

## **Organización de la Producción II. Una experiencia docente radical de adaptación de una asignatura al EEES**

**Javier Santos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingenieros (TECNUN). Universidad de Navarra. Paseo Manuel Lardizábal 13, 20018, San Sebastián, Guipúzcoa, España. jsantos@tecnun.es.

**Palabras clave:** Innovación en la Educación, Planificación de la Producción, Educación y Aprendizaje de la Ingeniería de Organización.

### **1. Introducción**

La reforma educativa impulsada desde Bolonia supone un nuevo enfoque docente en las asignaturas de grado y master. De acuerdo con el Real Decreto 1393/2007 (RD 2007), las nuevas propuestas docentes deberían tener como referencia al alumno, tanto en la definición de contenidos orientados a adquirir ciertas competencias, como en las metodologías docentes empleadas y los métodos de evaluación propuestos.

El proceso de adaptación de algunas universidades comenzó tras firmarse la Declaración de Bolonia en 1998, como lo demuestran estudios sobre el impacto del proceso en el desarrollo de la enseñanza y del aprendizaje (Vizcarro y Yániz, 2004), encuestas de valoración del proceso de adaptación (Edwards y otros, 2005), y estudios sobre la dificultad de establecer el tiempo de dedicación a una asignatura tanto por parte del profesor, como del alumno (Bono y otros, 2005).

Algunos de los aspectos clave de la reforma son la adaptación de las metodologías docentes, los contenidos de las asignaturas y su evaluación. Son numerosas las experiencias piloto llevadas a cabo y suponen la adaptación de asignaturas a los distintos aspectos que propone la reforma.

Algunas de estas propuestas únicamente incluyen la adaptación docente para una asignatura (Carmona y Puchol, 2004), (Martínez y Esteban, 2005), (Aguirre y Vázquez, 2005), (Bohigas y otros, 2006) o grupos de asignaturas (Lavios y González, 2008), (Ordaz y Carrasco, 2008), pero no añaden experiencias de su implantación.

En otros casos sí se incluye la experiencia práctica en la implantación del plan docente de las asignaturas, pero no se complementa con un análisis de los resultados académicos, aunque se apunta que el resultado académico ha sido satisfactorio (De Llano y Piñeiro, 2005), (García y Acacio, 2005), (Freire y Rodríguez, 2006). Además, en estos tres casos se incluye una valoración muy positiva del modelo por parte de los alumnos a través de una encuesta realizada al final de curso.

Todos los casos analizados presentan en detalle la forma en que los distintos elementos, tanto metodológicos, como de evaluación, se emplean en el desarrollo de la asignatura. En dos de ellos (Aragón y otros, 2006), (Anguas y otros, 2006) se detallan los porcentajes finales de las notas obtenidas, reforzando la idea de que el cambio propuesto mejora los resultados académicos de los alumnos.

Finalmente, sólo en una de las propuestas analizadas (Pardo y otros, 2006) se incluye una comparativa de la asignatura antes y después de la reforma, analizando la evolución de los resultados académicos en los últimos 6 cursos, incluyendo el que se aplicó el nuevo sistema.

La evaluación del aprendizaje es uno de los principales problemas de los profesores para adaptarse al nuevo modelo y, sin embargo, no es uno de los elementos más trabajados (Fortes y otros, 2008).

Calderón y Escalera (2008) definen el proceso de evaluación como “un conjunto de actividades (pruebas escritas, orales, prácticas, proyectos, trabajos, etc.) utilizadas en la valoración del progreso en el aprendizaje del estudiante en la unidad o módulo del curso”. Además, señalan que la evaluación continua es el mejor método de evaluación del alumno.

Resulta evidente concluir que si la evaluación debe ser más continua y variada comparada con los métodos tradicionales (basados principalmente en el examen final) la dedicación docente del profesor se elevará y, en los casos con muchos alumnos, de forma importante.

