

CONTROL DEL APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS: Una necesidad en las ingenierías

Perdigones, A¹.; García, J. L.².; Vinssac, V.².; Silvera, A.².

¹ Universidad Católica de Ávila
C/Canteros s/n. 05005 Ávila

² Universidad Politécnica de Madrid
Avda. Complutense. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid
e-mail: joseluis.garciaf@upm.es

Palabras clave: ingeniería, evaluación continua, innovación educativa

RESUMEN

La metodología empleada para la evaluación del aprendizaje en asignaturas impartidas en titulaciones de ingeniería ha sido motivo de estudio, siendo normal hablar de flexibilidad, adaptación o cambio cuando se hace referencia a esta parte de la programación. Éstas son las características que debe tener este proceso con el fin de analizar los cambios producidos en los alumnos y poder modificar dicho proceso adaptándose, dentro de cada asignatura y en cada momento, a cada grupo.

En este estudio preliminar se analizan los factores de éxito y fracaso, producto de la aplicación de la evaluación continua, para la asignatura de *Control automático de instalaciones*. Pretendemos determinar si la evaluación continua en una asignatura de ingeniería es conveniente o debe emplearse otro sistema de evaluación alternativo.

Sobre un total de dieciocho alumnos se ha comprobado que la edad es un factor que influye sobre la tasa de aprobados en esta asignatura, siendo muy superior el porcentaje de suspensos en individuos con edades superiores a 26 años, con respecto a los grupos más jóvenes. Además, hemos comprobado el beneficio del sistema de evaluación continua, puesto que la tasa de aprobados es mayor en aquellos individuos que se sometieron a ella sobre los que no realizaron este tipo de evaluación en la misma asignatura.

INTRODUCCIÓN

La educación es una parte importante de la sociedad que determina, en gran medida, la evolución tecnológica y económica de un país. Por ser un punto estratégico en todo programa electoral, los sistemas educativos evolucionan en la misma dirección en que lo hace la sociedad y el gobierno; cada gobierno modifica el sistema educativo, ya sea a nivel de educación básica o en la educación superior, lo que hace que esté continuamente bajo numerosos e importantes cambios.

En el caso de las ingenierías, y según los planes de estudios españoles ya antiguos, éstas eran titulaciones tradicionalmente formadas por seis cursos académicos y un proyecto fin de carrera. Una vez el alumno superaba el primer ciclo debía elegir

especialidad dentro de la cual las asignaturas eran obligatorias. Con todos los cambios políticos, sociales y tecnológicos de las últimas décadas, estos planes de estudio han evolucionado hasta la entrada en vigor de la Ley de Reforma Universitaria, conocida como L.R.U. En ella, todas las titulaciones sufren modificaciones estructurales que afectan a todas las áreas y a muchas partes de la programación de todas las asignaturas. Con la entrada en vigor de esta ley las ingenierías superiores se redujeron en un año académico proporcionando, además, cierta libertad académica al alumno para configurar su currículum con las asignaturas que consideren oportunas, hasta completar unos créditos impuestos por el ministerio.

Es en este momento cuando se establecen tres bloques entre los que se distribuyen los contenidos de los planes de estudios conducentes a titulaciones oficiales. Estos tres bloques corresponden a la estructuración de las asignaturas troncales (asignaturas comunes en todo el territorio nacional que suponen unos contenidos mínimos que debe tener cada titulación oficial), asignaturas no troncales (asignaturas obligatorias u optativas para la titulación, que determina el propio centro), y de libre elección (asignaturas propuestas por el centro para libre configuración del currículum del alumno).

Más tarde, con la Declaración de la Sorbona (1998) y, posteriormente, la Declaración de Bolonia (1999), se inicia un proceso de Convergencia Europea mediante el cual se pretende establecer, entre otros, un sistema de créditos Europeo (Sistema de Transferencia de Créditos Europeo, o conocidos como los créditos E.C.T.S.) que facilita el desplazamiento o movilidad de los estudiantes en los países de la Unión Europea y mejora, de esta manera, la formación académica y el currículum de los mismos.

Este proceso de adaptación deberá finalizar en el año 2010; para entonces, las distintas Universidades deberán haber adaptado sus titulaciones y, por consiguiente, las distintas asignaturas.

Por tanto, la adaptación de las titulaciones al nuevo sistema europeo conlleva la estructuración de las asignaturas en créditos que, a su vez, están sujetos al trabajo que se estima que desarrollará el alumno para alcanzar los conocimientos, objeto de la asignatura en concreto. Así pues, con el nuevo marco, las asignaturas que componen las titulaciones y las directrices que impone la Unión Europea en cuanto a planes de estudio y política de créditos E.C.T.S., suponen un trabajo para el profesorado que debe adaptarlas al nuevo sistema.

Este cambio no sólo afecta al temario y a la metodología, sino que afecta en gran medida a los sistemas de evaluación implantados en el Centro, y en cada asignatura. Es necesario establecer un sistema de evaluación adecuado a las características de la materia, orientado a la consecución de los objetivos fijados y a las características de los propios alumnos.

Estas características de los alumnos difieren mucho sobre todo en función del sistema educativo en que nos encontremos; así pues, son muy diferentes los sistemas de evaluación que se establecen para el sistema universitario y para el sistema de educación básica.

