a la instalación del sistema operativo, puesto que se instala en múltiples plataformas, y se reducen las

horas lectivas dedicadas a la automatización de tareas.

Tal y como se comenta más adelante, ofreciendo un abanico más amplio de plataformas se incrementa la satisfacción del alumno. Además, se elimina la percepción de que la asignatura se limita a programar *scripts*.

Hasta ahora, se ha presentado una reforma únicamente a nivel estructural de la asignatura; la cual facilitará la implementación del *Learning by Doing* mediante el ABP. A continuación se aborda el tema de la práctica.

Según el plan de estudios del nuevo grado en Informática [3], SOA es una asignatura que tiene 6 créditos ECTS. En el caso de que sea una asignatura anual, como lo es en el curso académico 2009 – 2010, esto significa que el alumno tiene que dedicar alrededor de 5 horas de trabajo¹ a la semana para aprobar la asignatura.

En realidad, la idea de que los alumnos deban realizar una práctica para consolidar sus conocimientos es francamente buena. Lo que no nos parece correcto es que la práctica no esté sincronizada temporalmente con la teoría. Entonces, se tiene que rediseñar la práctica. Aunque sigue siendo una práctica para realizar en parejas, la hemos rediseñado tanto a nivel conceptual como a nivel logístico.

A nivel conceptual, la práctica tiene que coincidir con los conceptos expuestos en la teoría, pues tendrá que tocar explícitamente cada una de las tres plataformas descritas anteriormente (Linux, embedded y Windows Server). Además, la carga de trabajo también tendrá que ir acorde con la teoría (50%, 25% y 25% respectivamente). Con esta distribución conceptual y temporal de la práctica, se consigue que el alumno la siga a tiempo, ya sea con el objetivo de reforzar los conceptos trabajados en la parte experimental de la asignatura (anteriormente, en ASSOO, llamada parte teórica) o por el temor a olvidarlos y no ser capaz de seguir el ritmo de las clases.

A nivel logístico, la práctica se dividirá en cuatro puntos de control (tal y como se hacía con el modelo antiguo) pero esta vez serán obligatorios y se variará el formato de la entrega.

Para cada una de las cuatro fases de la práctica, todas las parejas tendrán que depositar la memoria,

de la que obtendrán una nota N_M , en el campus virtual. Una vez ahí y después de una entrevista personal (N_{EP}), el equipo docente analizará las soluciones propuestas por cada pareja y hará grupos de parejas, de forma que dentro de un mismo grupo aparezcan soluciones contradictorias. En el laboratorio, los grupos de parejas tendrán que reunirse y discutir una única solución para presentar al resto de la clase, obteniendo así una nota N_{EG} . Mientras tanto, el docente puede ir recopilando datos empíricos y de primera mano sobre las discusiones de sus alumnos y recogiendo sus impresiones.

No es suficiente con hacer una declaración de intenciones sobre los objetivos y el funcionamiento de la práctica. Para poder aplicar el ABP se tiene redactar una práctica suficientemente abierta como para que invite a la discusión y el debate y suficientemente cerrada como para que el tema quede acotado a la asignatura.

Llegados a este punto, se ha descrito la remodelación de la parte práctica de la asignatura así como su arquitectura básica. Únicamente queda pendiente la parte teórica, el núcleo del conocimiento, el eje alrededor del cual gira la asignatura.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, cuando un alumno está en el laboratorio, éste debe encontrar la forma óptima de aprovechar los recursos de los que dispone: laboratorio, compañeros y personal docente. Entonces, leer diapositivas, leer libros, leer o cualquier cosa que implique una actividad individual, se considera malbaratar los recursos que el alumno tiene disponibles en un espacio acotado de tiempo. El alumno ha de ir al laboratorio a practicar, a hacer y evidentemente, a aprender a hacer. Nótese que todas estas premisas están en contraposición con el clásico modelo magistral.

Entonces, hace falta una reestructuración completa de la forma de impartir conocimiento hacia los alumnos. Los alumnos pueden y deben trabajar en casa, por lo tanto, hay que buscar qué tareas relacionadas con la asignatura pueden realizar fuera del laboratorio. Efectivamente, la respuesta está en la lectura. Entonces, la estructura de la parte teórica de la asignatura queda como sigue.

En primer lugar, es fundamental cambiar el paradigma: en SOA no hay clases o sesiones teóricas, hay sesiones experimentales. Este sutil cambio de nomenclatura, refleja las intenciones del párrafo anterior al mismo tiempo que se ajusta más a la filoso-

¹Se toma como referencia que (a) 1 crédito ECTS se corresponde con 27,5 horas de trabajo para el alumno y (b) un curso tiene 33 semanas.

fía ABP.

