

# Experiencia piloto para la adaptación al Sistema de Créditos Europeo (ECTS) en la docencia de materias básicas en la gestión ambiental

Esperanza Ayuga Téllez<sup>1</sup>, Concepción González García<sup>2</sup>, M<sup>a</sup> Ángeles Grande Ortiz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Economía y Gestión Forestal. E.T.S.I. Montes. U.P.M. Tel: 913366401. E-mail: [esperanza.ayuga@upm.es](mailto:esperanza.ayuga@upm.es)

<sup>2</sup> Departamento de Economía y Gestión Forestal. E.T.S.I. Montes. U.P.M. Tel: 913365553. E-mail: [concepcion.gonzalez@upm.es](mailto:concepcion.gonzalez@upm.es)

<sup>3</sup> Departamento de Física y Mecánica fundamentales y aplicadas a la ingeniería agroforestal. E.T.S.I. Montes. U.P.M. Tel: 913367111. E-mail: [m.angeles.grande@upm.es](mailto:m.angeles.grande@upm.es)

## Resumen:

Durante el curso 2005/06 se ha llevado a cabo una experiencia piloto de métodos docentes y evaluadores adaptados a la implantación de los créditos europeos (ECTS) en la asignatura de Matemáticas y Estadística aplicada y también en la de Sistemas de Información Geográfica, ambas de la titulación de licenciado en Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica de Madrid. Los resultados de esta experiencia han sido positivos en cuanto a la consecución de los objetivos docentes de adquisición de conocimientos y aumento de capacidades. Asimismo se ha conseguido reducir el número de abandonos y suspensos en relación a cursos anteriores.

**Palabras clave:** ECTS, Matemáticas, Estadística, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Gestión ambiental.

## 1. Introducción

La experiencia descrita en esta comunicación forma parte de un conjunto de proyectos que han obtenido subvención en la convocatoria de la U.P.M. sobre *innovación Educativa en Métodos Docentes y Evaluadores Vinculados a la Implantación del Sistema de Créditos Europeo (ECTS)*. Tiene como objeto la implantación de nuevos métodos docentes y evaluadores [1] en las asignaturas de: *Matemáticas y Estadística Aplicada* y *Sistemas de Información Geográfica*, impartidas en la Licenciatura de Ciencias Ambientales. Las asignaturas presentan marcadas diferencias, tanto en el carácter como en el número de alumnos que la cursan habitualmente. El profesorado ha sido el mismo en los dos últimos cursos, por lo que para comparar las diferentes metodologías se ha empleado el resultado del curso 2004/05.

## 2. Materiales y métodos

La descripción de las asignaturas y la innovación en métodos docentes y evaluadores que se realizó durante el proyecto se resume en las guías para el alumno [2] y [3] que se elaboraron al principio del curso sobre cada asignatura. Debido a sus diferentes características, la descripción de la materia, objetivos, métodos docentes y evaluadores que se desarrollaron, se realiza de forma independiente para cada una de ellas. La asignatura de matemáticas y estadística aplicada es troncal, de 7,5 créditos y con una media de alumnos matriculados de 40. La asignatura de SIG es complementaria de 6 créditos y con una media de 3 alumnos por año.

## 2.1. Matemáticas y Estadística Aplicada

La asignatura de Matemáticas y Estadística Aplicada es fundamental para la formación científico-técnica de los recursos humanos de esta licenciatura. Permite profundizar en el estudio multidisciplinario y la búsqueda de soluciones en problemas ambientales.

La asignatura debe aportar los conocimientos necesarios para:

- realizar diseños de muestreo con garantías estadísticas en los procesos ambientales y, además,
- tomar decisiones con múltiples objetivos, avaladas por modelos matemático-estadísticos, empleando información de variables multidimensionales.

Para ello, el licenciado deberá **conocer** las herramientas básicas de estadística avanzada [4]: modelo lineal general, análisis multivariante, procesos estocásticos, obtención y análisis de la información junto con toma de decisiones y **saber resolver** problemas de toma de decisiones y optimización, diseñar un muestreo y obtener y realizar análisis de modelos matemático-estadísticos.

Hasta ahora, los objetivos anteriores eran los únicos que se planteaban al impartir esta asignatura. No obstante, las profesoras de estas materias siempre hemos considerado como la parte principal de la formación de un ingeniero o licenciado el ser capaz de desarrollar una buena labor técnica en el puesto de trabajo en que despliegue su actividad.

En consecuencia, en este proyecto de innovación educativa se van a plantear unos objetivos competenciales a los que se otorga igual importancia que aquellos referidos a la adquisición de conocimientos.