En esta ponencia no se detallará el proceso de adaptación de la asignatura, ni la propuesta docente. Este trabajo se centrará en una propuesta práctica de evaluación de una asignatura, llevada a cabo durante el curso 2008-09 en la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Navarra y se comparará con los resultados de cursos anteriores. La asignatura es troncal en la titulación de Ingeniería de Organización Industrial y optativa en Ingeniería Industrial del plan 1999. Se trata, por tanto, de una aplicación puntual del modelo que se promueve en la reforma a una asignatura del plan que se extinguirá en los próximos años.

Esta experiencia práctica lleva al extremo el modelo de evaluación continua propuesto en el EEES. La asignatura, centrada en los sistemas de planificación y secuenciación de la producción, ofrece a los alumnos la posibilidad de planificar su propia asignatura, ya que como se ha citado al comienzo de la introducción, el alumno se convierte en el protagonista principal de la enseñanza. En esta experiencia radical, se le permite al alumno decidir incluso de qué partes de la asignatura quiere ser evaluado, y se le ofrece información sobre el estado de sus avances para que rectifique su estrategia durante el curso. De esta forma, el alumno aplicará los principios de planificación y replanificación que se explican en la asignatura.

Este trabajo no pretende ser una referencia de cómo evaluar una asignatura, sino un ejemplo que haga reflexionar sobre los modelos de evaluación de las asignaturas en el nuevo escenario planteado por la reforma educativa.

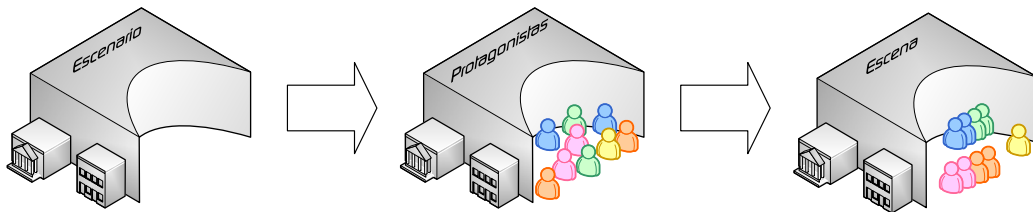
## **2. La asignatura**

Organización de la Producción II está centrada en la planificación y secuenciación de la producción. Su temario responde a un esquema clásico (Chase et al. 2000), (Machuca, 1995), (Heizer, 1997): Planificación agregada, MRP, Teoría de las Limitaciones, Planificación contra stock y Planificación detallada.

El objetivo de esta asignatura es dar a conocer al alumno las distintas herramientas destinadas a mejorar los procesos de planificación de la producción, en función de los diferentes tipos de empresa en el que se aplican.

La novedad principal que ofrece el temario de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra es que los temas se han organizado de acuerdo a un esquema propio, denominado SCENE, que pretende ofrecer al alumno una aproximación gradual y ordenada al problema de planificación de una empresa y que, a su vez, permite establecer unos límites en los módulos formativos que facilita su evaluación de manera independiente.

El método propuesto, siguiendo una analogía teatral, se basa en 3 elementos principales (escenario, protagonistas y escena), que corresponden a las 3 etapas principales del proceso de planificación (Figura 1).



**Figura 1.** Modelo general para la asignatura Organización de la Producción II

En primer lugar debe definirse el entorno de planificación en el que se tomarán las decisiones (escenario). A continuación deben definirse reglas que permitan conocer los pedidos, recursos y rutas que se incluirán en la planificación que quiere definirse (protagonistas). Finalmente, esos pedidos se ordenarán según reglas de despacho o algoritmos aplicables en cada caso, dando lugar a la secuencia final (escena):