Antes de cada sesión experimental, se les exige a los alumnos que lean un capítulo de la teoría (que evidentemente estará relacionado con el contenido de la sesión). Además, para apoyar el proceso de lectura, se les proporciona un foro en el campus virtual para que expongan dudas conceptuales relacionadas con la teoría. De este modo son los mismos compañeros los que se responden las dudas o, en última instancia el docente. Cuando el alumno llega al laboratorio, el docente le entrega una serie de mini-proyectos o miniprácticas relacionadas con la teoría que ha leído, los cuales el alumno tiene que resolver individualmente y entregar al finalizar la sesión. Éste método de trabajo ofrece las siguientes ventajas:

- El alumno es capaz de autoevaluar hasta qué punto ha asimilado los conceptos teóricos.
- El docente es capaz de evaluar las aptitudes y habilidades reales del alumno.
- El ambiente es propicio para una comunicación constructiva entre los alumnos y el profesor.

Otra vez, hay que ir con cuidado. Preparar las miniprácticas no es trivial. Para la satisfactoria implementación de esta metodología, las miniprácticas deben satisfacer las siguientes restricciones:

- Estar orientadas a reforzar los conceptos expuestos en el capítulo de la teoría.
- Ser lo más cerradas posible para que el alumno sea capaz de resolverlos en el laboratorio.
- Por cada tema, estas deben estar ordenadas por dificultad, de forma que los alumnos más avanzados sean capaces de llegar a resolverlas todas y los menos avanzados puedan consolidar sus conocimientos.
- Tienen que ser desafiantes para que puedan llegar a estimular el ingenio de los alumnos y con ello despertar su motivación.

Además, para fomentar la asistencia a clase y las ganas del alumnado, cada día de clase los alumnos podrán realizar un examen que, en caso de aprobarlo liberará el capítulo para el examen de cuatrimestre. De nuevo, hay que reparar especial atención a este examen: debe ser un examen rápido y conciso que sea capaz de discriminar si el alumno ha adquirido los conocimientos sobre el capítulo. En caso de tener una duración excesiva, el alumno se quedaría sin tiempo para resolver los mini-proyectos.

Por último, queda recalcularse la nota final (Ecuación 2) de los alumnos, teniendo en cuenta la reestructuración de la asignatura.

$$\begin{aligned} & \text{iii}(N_{\text{Teoría}} \geq 5 \text{ y } N_{\text{Práctica}} \geq 5), \\ N_{\text{Final}} &= 0,6 \cdot N_{\text{Teoría}} + 0,4 \cdot N_{\text{Práctica}} \\ N_{\text{Teoría}} &= 0,8 \cdot N_{\text{Examen}} + 0,3 \cdot N_{\text{EC}} \\ N_{\text{Práctica}} &= 0,4 \cdot (N_{\text{EP}} + N_{\text{EG}}) + 0,2 \cdot N_{\text{M}} \end{aligned} \quad (2)$$

Analizando la Ecuación 2 se puede ver que el nuevo modelo pondera la nota que obtiene el alumno en función de las horas de trabajo real que ha dedicado para la asignatura. Nótese que la nota de teoría² está evaluada sobre un 110%, de modo que el 30% de la nota (N_{EC}) se corresponde a la evaluación continua del alumno, que incluye su participación activa en la clase así como en el campus virtual.

De este modo, se consigue incentivar al alumno para que huya del cada vez más típico “conformismo del suficiente” (informalmente, hemos observado que hay un volumen preocupante de alumnos que no luchan por sacar más nota que un aprobado) y que vea la máxima calificación (10) al alcance de su mano. Efectivamente, a los alumnos que saquen una nota superior a 10, se les deja la nota en 10.

Después de exponer cómo se ha modificado la asignatura para dejar paso a la metodología *Learning by Doing*, describiendo el papel del alumno y del profesor en este nuevo paradigma, es momento de apuntar las ventajas e inconvenientes de esta filosofía así como exponer los resultados obtenidos de la prueba piloto.

5. Post-ludio

Todo empezó en Septiembre de 2009; fue entonces cuando el equipo docente de la sección de Arquitectura de Computadores del Departamento de Informática decidió enterrar el modelo magistral para la asignatura ASSOO. Era una apuesta arriesgada puesto que implicaba un cambio muy significativo y había poco tiempo para prepararlo. El objetivo de esta sección es por un lado exponer las impresiones recogidas a lo largo de este curso por parte del personal docente y por el otro exponer los resultados que han obtenido los alumnos en este curso académico

²Con el nuevo modelo, la “nota de teoría” se corresponde con la nota obtenida en las sesiones experimentales. Se ha mantenido el concepto $N_{\text{Teoría}}$ para que las ecuaciones 1 y 2 sean comparables.

así como algunas de sus impresiones más relevantes.