Son muchas las habilidades que solicitan los empresarios de los titulados en la Universidad. No todas pueden desarrollarse a través de la asignatura que aquí se considera. Con este proyecto se intenta que los recursos humanos desarrollen

- Capacidad de trabajo técnico en equipos.
- Capacidad de análisis, síntesis y aprendizaje.
- Habilidad para gestionar información y para expresarse en público.

La asignatura se ha impartido mediante clases magistrales de dos horas semanales y clases prácticas de tres horas semanales, donde se resuelven problemas con datos reales mediante el uso de software estadístico.

La evaluación en el curso 2004/05 consistió en la valoración de un trabajo práctico individual y de un examen escrito donde se incluían cuestiones teóricas y prácticas de la materia. El trabajo representó un 50% de la calificación final y la puntuación del examen el otro 50%.

Las clases durante el curso 2005/06 se han impartido como en cursos anteriores, dos horas semanales de clases teóricas y tres horas semanales de prácticas. Al menos dos horas teóricas se emplearán en dar pautas que les ayuden en el trabajo en grupo que incluye este nuevo método.

De este modo, se pretende evaluar los conocimientos y capacidades adquiridas entre las contenidas en los objetivos. La evaluación se realizó de forma continuada y valorando las actividades que se desarrollaron durante el curso.

Los criterios de evaluación que se emplearán son los siguientes:

- Un 10% de la nota corresponde al porcentaje de asistencias a clases, tanto prácticas como teóricas.
- Un 30% corresponde a la evaluación de la estructura, calidad y originalidad del trabajo teórico. Se valoró la capacidad de trabajo en grupo y de gestión de la información, junto con la capacidad de análisis y síntesis.
- Un 30% al trabajo práctico. Con ello se valoró la capacidad para resolver problemas y también la de análisis.
- Un 15% de la nota se obtiene en la exposición oral de los trabajos y las respuestas en la discusión posterior, valorando la calidad de la expresión oral y los conocimientos adquiridos.
- Un 15% de la nota se obtiene con el acierto en los cuestionarios teóricos (se realizaron tres cuestionarios, al finalizar cada bloque de temas). Con ellos se valoró la capacidad de aprendizaje del estudiante y los conocimientos adquiridos.

## **2.2. Sistemas de Información Geográfica**

La asignatura constituye un complemento de formación en la titulación de Ciencias Ambientales para aquellos alumnos que carecen de formación en las bases de los SIG. El número de alumnos es siempre muy reducido. El máximo es de 4 alumnos por curso académico y se imparten seis créditos en el segundo cuatrimestre.

El programa de SIG se diseñó para:

- Complementar la diferente formación en esta materia que presentan los recursos humanos que acceden a la Licenciatura.
- Dominar el lenguaje de las herramientas SIG.
- Lograr la interacción entre los modelos matemáticos, la estadística aplicada y el desarrollo de tecnología SIG.
- Gestionar y tratar la información mediante el análisis estadístico de imágenes.
- Conseguir presentaciones de los resultados con contenidos válidos, convincentes y estéticos.

Los objetivos que se persiguieron con esta materia en cursos anteriores fueron que los licenciados supieran: Realizar análisis estadísticos georreferenciados en los procesos ambientales y representar gráficamente los resultados.

Con la puesta en marcha de este proyecto se pretenden conseguir, además de los objetivos anteriores, que los recursos humanos

- desarrollen su capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica,
- refuercen su habilidad para gestionar información y

- la capacidad para organizar y planificar.

Los objetivos competenciales que se quieren conseguir son: que conozcan las herramientas básicas de los SIG: captura, almacenamiento y tratamiento de la información, conocer los problemas que puede resolver un SIG y aplicarlo en un proyecto de gestión ambiental.

La asignatura se ha impartido hasta ahora mediante clases magistrales de dos horas con un total de aproximadamente diez horas anuales. Las prácticas de uso del SIG ArcView se realizan en grupos de dos horas, hasta un total de 20 horas anuales. El resto de los créditos, unas 30 horas más, se emplean en la realización de un trabajo tutorizado relacionado con los contenidos de la asignatura.

La evaluación en el curso 2004/05 consistió en la valoración de un trabajo práctico realizado en grupo por la totalidad de los alumnos y de una exposición oral de dicho trabajo. El trabajo representó un 50% de la calificación final y la puntuación del examen el otro 50%.