- En el escenario de planificación de las empresas juegan un papel importante las estrategias generales relativas al reparto de la carga de trabajo en horas regulares, extras, subcontrataciones, contrataciones temporales, etc. Esta primera etapa del método SCENE pretende establecer estrategias generales para hacer frente a la demanda en el medio-largo plazo, estableciendo la forma en la que la empresa trabajará (turnos, horas extras, adelantar producción, subcontratar, políticas de compra de materiales, etc). Para ello se explicarán técnicas de planificación agregada.
- El primer objetivo de la segunda etapa del método SCENE es conocer qué elementos forman parte de las órdenes de fabricación y de compra que emite la empresa. Estas órdenes no tienen por qué coincidir en todos los casos con un pedido de un cliente, pero en la mayoría de los casos precisan componentes y materias primas en cantidades establecidas. Por tanto, la primera parada en la elección de los protagonistas sitúa el problema en la gestión de los almacenes de materias primas y las técnicas de MRP (Material Requirement Planning).
- Una vez determinada la forma de abastecerse de los componentes se deben concretar el resto de actores o protagonistas de la escena, es decir, las tareas y los recursos. Este segundo objetivo de la segunda etapa de SCENE permite explicar el concepto de cuello de botella y la teoría de las Limitaciones de Goldratt, ya que no todos los recursos resultan igual de importantes en una empresa.
- Una vez conocidos los protagonistas, la tercera parte de la asignatura (la escena), busca ordenar los pedidos de la forma más eficiente, respetando los requisitos del cliente. Es, en este punto, donde se debe diferenciar entre planificación contra pedido y planificación contra stock y, por ese motivo, se tratan en dos capítulos independientes.

### 3. Las reglas de juego tradicionales

La asignatura, con esta estructura de temas, se ha desarrollado de un modo tradicional desde el curso 2000-01 hasta el curso 2007-08. Inicialmente, el número de alumnos matriculados estaba comprendido entre 60 y 80. En los últimos cursos, el primer semestre de 5º curso se ha convertido en el momento idóneo para que los alumnos cursen un semestre en el extranjero. Como consecuencia, el número de alumnos matriculados en los últimos cursos académicos se ha situado entre los 30 y los 50.

La evaluación de la asignatura se basaba, principalmente en el examen final (70% de la nota) que era necesario aprobar para que se tuvieran en cuenta las notas parciales. Estas notas parciales consistían en un trabajo descriptivo sobre la planificación en una empresa (20% de la nota) y unas prácticas en el aula de ordenadores usando el simulador desarrollado por el Instituto Goldratt (10% de la nota) ([www.goldratt.com](http://www.goldratt.com)).

Esta asignatura está publicada desde el año 2007 en el OCW de la Universidad de Navarra ([www.unav.es/ocw](http://www.unav.es/ocw)), donde los alumnos podían disponer, desde el primer día de clase del material docente (libro, transparencias, calendario de clases y enunciado del trabajo). El curso 2008-09 se incluyó en el material on-line, un simulador de producción propio, denominado TOCNUN, (Santos y otros, 2009) y la solución detallada de los problemas propuestos.

#### 4. Las nuevas reglas de juego

La nueva evaluación de la asignatura Organización de la Producción II, sobre 10 puntos, se divide en cuatro partes, que se resumen en la siguiente tabla (Tabla 1).

- Planificación agregada y MRP: Se explica mediante Microsoft Excel en el aula de ordenadores. (Examen práctico al final del segundo tema: 3 puntos).
- Teoría de las Limitaciones (TOC): Se utiliza también el aula de ordenadores y un simulador que permite autoevaluar el aprendizaje del alumno. (Examen práctico al final del tema: 2 puntos).
- Planificación contra stock y Planificación detallada: Se explica en aula y pizarra, resolviendo problemas numéricos (Examen escrito al final del segundo tema: 3 puntos).
- Elaboración de un trabajo en grupos de máximo 4 alumnos sobre un caso real de planificación en una empresa (2 puntos). Está dividido en dos partes, cada una con un valor de 1 punto. El trabajo tiene una fecha de entrega rigurosa, a partir de la cual, se penaliza cada día de retraso con 0,2 puntos.