Recordemos que esta asignatura se impartió como prueba piloto en el curso académico 2009 – 2010, con 35 alumnos matriculados de los cuales 26 asistieron asiduamente a clase (74% de asistencia). En el curso académico 2010 – 2011, se está perfeccionando el piloto con las reflexiones aquí expuestas y se está trabajando con 28 alumnos matriculados de los cuales 24 asisten asiduamente a clase (85% de asistencia).

Ciertamente, el primer contacto que tuvieron los alumnos con la asignatura y su metodología fue áspero. Durante las dos primeras semanas los alumnos se sentían incómodos en clase, no estaban acostumbrados a esta forma de trabajar, no estaban acostumbrados a ser los protagonistas; probablemente tampoco lo esperaban. Esto se notaba en que se les veía desubicados en el aula, no participaban, estaban callados esperando a que alguien les dijera qué hacer. Como por arte de magia, quizás por la persistencia del equipo docente, a partir de la tercera semana los alumnos entendieron perfectamente cuál era su rol dentro de este nuevo esquema didáctico.

Es a partir de este punto cuando se observa que los alumnos empiezan a venir antes de hora a clase y aún con la clase terminada se quedan ahí para seguir “jugando”. Los alumnos vienen motivados a clase, se disculpan por sus faltas de asistencia aún sin exigirles ningún mínimo de asistencia. El sistema parece que funciona.

No todo es coser y cantar, hay otras iniciativas que no acaban de funcionar como se esperaba: todas ellas relacionadas con el campus virtual. Los alumnos apenas utilizan los foros, aún prometiéndoles una bonificación en su nota. Se ha observado que los alumnos prefieren venir a consultar al despacho o en última instancia enviar un correo electrónico. Esto puede ser debido a la alta disponibilidad del personal docente y al trato directo y amigable que se respira en clase entre alumnos y docentes.

Desde el punto de vista del docente, las cosas tampoco han sido fáciles: en primer lugar, para impartir una asignatura según esta metodología, se requiere de los siguientes factores:

- Disponer de como mínimo 2 horas seguidas de clase. En caso de no ser así, los alumnos no tendrían suficiente tiempo para resolver el examen

(en el caso que nos ocupa no solía durar más de 30 minutos) y entregar las miniprácticas.

- Disponer de un campus virtual (*moodle* o similar) que permita resolver toda la logística asociada a los exámenes de forma eficiente.
- Disponer de un laboratorio bien equipado y con espacio suficiente para que el personal docente pueda recolectar fácilmente información sobre todos los alumnos.

Aun cumpliendo con estos factores imprescindibles, la mayor dificultad con la que se han encontrado los profesores es el tiempo. Como norma general, para preparar 2 horas de clase, se tenían que invertir unas 20 horas, de las cuales 16 se dedicaban a la redacción de la teoría, unas 2 a la redacción de las miniprácticas y las otras 2 restantes a la redacción del examen. Afortunadamente, el grueso del trabajo de redacción de la teoría, orientada al ABP, se llevó a cabo en la prueba piloto del curso 2009 – 2010. No obstante, en el curso actual, por lo que a contenidos teóricos se refiere, el gasto de tiempo ha sido mínimo ya que sólo se han tenido que corregir algunas erratas y actualizar puntualmente algunos contenidos.

Dentro de este cómputo, faltaría añadir las horas de trabajo asociadas a la preparación y diseño de la práctica (que cada año es distinta); lo cual ha implicado un sobrecoste añadido de 40 horas. Estas, incluyen diseño de la práctica, corrección de cada una de las cuatro fases y gestión de grupos.

Efectivamente, el sobreesfuerzo asociado a la prueba piloto fue una clara apuesta de futuro, pues toda la documentación (miniprácticas y teoría) generada, orientada al nuevo paradigma docente, ha sido reutilizable, en gran parte, para el curso académico actual. Sin lugar a duda, este sobreesfuerzo se ha visto sobradamente gratificado por la satisfacción aparente que se aprecia en los alumnos cuando están en clase.