El método docente que se ha implantado con este proyecto es combinar lo que se ha realizado el curso anterior con un seguimiento más pormenorizado del aprendizaje de los alumnos, lo que incluye cuestionarios periódicos (al menos dos en el cuatrimestre) y un control de la resolución de problemas con la herramienta SIG.

Las clases seguirán impartándose como en cursos anteriores, dos horas semanales de clases teóricas hasta finalizar los conceptos teóricos y clases de prácticas de dos horas hasta completar los contenidos prácticos que requiere la asignatura. Al menos dos horas se utilizarán en dar pautas que les ayuden en el trabajo en grupo.

Se intenta evaluar los conocimientos y capacidades adquiridas entre las contenidas en los objetivos. La evaluación se realiza de forma continuada y valorando las actividades que se desarrollan en el curso.

Los criterios de evaluación que se emplearon son los siguientes:

- Un 20% de la nota corresponde al porcentaje de asistencias a clases, tanto prácticas como teóricas.
- Un 30% corresponde a la evaluación de la estructura, calidad y originalidad del trabajo teórico. Se valoró la capacidad de gestión de la información, junto con la capacidad de análisis y síntesis.
- Un 30% al trabajo práctico. Con ello se valoró la capacidad para resolver problemas y también la de análisis.
- Un 20% de la nota se obtiene en la exposición oral de los trabajos y las respuestas en la discusión posterior, valorando la calidad de la expresión oral y los conocimientos adquiridos.

### 3. Resultados

#### 3.1. Matemáticas y Estadística Aplicada

Se formaron 7 Grupos de tres a cuatro alumnos para elaborar un trabajo que incluyera las prácticas realizadas en ordenador y relacionadas con los temas teóricos. Estos trabajos han sido tutelados tanto en las horas de prácticas como en las horas de tutorías de las profesoras.

Se han elaborado tres cuestionarios con preguntas que recogían los temas teóricos de las clases magistrales.

Los trabajos teórico-prácticos desarrollados por los alumnos se presentaron de forma oral. Las intervenciones las realizaron en horario lectivo empleando presentaciones de Power Point. Al final de las presentaciones se discutió sobre los modelos obtenidos con el resto de alumnos y profesores de la asignatura.

Por último se realizaron encuestas de elaboración propia a los alumnos. En estas encuestas se preguntó el tiempo dedicado por cada alumno a la asignatura, excluidas las clases presenciales. También se incluían diversas preguntas relativas a su opinión sobre la innovación realizada. La respuesta a cada pregunta podía ser:

1. muy poco, valorada con 1 punto
2. poco, valorada con 2 puntos
3. medio, valorada con 3 puntos
4. alto, valorada con 4 puntos
5. muy alto, valorada con 5 puntos

Con diez preguntas abiertas se intentó completar las opiniones anteriores.

A continuación se presenta un resumen estadístico de las respuestas con valoración ordinal (Tabla1).

Tabla1

Además del dato promedio sobre el tiempo total que refleja la Tabla 1, se detalla el tiempo de dedicación estimado por cada alumno (Tabla 2, Gráfico 1)

Tabla 2

Gráfico 1

Las preguntas con respuestas no numéricas sobre la metodología empleada se recogen a continuación.

¿Cuales han sido los mejores aspectos de las clases prácticas?

- Aprender a manejar programas informáticos = **3 contestaciones similares**
- El trabajo en equipo = **2 contestaciones similares**

- Apoyo del profesor y disponibilidad de este para resolver dudas = **2 respuestas similares**
- La utilidad para el futuro profesional
- La aplicación clara de la asignatura
- Mejor comprensión de la teoría por su aplicación en las prácticas

¿Cuáles han sido los peores aspectos de las clases prácticas?

- Falta de nivel teórico para aprovecharlas= **2 respuestas similares**
- Demasiadas prácticas
- Dificultad de realización e interpretación
- No saber cómo ni qué hacer.
- Explicaciones demasiado rápidas
- La elección de las variables a estudiar
- Datos inadecuados
- Ninguno

¿Cuáles han sido los mejores aspectos de las clases teóricas?

- Aprender mejor la teoría estadística
- Exposiciones del profesor
- Cantidad y calidad de los contenidos
- Brevedad y concisión
- No encuentran ningún aspecto bueno
- Ninguno

¿Cuáles han sido los peores aspectos de las clases teóricas?

- Las clases se hacen un poco pesadas = **4 contestaciones similares**
- Pocos ejemplos prácticos y difícil comprensión = **2 contestaciones similares**
- Demasiado conceptuales
- Se parte de una preparación previa demasiado alta
- No ayudan a la comprensión del resto de la asignatura
- Carga excesiva para el tiempo disponible
- Distanciamiento de los casos prácticos

¿Cuáles han sido los mejores aspectos de las exposiciones públicas?