**Tabla 1.** Resumen de los criterios de evaluación de la asignatura

Parte de la asignatura	Tipo	Valor	Asistencia	Extras
Planificación agregada y MRP	Prácticas con Microsoft Excel	3 puntos	Se valora	No
Teoría de las Limitaciones (TOC)	Prácticas con simulador propio	2 puntos	Se valora	Desarrollar una planta (0,5 pto.)
Planificación contra stock y Planificación detallada	Tradicional (clase+pizarra)	3 Puntos	No se valora	No
Trabajo en grupos de 4 alumnos	Trabajo práctico en una empresa	2 Puntos	-	Presentación en clase (0,5 pto.)

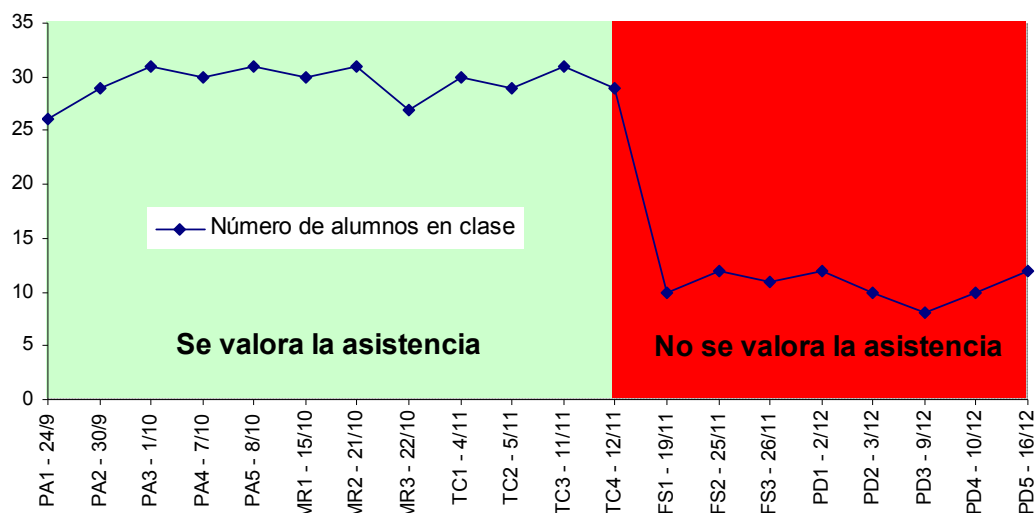
El método de evaluación continua propuesto lleva al extremo las recomendaciones de evaluación del Espacio Europeo de Educación Superior:

- No es necesario presentarse a todas las partes de la asignatura (ni siquiera en la segunda convocatoria de septiembre), ni obtener notas mínimas porque se suman todos los puntos conseguidos. El alumno, que no tiene obligación de asistir a las clases, tiene libertad para elegir el método de obtención de puntos durante el curso y es informado al final de cada parte de su nota parcial y global a través de la intranet.
- En la convocatoria del final de semestre el alumno puede presentarse, si no lo ha hecho durante el curso, a cualquiera de las partes de la asignatura de la Tabla 1, excepto del trabajo que, como se ha comentado, tiene una fecha de entrega rigurosa.

- Los alumnos que asistan a todas las clases prácticas en las aulas de ordenadores garantizan el 50% del valor de esa parte, independientemente de la nota del examen. En caso de no asistir a todas las clases se asegura la parte proporcional de la nota.
- En la primera parte del trabajo es posible entregar un borrador previo que se discute con el profesor y se acuerdan posibles mejoras para alcanzar la puntuación máxima en esa parte.
- Se puede hacer una presentación oral, de 15 minutos, del trabajo en clase. Así se puede incrementar la nota hasta 0,5 puntos. Este incremento sólo se aplicará a aquellos alumnos que hagan la presentación, que no tienen por qué ser todos los del grupo.
- Se puede proponer, de forma individual y utilizando un programa desarrollado como complemento al simulador TOCNUN, una planta de producción original. Se pueden obtener así hasta 0,5 puntos adicionales.

## 5. Resultados

El objetivo principal que se perseguía con esta propuesta era romper con el principio que dice que los alumnos están más preocupados por aprobar que por aprender. El modelo propuesto permite, a los alumnos que asisten a todas las clases, presentarse a cada parte sabiendo que, al menos, tienen asegurado el aprobado.