Por último y no por ello menos importante, es necesario reparar en el número de alumnos por profesor que hay en el aula. Mientras que en el modelo magistral un único profesor puede hacer frente a prácticamente un número ilimitado de alumnos, en un entorno *Learning by Doing* esto no es posible. En el caso que nos ocupa, para un conjunto de 30 alumnos se ha requerido de un profesor titular, un becario y un colaborador.

Con esta jerarquía en el aula, el alumno percibe

una atención casi personalizada por parte del docente, aumentando así su satisfacción y sus ganas de trabajar.

Tal y como muestra en la Figura 1, los resultados son esperanzadores y se está marcando una tendencia de mejora:

- Se ha dejado atrás la cifra del 25% de alumnos que asistían a clase (en la Figura 1, cursos académicos anteriores al piloto: 2005 – 2006, 2006 – 2007 y 2008 – 2009) llegando a casi el 85% de los alumnos matriculados (en la Figura 1, cursos académicos anteriores al piloto: 2009 – 2010 y 2010 – 2011).
- Todos los alumnos, sin excepción, quieren hacer los exámenes de cada tema, teniendo un 80% de aprobados de media por tema. Esto se traduce en un aumento considerable del número de aprobados en la convocatoria ordinaria tal y como se muestra en la Figura 1.
- Los alumnos valoran muy positivamente la “nueva” manera de entregar la práctica, alegrándose de ver otras soluciones y aprendiendo de ellas. Esta motivación se aprecia en el incremento del número de prácticas entregadas en la convocatoria ordinaria (Figura 1).
- De la misma forma que en los exámenes parciales, todos los alumnos participan activamente en el desarrollo de las prácticas, incitándose entre ellos a trabajar y a mejorar día a día. Esto puede percibirse (1) de los comentarios que el personal docente escucha mientras ellos discuten sobre la práctica y (2) de las encuestas de calidad docente.
- Se ha disminuido dramáticamente el número de repetidores de la asignatura. Tal y como se aprecia en la Figura 1, se ha dejado atrás el desafortunadamente tradicional 30% para dejarlo por debajo del 8%.
- Ahora sí, **los alumnos aprenden como se desea**: de forma progresiva y adaptativa a sus capacidades. Más allá de los resultados numéricos que nos avalan, hay detalles sintomáticos: muchos alumnos, clásicos usuarios de Windows, tras terminar la asignatura toman Linux como su sistema operativo para uso *doméstico*.

Después de todo lo aquí descrito, ya sólo queda una única cosa pendiente: hacer balance del trabajo y analizar qué es lo que queda por hacer.

6. Coda

En definitiva, este artículo plasma todo el trabajo desarrollado, así como los resultados obtenidos, para migrar de un modelo magistral a un modelo basado en el aprendizaje activo, aplicado concretamente en la asignatura de SOA.

Tal y como se describe en la sección 5, los resultados de migrar de un modelo magistral a un modelo basado en el aprendizaje activo están siendo satisfactorios: se ha revertido claramente la tendencia negativa de los últimos años haciendo que los alumnos realmente disfruten tanto o más que los profesores de la asignatura. Además, este nuevo paradigma supone un reto diario para el docente ya que requiere mucha preparación y dedicación a cada sesión.

No todo el trabajo está hecho. Por un lado falta ajustar el formato de la asignatura a las últimas tendencias de la universidad, eso es: el modelo semipresencial. Por otro lado falta relacionar las competencias descritas en [4] con las actividades desarrolladas en la asignatura.

Referencias

- [1] Alcober, J.; Ruiz, S.; Valero, M. *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003)*, XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 2003.
- [2] Hurtado Simón, M.A.; et al. *Análisis de la incidencia de las metodologías docentes activas en los estudiantes*, XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 2007.
- [3] ANECA. *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Informática*, Madrid 2004.
- [4] Golobardes, E.; et al., *Guía para la evaluación de competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura*. AQU Catalunya, B-27.204-2009, 2009.
- [5] Santa, J.; Zamora, M.A.; Toledo, R. *Proceso adaptativo para la implantación de ABP en materias de sistemas embebidos*, XV JENUI, 2009.
- [6] Solomon, G. *Project-Based Learning: A primer*. Technology and Learning, 2003.
- [7] Vivaracho Pascual, C.E. *Aplicación del ABP a la parte de laboratorio (MINIX) de una asignatura de Sistemas Operativos*, XV JENUI, 2009.
- [8] Zamora, M.A.; Santa, J.; Villalba, G. *Una experiencia de transición hacia el EEES en la enseñanza de tecnología electrónica mediante nuevas técnicas docentes*, III Jornadas Sobre el Espacio Europeo de Educación Superior: 'Avanzando Hacia Bolonia', 2008.