- Ver cómo lo hacen los compañeros = **2 contestaciones similares**
- Aprender de los errores y buenas presentaciones de los grupos.
- Comparar puntos de vista de compañeros
- Ayudan a la comprensión de ciertos puntos al explicarlos distintas personas
- Trabajo en equipo
- La atención del profesor
- Repaso de la teoría
- Ninguno

¿Cuáles han sido los peores aspectos de las exposiciones públicas?

- Demasiado extensas = **4 respuestas similares.**
- Escasez de tiempo = **2 contestaciones similares**
- Mas "incisión" en cómo y el qué teníamos que hacer.
- No se ha limitado el tiempo a todos los grupos por igual

- Debería haberse dado unas pautas previas o esquema a exponer
- Repetición de contenidos
- Ninguno

Sugerencias para mejorar las clases:

- Mayor relación entre teoría y práctica para que se vea la utilidad y el significado de cada análisis = **2 contestaciones similares**
- Ejemplos más prácticos
- Mas horas lectivas o menos carga
- Horarios de una hora (dos horas seguidas es demasiado tiempo)
- Resolución de ejercicios prácticos
- Mejorar la parte teórica y dar datos con los que se lleguen a conclusiones en la parte práctica
- Amenizar la teoría
- Ninguna, está muy bien

OBSERVACIONES:

- Explicar al alumno qué tipo de variables debe usar en cada tipo de análisis , considero que es importante para comprender mejor la extracción de conclusiones
- Se obtiene un buen resultado de la evaluación continua en el sentido que se mantiene un contacto continuo con la asignatura

Los resultados en las calificaciones, y su comparación con la convocatoria de enero del año anterior, se muestran en la Tabla 3:

### **3.2. Sistemas de Información Geográfica**

Los alumnos matriculados fueron tres, dos de ellos del programa ERASMUS. Debido a ello y a las diferencias de horarios de cada estudiante se consideró conveniente que el trabajo tutelado lo realizaran de forma individual.

Los estudiantes de este curso participaron en todas las actividades propuestas con continuidad y aprovechamiento constatado.

Los trabajos teórico-prácticos desarrollados por los alumnos se presentaron de forma oral. Las intervenciones las realizaron en horario lectivo empleando presentaciones de Power Point. Al final de las presentaciones se discutió sobre los resultados obtenidos con el resto de alumnos y profesores de la asignatura.

El estrecho contacto entre el profesorado y los alumnos permitió suprimir la encuesta formal y se constató su satisfacción con el desarrollo de la asignatura, el profesorado, el método y la calificación obtenida.

También se les preguntó sobre el tiempo dedicado a la asignatura. El tiempo promedio que estimaron los estudiantes fue de 40 horas.

Los resultados en las calificaciones, y su comparación con la convocatoria de enero del año anterior, se muestran en la tabla 4:

Tabla 4

#### 4. Conclusiones

El resultado más evidente para las profesoras fue el seguimiento continuado de la asignatura por los alumnos. Apenas hubo abandonos durante el transcurso de las clases. El trabajo realizado durante las prácticas con ordenador fue intenso.

Los resultados comprobados con la evaluación continuada (mediante cuestionarios escritos u orales) tuvieron un buen nivel medio.

Las exposiciones de los trabajos fueron muy diferentes en calidad y cantidad. En ocasiones, la exposición no reflejó todo el trabajo realizado por el alumno.

La realización de los trabajos escritos mostraron, en general, una falta de práctica evidente. Apenas contienen referencias o, si las tienen, con frecuencia están descritas en forma defectuosa. La estructura es confusa y no suelen contener conclusiones adecuadas.

En las encuestas realizadas a los alumnos se observa que las peores puntuaciones corresponden a su propia participación como alumno (implicación, satisfacción y uso de tutorías) y a las clases teóricas y de resolución de problemas en el caso de la asignatura de Matemáticas y Estadística Aplicada. En el caso de la asignatura de Sistemas de Información Geográfica, se detectó una alta satisfacción en todos los aspectos del método.

Las mejor valoradas, en ambas asignaturas, fueron las clases prácticas con ordenador y los medios didácticos empleados.

En cuanto a las observaciones aportadas por los alumnos de Matemáticas y Estadística Aplicada se destaca que consideran la carga teórica excesiva. Ninguna de las respuestas muestra descontento con la metodología aunque sí señalan aspectos que se podían mejorar.

