

# EXPERIENCIA DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA AL SISTEMA DE CRÉDITOS ECTS EN LA ENSEÑANZA DE ASIGNATURAS TECNOLÓGICAS DE ELEVADA DIFICULTAD EN GRUPOS PEQUEÑOS

Borja VELÁZQUEZ-MARTÍ

E.T.S. de Ingenieros Agrónomos, Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria

Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera 14, 46022 Valencia

Telf. 963877290, Fax. 963877299, e-mail: borvemar@dmta.upv.es

## Resumen

*Una variación de la metodología tradicional fue aplicada durante dos cursos a los alumnos de Ingeniería de Montes en las asignaturas: Maquinaria Forestal y Maquinaria para Movimientos de Tierras. Estas asignaturas son obligatorias de especialidad donde la tasa de aprobados hasta ese momento ha sido bastante reducida, notándose un progresivo descenso de matriculados a causa de la dificultad que entrañan, y un bajo interés suscitado por esta situación. Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la aplicación de metodologías activas para mejorar los índices de satisfacción de los alumnos y número de matriculados. Tras clases presenciales de cada tema, problemas prácticos particularizados para cada alumno debían ser resueltos de forma personal fuera del tiempo de clase. Estos ejercicios eran entregados al profesor. Una vez los ejercicios eran corregidos, la calificación obtenida adquiería carácter temporal. Los ejercicios resueltos incorrectamente debían ser repetidos de formas sucesivas hasta que eran presentados correctamente para que la nota fuera efectiva. La nota final del curso se estableció haciendo media geométrica de las notas semanales obtenidas. Los resultados observados han sido los siguientes: El nivel de aprobados fue del 100 % con calificaciones sensiblemente superiores al de los cursos anteriores, el nivel de satisfacción percibido por el profesor ha sido alto, también esto se ha reflejado en las encuestas oficiales realizadas por los alumnos. No obstante se han detectado varios inconvenientes analizados en el trabajo.*

**Palabras Clave:** *Grupos reducidos, metodologías activas, Bolonia*

## 1. Introducción

Una variación de la metodología tradicional fue aplicada durante dos cursos, 2006-2007 y 2007-2008, a los grupos de especialidad "Ingeniería del Medio Natural" de la titulación de Ingeniería de Montes (ETSIA-UPV) en las asignaturas: Maquinaria Forestal, y Maquinaria para Movimientos de Tierras. Los contenidos estudiados en estas asignaturas se dividen en dos bloques

Bloque I, Maquinaria de uso forestal: En él se estudian las máquinas que se utilizan específicamente en el medio forestal, su selección para cada una de las operaciones forestales y la organización de su trabajo. Junto estos aspectos en este bloque se enseña al alumno a evaluar aspectos de su seguridad laboral y también del impacto ambiental asociado a su uso.

Bloque II, Fundamentos de maquinaria: En él se trabajan principios generales de ingeniería mecánica, que si bien en las explicaciones y trabajos se orienta hacia los mecanismos propios de la maquinaria forestal, dichos fundamentos pueden aplicarse a cualquier sistema mecánico. Los contenidos desarrollados en esta disciplina se centran en termodinámica y mecánica del motor, análisis de balances de energía en máquinas y rendimiento energético, estudio de la estabilidad y resbalamiento-adherencia, análisis de transmisiones mecánicas, sistemas hidrostáticos:

(oleohidráulica y neumática), transmisión hidrodinámica del par motor (embrague hidráulico y convertidor de par), dirección y frenos.

Los contenidos que en esta parte de la asignatura se imparten, tradicionalmente han formado parte de los planes de estudios de las ingenierías agronómica y de montes, teniendo un carácter intermedio entre enseñanza fundamental y práctica. Fundamental porque permiten desarrollar destrezas a partir del conocimiento de los principios físicos que rigen cualquier mecanismo. Práctico porque la aplicación de estos principios da solución a multitud de problemas en ingeniería.