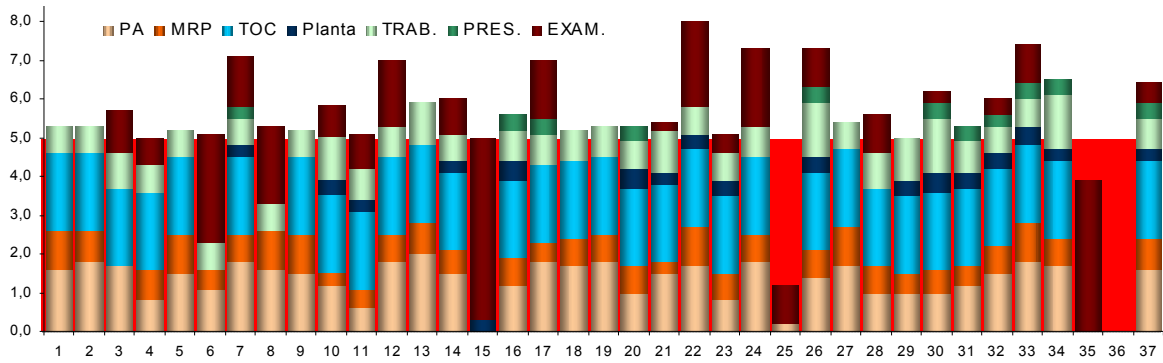


**Figura 1.** Evolución de la asistencia a clase

Un aspecto positivo de este sistema de evaluación es que, si bien el sistema garantizaba esa nota mínima sólo por asistir a clase, sólo 5 alumnos obtuvieron una nota inferior en el examen que la obtenida por asistencia, por lo que la medida contribuyó principalmente a que los alumnos asistieran a las clases y aprendieran los conceptos que se explicaban en ellas.

Sin embargo, cuando dejó de valorarse la asistencia, la asistencia media a clase bajó bruscamente. Si inicialmente era de un 75% de media, en los últimos temas bajó a un 27% (Figura 1). En el examen final de esa última parte se presentó sólo el 65% de los alumnos.

En relación a los resultados académicos, la asignatura, en 2008-09, la cursaron 37 alumnos. El 60% de ellos tenía aprobada la asignatura en diciembre, a falta del examen final de enero. A continuación se presenta un estudio detallado de la evolución de las notas de cada alumno a lo largo del curso (Figura 2).

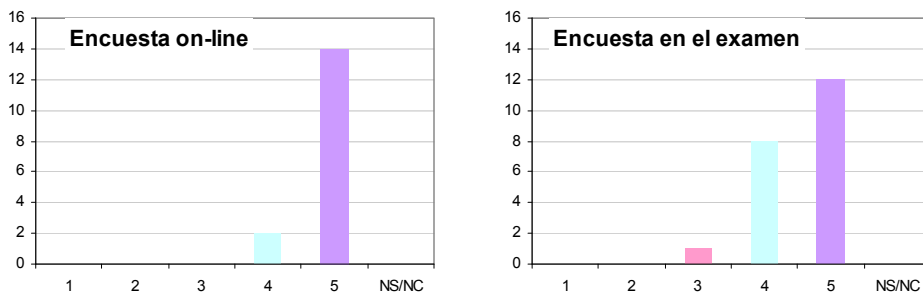


**Figura 2.** Notas de los 37 alumnos en cada uno de los módulos

En la figura puede comprobarse cómo sólo 2 alumnos (números 25 y 35) suspendieron la asignatura (eran estudiantes que, estando de Erasmus, y para adelantar materias en la carrera, se matricularon pero se despreocuparon del funcionamiento de la asignatura). Otro alumno (15), con la misma estrategia sí que aprobó al sacar una nota razonable en el examen y complementarla con una planta de producción. Un cuarto alumno (36) ni siquiera se presentó.