Resulta evidente que la metodología está mejor valorada por alumnos de grupos reducidos de clase que por alumnos de grupos más numerosos.

De las estimaciones de tiempos de trabajo que han supuesto al alumno la superación de cada asignatura, han resultado 120 horas para la asignatura de Matemáticas y Estadística Aplicada y de 104 horas para la de Sistemas de Información Geográfica. Estas horas equivaldrían, aproximadamente a 4'5 ECTS para la primera y a 4 ECTS para la segunda.

#### 5. Bibliografía

1. GONZÁLEZ GARCÍA, C.; MARTÍNEZ FALERO, J. E.; DÍAZ DE BARRIONUEVO, A.; AYUGA TÉLLEZ, E.. 2002. **La reforma de las enseñanzas técnicas y las tendencias europeas. Especial referencia a la Ingeniería de Montes en España.** 1<sup>er</sup> Congreso Profesional de los Ingenieros de Montes, Madrid.



2. AYUGA TÉLLEZ, E., MARTÍN FERNÁNDEZ, S.; GONZÁLEZ GARCÍA, C. 2005. **Guía de la asignatura Matemáticas y Estadística Aplicada.**  
<http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoEconomia/Estadistica/>
3. AYUGA TÉLLEZ, E., MARTÍN FERNÁNDEZ, S.; GONZÁLEZ GARCÍA, C. 2005. **Guía de la asignatura Sistemas de Información Geográfica.**  
<http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoEconomia/Estadistica/>
4. AYUGA TÉLLEZ, E.; GONZÁLEZ GARCÍA, C.; MARTÍNEZ FALERO, J. E. 2002. .. **La Estadística en la E.T.S.I. de Montes.** 1<sup>er</sup> Congreso Profesional de los Ingenieros de Montes, Madrid.

*Tabla 1: resultados de la encuesta a los alumnos de Matemáticas y Estadística Aplicada*

Pregunta con respuesta numérica	Promedio de las respuestas
Tiempo total, estimado, de dedicación a la asignatura para superarla	40,3846
Interés por la temática	3,30769
Empleo de las horas de tutoría del/la profesor/a:	2,25
Nivel de participación como alumno	2,76923
Nivel de los contenidos ofrecidos:	3,38462
Nivel de los medios didácticos utilizados en las clases:	3,69231
Interés de los cuestionarios por temas	3,38462
Grado de satisfacción personal con el desarrollo de la asignatura	2,84615
Grado de contribución de las clases al entendimiento de los temas impartidos en la asignatura, según el tipo de las mismas:	
Teóricas	2,53846
De resolución de problemas	2,76923
Prácticas	3,69231
Se han establecido relaciones entre la teoría y sus aplicaciones prácticas	3,38462

*Tabla 2: Horas dedicadas por los alumnos de Matemáticas y Estadística Aplicada*

Frecuencia	Valoración
3	25
4	30
1	35
1	45
2	50
2	75

*Tabla 3: comparación de calificación según el método docente empleado en Matemáticas y Estadística Aplicada*

Calificación /CURSO	2004/2005	2005/2006
[0,5)	14	2
[5,6)	5	5
[6,7)	7	7
[7,8)	4	7
[8,9)	1	0
[9,10]	0	0
% de aprobados/presentados	54,84%	90,48%

*Tabla 4: comparación de calificación según el método docente empleado en Sistemas de Información Geográfica*

Calificación /CURSO	2004/2005	2005/2006
[0,5)	0	0
[5,6)	0	0
[6,7)	3	0
[7,8)	0	1
[8,9)	0	1
[9,10]	0	1
% de aprobados/presentados	100%	100%

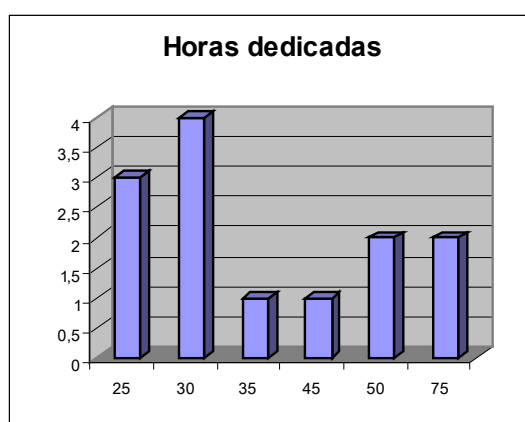


Gráfico 1: horas dedicadas a la asignatura de matemáticas y estadística aplicada para cada alumno