Estas asignaturas van encaminada al desarrollo y adquisición de determinadas competencias por parte de los alumnos, inherentes a la titulación cursada (ingeniería de montes) como:

- a) Evaluar el trabajo las máquinas forestales desde el punto de vista técnico, y su impacto ambiental.
- b) Evaluar la organización del trabajo en las operaciones forestales
- c) Seleccionar y evaluar las máquinas forestales a partir de tres criterios: Potencia requerida, estabilidad y resbalamiento.
- d) Seleccionar elementos y calcular el rendimiento de sistemas de transmisión mecánica, hidrostática e hidrodinámica
- e) Conocer la normalización y seguridad en máquinas forestales
- f) Analizar desde el punto de vista económico un plan de mecanización en el ámbito forestal

Estas asignaturas son obligatorias de especialidad (sólo se imparten en la esp. "Ingeniería del Medio Natural") donde la tasa de aprobados hasta ese momento ha sido bastante reducida, notándose un progresivo descenso de alumnos matriculados y consecuentemente en las asignaturas mencionadas a causa de la dificultad que entrañan y un bajo nivel de interés suscitado por esta situación. La nueva forma de valorar las asignaturas en créditos europeos (ECTS) que introducen los acuerdos de Bolonia y la convergencia europea impulsaron este trabajo de investigación que tiene como objetivo mejorar los índices de satisfacción de los alumnos y número de matriculados aplicando metodologías activas.

El crédito europeo es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios.

La metodología ensayada parte del concepto de que el aprendizaje lo construye el propio alumno con experiencias propias. Las experiencias propias se adquieren mediante el trabajo personal de los materiales, ejercicios y tareas planificadas por el profesor, el cual establece las condiciones previas y las leyes científicas que se deben conjugar para la resolución de los mismos [1]. La teoría que contempla que el aprendizaje se desarrolla mediante trabajos personales de diferente índole se engloba dentro del concepto comúnmente empleado en el ámbito docente llamado Metodologías Activas [2 y 3]. Esta teoría conlleva varios roles. El profesor mediante sus explicaciones "magistrales" debe transmitir los conceptos, reglas, procedimientos necesarios para la resolución de problemas. Estos conocimientos deben ser asimilados por los alumnos, pero esta asimilación no es inmediata sino que deben ser reflexionados de forma personal en el momento de la explicación o en otro momento (estudio personal en su casa, sala de estudio, biblioteca etc..). Por otra parte el segundo paso para el aprendizaje de los conocimientos será proceder a la resolución de problemas o cuestiones por parte del alumno. La reflexión sobre los problemas, conocimientos etc. propios de una asignatura necesitan tiempo para su buena asimilación. El

aprendizaje no se producirá adecuadamente si la presión temporal sobre la adquisición de conocimientos es grande, por lo que es preciso que el alumno pueda meditar un periodo suficiente sus propias reflexiones sobre las leyes y reglas que establece el campo científico que está trabajando. Cuando se garantice este proceso, podremos afirmar que se ha producido el aprendizaje.

El sistema tradicional de enseñanza y evaluación consiste en un examen final donde se evalúa si el alumno es capaz de resolver problemas con tiempo limitado. Este sistema de evaluación genera diferentes tipos de problemas:

- 1) Al existir una prueba única el alumno tiende a prepararse exclusivamente para esa prueba, es decir, momentos antes (una o dos semanas antes de la misma). El tiempo de convivencia del alumno con los contenidos de la asignatura es reducido. Después de la prueba, los conocimientos rápidamente adquiridos se abandonan o no persisten.
- 2) El amplio volumen de materia docente que generalmente existe en las diferentes asignaturas obliga a que la prueba a realizar se efectúe con un estilo invariante a lo largo de los diferentes cursos. Además, el número de contenidos realmente evaluado es reducido (una selección del conjunto). El alumno establece estrategias de estudio seleccionando los problemas o cuestiones que habitualmente aparecen en los exámenes.
- 3) El sistema de calificación establece que sólo es necesario resolver el 50% de los problemas planteados para considerar que el aprendizaje se produjo correctamente. Lo que en mi opinión es una presunción muy grande. La barrera entre el 45% y el 50% crea conflictos alumno-profesor cuando la prueba ha sido única.
- 4) La realización de una sola prueba hace que el resultado de la misma esté condicionada a factores externos como: posible falta de salud temporal del alumno, estados de ánimo, percances personales etc..

En definitiva la metodología tradicional no parece adecuada para la evaluación del tiempo total que el alumno debe trabajar la asignatura. Estos problemas obligan a probar otras metodologías de enseñanza y evaluación de acuerdo al concepto de metodologías activas.

## 2. Nueva metodología de enseñanza y evaluación ensayada

La planificación de las asignaturas en las que se ha efectuado el ensayo, se realizó en base al criterio impulsado por el sistema de créditos ECTS. Esto lleva implícito dos aspectos

- a) El aprendizaje se produce de forma eficaz dependiendo del tiempo que el alumno convive con los problemas y conocimientos de una determinada asignatura [4]
- b) Se debe cuantificar el tiempo que el alumno trabaja cada asignatura, incluyendo tanto el tiempo presencial como el trabajo personal fuera de las aulas.