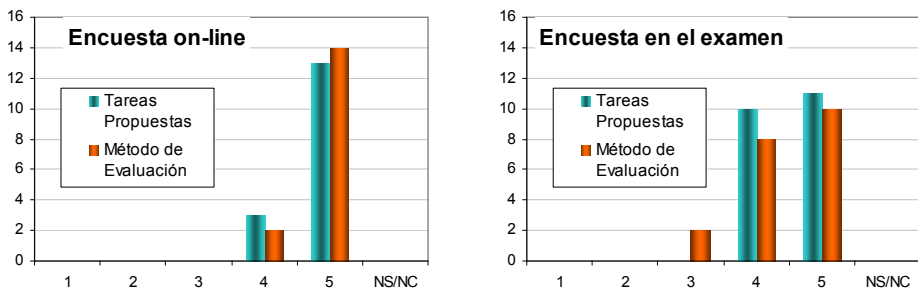
Lamentablemente, la gráfica también deja patente que los alumnos, una vez aprobada la asignatura ya no mantuvieron el interés por la misma y, el 35% de los que tenían aprobada la asignatura antes del examen, no se presentó y un 24% se presentó sin apenas estudiar.

Sin embargo, en la encuesta on-line de final de curso, contestada por el 50% de la clase (volvió a repetirse el día del examen), se constata que la valoración general por parte de los alumnos fue muy positiva (4,88 sobre 5 en la encuesta on-line y 4,52 sobre 5 en la del día del examen). Estos resultados se muestran en la Figura 3.



**Figura 3.** Resultados de la encuesta en relación a la valoración general de la asignatura

La valoración de las tareas propuestas y del método de evaluación (Figura 4) también fue muy positiva, incluso en la encuesta realizada en el examen, donde la mayoría de los alumnos que se presentaban no tenían todavía aprobada la asignatura.



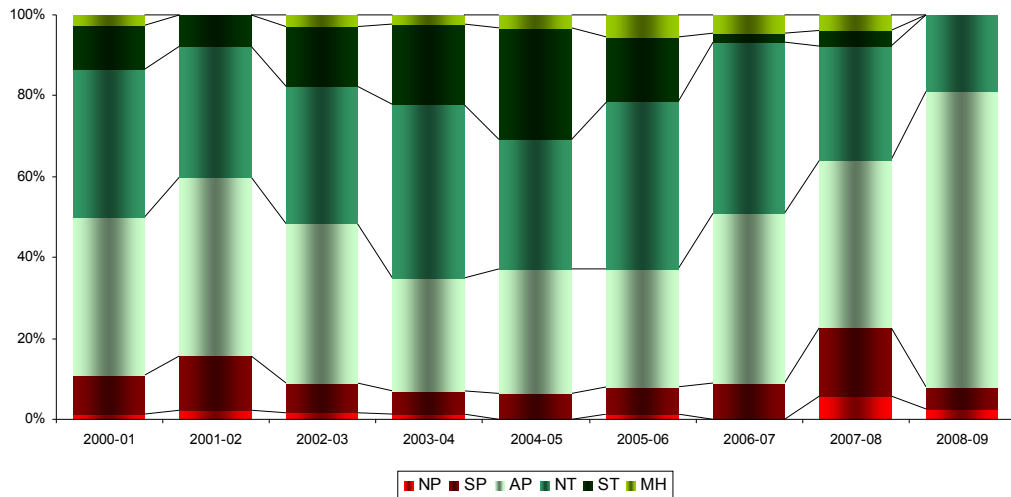
**Figura 4.** Resultados de la encuesta en relación a las tareas propuestas y el método de evaluación

Finalmente comentar que la asignatura, así planteada, apenas ha supuesto un aumento en la dedicación del profesor: La corrección de los trabajos, en el método tradicional, ya se hacía en las mismas condiciones; el examen se ha dividido en 3 partes durante el curso, y dos de ellas se evalúan mediante Microsoft Excel (esta corrección sí ha aumentado ligeramente el tiempo dedicado por el profesor); finalmente, el simulador es un elemento de autoevaluación que, al final del proceso, muestra la calificación obtenida, sin necesidad de intervención del profesor.