Estos dos aspectos obligan a una cuestión: Cómo evaluar si las horas empleadas fueron efectivas para el aprendizaje de la asignatura. Esta cuestión llevó a la necesidad de intensificar la evaluación de las horas de trabajo personal realizadas fuera del aula frente a las empleadas en clases presenciales.

De acuerdo con este concepto, impulsado en la educación universitaria española y europea con los acuerdos de Bolonia, se ha establecido en el presente ensayo una valoración de cada asignatura de acuerdo al número de horas totales (clases presenciales más las horas que el alumno trabaja fuera de forma personal). La orientación tomada ha sido un crédito ECTS equivaldría a 10 h presenciales y por cada hora de clase presencial va vinculada a 1,5 – 2 h de trabajo personal [4]. La evaluación que se ha llevado en estas asignaturas busca garantizar que el tiempo que el alumno dedica se distribuya uniformemente durante el periodo en que transcurre la docencia. De acuerdo a este propósito las tareas a realizar se han distribuido del siguiente modo:

- *Clases presenciales:* En éstas se establecen las explicaciones necesarias para la introducción de conceptos y procedimientos necesarios para la resolución de problemas. Esto se ilustra con ejemplos de resolución. También se establecen los problemas a realizar por los alumnos de forma personal.

- *Problemas particularizados*: Los problemas a realizar se agruparon por temas que solían tener una duración de 4 h semanales de docencia presencial. A los alumnos se les da tiempo de una semana para su resolución. Los problemas de cada tema resueltos por los alumnos de forma personal fueron evaluados por el profesor con calificación de 0 a 10. Sobre esta nota se le aplican ciertas penalizaciones: penalización de 1 punto por semana de retraso en la entrega de la tarea semanal (Esto se aplica con el objetivo de que los alumnos trabajen uniformemente los contenidos durante el periodo docente); penalización de 1,5 sobre la nota si no han asistido a las clases presenciales correspondientes (Esto se aplica con el objetivo de que los alumnos utilicen la metodología de aprendizaje adecuadamente, empleando el número de horas necesarias para el aprendizaje, establecidas a nivel teórico, y además, pudiendo ser el profesor auténtico orientador del aprendizaje).
- Una vez los ejercicios han sido corregidos por el profesor, la calificación obtenida adquiere carácter temporal. El profesor devuelve los ejercicios corregidos a los alumnos quienes deben de repetir y volver a entregar los problemas que fueron resueltos incorrectamente para que la nota se haga efectiva.
- La nota final del curso se establece haciendo media geométrica de las notas semanales obtenidas. Es decir si el número de notas es  $n$ , la nota final es la raíz  $n$ -ésima del producto de las mismas. De este modo se garantiza que sea necesario realizar los ejercicios propuestos todas las semanas, de lo contrario la nota sería 0.
- En caso de que el alumno no supere con éxito la asignatura con la metodología planteada, existirá un examen global, al estilo tradicional.

Los problemas particularizados a resolver por los alumnos suponen cuestiones de dos tipos:

- Cuestiones teóricas de razonamiento lógico dentro del contenido estudiado en cada tema. Este tipo de cuestiones pretenden obligar a que el alumno se lea y entienda los materiales teóricos escritos proporcionados: Apuntes propios de la asignatura, libro seguido en la misma o que consulte otras fuentes. La resolución de las cuestiones no es directa, es decir, que requiere una comprensión de los contenidos y una capacidad de aplicarlos dado que la respuesta correcta no está explícita en los textos. A menudo son cuestiones abiertas donde el alumno debe proponer una solución entre las posibles.

- Problemas. Pretenden ser cuestiones prácticas de índole numérico. Al contrario que el caso anterior, se enfatiza en este tipo de cuestiones los aprendizajes procedimentales, es decir, para la resolución de los mismos hay que seguir una serie de pasos relacionados resolviendo aspectos concretos. Desarrollan competencias propias de la titulación, en este caso, problemas técnicos de organización de maquinaria, selección de equipos según criterios de potencia, estabilidad, capacidad de trabajo, diferentes sistemas mecánicos.

El volumen de material a leer por tema se reduce a 15-25 folios a una cara. Se resuelven en clase una media de 3-4 problemas por tema. El cuestionario a resolver incluye una media de 15 cuestiones, y 3 problemas

Este procedimiento de evaluación se aplicó a cuatro grupos con un número reducido de alumnos entre 7 y 12.