## 6. Comparativa con otros cursos

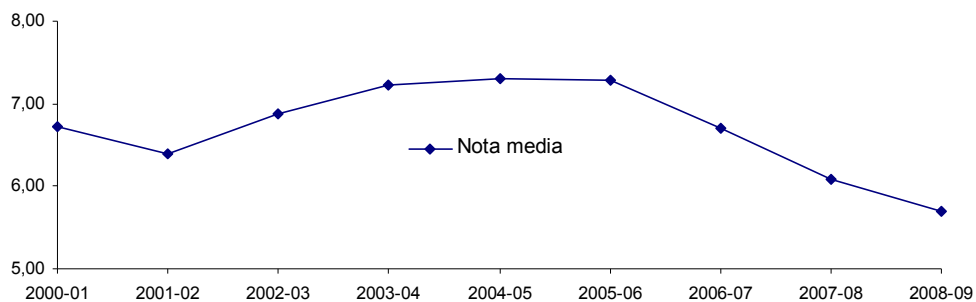
En todas las experiencias presentadas en la introducción de este trabajo se reflejaba un aumento en el rendimiento de los alumnos. En esos casos, las asignaturas eran complicadas y con un alto índice de suspensos. Sin embargo, la asignatura escogida en este trabajo cuenta con un índice muy bajo de alumnos que no se presentan y un porcentaje alto de aprobados.

La siguiente figura (Figura 5) representa la evolución en las notas de la primera convocatoria de la asignatura desde el año 2000-01 incluyendo el curso en que se ha implantado el nuevo modelo de evaluación.



**Figura 5.** Evolución de las notas obtenidas por los alumnos en la asignatura desde el curso 2000-01

La conclusión más importante es que, según este modelo de evaluación, es más fácil aprobar la asignatura (89% de alumnos), pero no se consigue motivar al alumno para “luchar” por un sobresaliente. De hecho, este año es el primero en 12 años de docencia que no hay ningún sobresaliente y sólo 7 notables, como se aprecia en la Figura 5. Además, la nota media también ha bajado (Figura 6).



**Figura 6.** Evolución de las notas medias obtenidas desde el curso 2000-01

## 7. Conclusiones

Gracias a este modelo se ha conseguido que los alumnos que normalmente no asisten a clase lo hagan y participen activamente. Sin embargo, no ha sido posible mantener el interés hasta el final del curso, ni siquiera en los alumnos aplicados. A pesar de esto, para el próximo curso no está previsto cambiar el modelo de evaluación, sino ajustarlo y complementarlo de la siguiente manera:

- Cada alumno decidirá la forma de evaluar su asignatura entre las dos opciones siguientes: 1) No presentarse al examen escrito y ser penalizado con el 15% de la nota conseguida hasta el momento (un alumno que ha conseguido sólo un 5.0 deberá presentarse al examen porque de lo contrario suspendería la asignatura); 2) Presentarse al examen y, obtener un mínimo de 3 sobre 10 para mantener el 100% de la nota alcanzada hasta el momento. En caso de no obtener la nota mínima en el examen se le aplicaría la penalización del 15%, aunque sumaría la nota del examen.
- Cada alumno deberá definir su estrategia al principio del curso, y por escrito, en términos de asistencia, trabajos y exámenes. Cumplir exactamente esta planificación le podría suponer medio punto adicional en la nota final.

La principal conclusión que se deriva de esta experiencia extrema es que es necesario buscar nuevas formas de motivar al alumno a trabajar durante todo el curso, pero manteniendo los principios de evaluación continua por los que el alumno no debería “jugarse” toda la nota en un examen final.

## Referencias

Aguirre, C.; Vázquez, A. M. (2005). Adaptación de la asignatura optativa “Química Básica” al sistema de transferencia de créditos europeos (ECTS) en tres especialidades de la diplomatura de Magisterio de Cuenca. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 8 (3), pp. 1-6.