### **3. Resultados y discusión**

Los resultados de la aplicación de la metodología se concretan en:

- El nivel de aprobados en los cursos analizados fue del 100 %. Las calificaciones obtenidas por los alumnos fue sensiblemente superior al de los cursos anteriores: 15% de sobresalientes, 2 matrículas de honor.
- El nivel de satisfacción percibido por el profesor ha sido alto. También esto se ha reflejado en las encuestas oficiales realizadas por los alumnos.
- El número de alumnos matriculados se duplicó respecto a la situación inicial.

El número medio de cuestiones a repetir por alumno en cada cuestionario es 5 cuestiones. La media de problemas a repetir por alumno y tema es de 0,25. Esto quiere decir que muchos alumnos realizan los problemas correctamente en una primera entrega. Por tanto, se deduce que los problemas procedimentales son más fáciles de comprender y resolver por los alumnos que las cuestiones de razonamiento lógico abierto.

El número medio de veces que un alumno, que ha efectuado incorrectamente una cuestión, debe repetirla para resolverla correctamente es de una sola entrega adicional. Es decir, que en la segunda corrección un 99% de los alumnos han detectado los errores cometidos en la primera entrega. Por tanto se puede afirmar que el tiempo de trabajo de un tema se extiende como máximo 2 semanas.

Si el tiempo empleado en la resolución de las cuestiones estaba pensado para una relación de 2 h de trabajo personal por cada hora de clase presencial (es decir 4 h presenciales, 6 horas de trabajo personal por semana), los resultados demuestran que una estimación más ajustada sería la contemplación de 2 horas más de trabajo personal para la resolución de cuestiones incorrectas por tema. En definitiva, resulta un cómputo aproximadamente de 4 h presenciales y 8 horas de trabajo personal por semana.

No obstante, a pesar de los resultados anteriores se han manifestado algunos efectos negativos en la aplicación de esta metodología:

- Hubieron quejas a mediados de curso por parte de algunos alumnos por el exceso de trabajo que les suponía semanalmente realizar los ejercicios. Sin embargo, manifestaron bastante satisfacción cuando no tuvieron que preparar la asignatura en la época de exámenes finales.
- Esta metodología obliga al profesor a corregir semanalmente un número elevado de ejercicios. Por tanto, sólo puede ser aplicada en grupos con un número reducido de alumnos.
- La picaresca de los estudiantes hace que algunos se vean tentados a copiar las soluciones de trabajos realizados por otros compañeros. Esa deslealtad, recae en la falta de responsabilidad personal por parte del que copia y en el sentimiento de la persona que se deja utilizar por ser copiado. No obstante cuando el profesor detectó tal suceso estableció medidas de penalización para ambos.
- El trabajo regularmente exigido a los alumnos puede no ser bien aceptado por los mismos dado que se aleja de su vicio adquirido del sistema tradicional de enseñanza. No obstante, se ve de forma muy positiva transmitir a los alumnos sistemas de obligaciones periódicas similares a las que van a tener que sufrir en su vida laboral.

#### **4. Conclusiones**

En principio la metodología empleada a resultado válida para evaluar si el tiempo en que los alumnos han trabajado la asignatura, tanto en clases presenciales como de forma personal, ha sido efectivo. Por tanto podría ser un buen método para la evaluación de los créditos europeos ECTS.

Mediante la metodología ensayada se garantiza un tiempo de estudio distribuido uniformemente a lo largo de la duración de la asignatura. Por lo que palía uno de los defectos más acusados del sistema tradicional.

Los contenidos evaluados han sido más extensos que los evaluados tradicionalmente a través de una prueba escrita con limitación de tiempo, donde se evalúa una selección de contenidos .

No obstante se han detectado inconvenientes en cuanto el número de alumnos por profesor crece, dado que su aplicación implica demasiado tiempo de corrección para el profesor, lo que obliga a buscar variantes para poder aplicar este método en grupos mayores de 10 alumnos.

## 5. Referencias

- [1] SAVERY, J.; DUFFY, T. "Problem Based Learning: An Instructional Model and its Constructivist Framework". Educational Technology. Vol. 35. 1995, pp. 31-37.
- [2] TITONE R. Metodología didáctica. Madrid. Rialp 1976
- [3] GARGALLO, B. Procedimientos. Estrategias de aprendizaje. Su naturaleza, enseñanza y evaluación. Valencia: Tirant lo Blanch 2000
- [4] PEIRÓ F. "Nueva estrategia docente basada en semipresencialidad y trabajo cooperativo para la docencia de la electrónica física", XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa de las enseñanzas Técnicas CUIEET XIII, Gran Canaria 2005, 21-23 Septiembre.