Anguas, J.; Díaz L.; Gallego, I.; Lavado, C.; Reyes, A.; Rodríguez, E.; Sanjeevan, K.; Santamaría, E.; Valero, M. (2006). Una experiencia de adaptación al EEES de dos asignaturas de programación de ordenadores. *Actas del Congreso IV CIDUI*.

Aragón, R.; Saiz, J.; Portero, A.; Rullán, M.; Aguiló, J. (2006). Experiencia de Innovación Docente siguiendo las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior en la enseñanza del diseño digital. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5 (2), pp. 203-222.

Bohigas, X.; Jaén, X.; Novell, M.; Periago, C. (2006). Adaptación de la asignatura de electromagnetismo a las directrices del EEES. *Actas del Congreso XIV CUIEET*.

Bono, A.; Pollán, T.; López, J.M.; Martín, B. (2006). Diferentes alternativas para una valoración práctica de los créditos ECTS. *Actas del Congreso TAEE 2006*

Calderón, C.; Escalera, G. (2008). La evaluación de la docencia ante el reto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). *Educación XX1* (11), pp. 237-256.

Chase, Aquilano y Jacobs (2000). *Administración de Producción y Operaciones*. 8ª edición.; McGrawHill

De Llano, P.; Piñeiro, C.; (2005). Los acuerdos de Bolonia y el sistema ECTS: una experiencia práctica. *Actas del XIX Congreso de la Asociación Europea de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM)*.



- Edwards, M.; Donderis, V.; Ballester E. (2005). La participación del profesorado y de los estudiantes: Factor clave para el éxito del proceso de convergencia. Actas del congreso XIII CUIEET.
- Fortes, J. C.; Salmerón P.; Gómez F.; Márquez G. (2008). Adaptación y planificación eficaz de la evaluación en el EEES. Actas del congreso Uninvest 08.
- Freire, M. A.; Rodríguez, A. (2006). Adaptación de la asignatura de Biología Molecular al Espacio Europeo de Educación Superior. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 5 (2), pp. 267-275.
- Heizer J., Render B. (1997). Dirección de la Producción. Decisiones tácticas, Prentice Hall.
- Lavios, J. J.; González, O. (2008). Aplicación de una metodología docente para potenciar los procesos de aprendizaje individual y grupal en el EEES en asignaturas de Economía de Empresa en las Ingenierías. Actas del XII Congreso de Ingeniería de Organización
- Machuca, J. A. (1995). Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. McGraw-Hill
- Martínez, M; Esteban, F. (2005). Una propuesta de formación ciudadana para el EEES en Revista Española de Pedagogía, 230, pp. 63-73.
- Molina R.; Puchol, J. A. (2004). Propuesta docente para gráficos por ordenador en el nuevo contexto europeo de educación. Actas del X Jornadas de Enseñanza Universaria de la Informática.
- Ordaz, J. A.; Carrasco, F. (2008). Un ejemplo de organización académica en experiencias piloto ECTS: el caso de la licenciatura en administración y dirección de empresas de la Universidad Pablo de Olavide. Actas del Congreso Universt 08
- Pardo, X. C.; Martín, M. J., Sanjurjo, J., Vázquez, C., Fraguera, B., Arenaz, M. (2006). Adaptación de la asignatura “Tecnología de Computadores” al Espacio Europeo de Educación Superior. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa 5 (2), pp. 277-299.
- RD 2007 (2007). Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Boletín Oficial del Estado, 260, pp. 44037-44048
- Santos, J.; Gaztelu, I.; Romero, R. (2009). TOCNUN. Simulador y editor gráfico de plantas de fabricación para el aprendizaje de la Teoría de las Limitaciones. Dirección y Organización, 37, pp. 124-130
- Una propuesta de adaptación al EEES para la Arquitectura de Computadores; José M. García y Manuel E. Acacio Actas del Simposio Nacional de Docencia en la Informática, SINDI2005 (AENUI), pp.103-110.
- Vizcarro, C.; Yaniz, C. (2004). Impact of the European Harmonisation Process on the Educational Development of University Teachers in Spanish Universities. International Journal for Academic Development, 9 (2), pp.181-193.