El sistema tradicional y empleado en la totalidad de los colegios e institutos se basa en una evaluación continua, con múltiples exámenes a lo largo del curso académico. La necesidad de realizar estas evaluaciones viene determinada por la escasa madurez que tienen estos alumnos; para emplear los sistemas tradicionales de la universidad, los alumnos deben tener cierta madurez, e independencia en el estudio.

Por esto y por el elevado número de alumnos matriculados en las universidades este mismo sistema de evaluación continua, no se realiza habitualmente en la universidad, con el consiguiente fracaso académico.

Así, los alumnos experimentan un fuerte cambio entre el sistema adoptado en educación primaria y secundaria y los sistemas implantados en la universidad, con aulas completas de alumnos, muchas veces desconocidos para el profesorado.

Además, las titulaciones de ingeniería son, tradicionalmente, titulaciones con un elevado nivel, y con un gran número de asignaturas multidisciplinares con elevada carga técnica, con programas complicados. Esto, asociado al bajo nivel de los alumnos que actualmente ingresan en estas titulaciones, la baja motivación (tanto del profesorado como del alumnado), y el elevado número de años necesarios para finalizar la carrera (en titulaciones superiores seis años más el proyecto fin de carrera), se traduce en un elevado número de abandonos. Según un informe emitido por el Ministerio de Educación y Ciencia (Dirección General de Universidades) la tasa de abandonos (alumnos que durante dos años consecutivos no se matriculan en ninguna asignatura de la titulación) en ingenierías técnicas asciende al 70%. Además, únicamente consiguen terminar los estudios en el tiempo establecido el 4%.

Estas cifras alarmantes, en combinación con la introducción de nuevos planes de estudios y la aparición del Espacio Europeo de Educación Superior, hace que los sistemas de evaluación tradicionales, como un examen final, deban ser sustituidos por otros sistemas de evaluación alternativos que se adapten mejor a la nueva situación europea, en cuanto a educación, y al tipo de alumnos que ingresan en las titulaciones.

OBJETIVOS

Cada materia requiere un sistema de evaluación determinado; es importante conocer las técnicas de evaluación que mejor se adaptan a cada grupo y tipo de asignatura (truncal, no truncal y de libre elección) para conseguir el éxito en el aprendizaje de los alumnos.

Además, es necesario identificar aquellos sistemas de evaluación que mejor se adapten a estos grupos tan heterogéneos que se forman en las asignaturas de libre elección; éstas conllevan distintos problemas en el proceso de aprendizaje y evaluación así como en el sistema educativo desde el punto de vista de contenidos; estos problemas derivan de la existencia en ellas de un elevado nivel de abandono o fracaso académico, escasa asistencia al aula, además de proporcionar numerosos problemas y dificultades al profesorado que las imparte debido a la diversidad en conocimientos iniciales e intereses por parte del alumno.

Los objetivos que se plantearon en el presente estudio fueron los siguientes:

- Analizar los factores de éxito y fracaso, en su caso, de los alumnos matriculados en la asignatura de libre elección *Control automático de instalaciones*, impartida en un centro privado, en la que se realizó evaluación continua.
- Determinar qué tipo de evaluación conviene realizar en función de las características del grupo.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

El estudio, base de una línea de investigación mayor en proceso de desarrollo, se realizó en la asignatura *Control automático de instalaciones*, impartida durante el primer cuatrimestre del curso 2005/06, en la Universidad Católica Santa Teresa de Jesús de Ávila.

Esta universidad se localiza en la provincia de Ávila; se trata de un centro privado, de confesión católica, con 696 alumnos matriculados en el curso 2004/05, formado por tres facultades (Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas, Facultad de Ciencias y Artes, Facultad de Ciencias y Artes y Ciencias Sociales y Jurídicas) y un Instituto (Instituto Superior de Ciencias Religiosas).

En ella se imparte las titulaciones de Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Técnico Agrícola (especialidad explotaciones agropecuarias), Ingeniero de Montes, Ingeniero Técnico Forestal (especialidad explotaciones forestales), Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, Licenciado en Ciencias Ambientales, Ingeniero Técnico Industrial (especialidad mecánica), Licenciado en Derecho, Licenciado en Economía, Licenciado en Administración y Dirección de empresas, Diplomado en Ciencias Religiosas y dobles titulaciones.

El hecho tan favorable como es el de ser una Universidad pequeña, con un reducido número de profesores en plantilla, la caracteriza por tener una rápida adaptación a los cambios que se están sucediendo en el Sistema Educativo Universitario Europeo y, concretamente, el Sistema Educativo Universitario Español.

En esta Universidad, y de acuerdo con la legislación actual, en la que se contempla el hecho de mantener un principio de libertad académica, a la vez que se hace referencia a la preocupación por que las titulaciones sean coherentes en cuanto a formación, se establecen tres bloques entre los que se distribuyen los contenidos de los planes de estudios conducentes a titulaciones oficiales.

Como hemos comentado en la introducción, estos tres bloques corresponden a la estructuración de las asignaturas troncales (asignaturas comunes en todo el territorio nacional que suponen unos contenidos mínimos que debe tener cada titulación oficial), asignaturas no troncales (asignaturas obligatorias u optativas para la titulación, que determina el propio centro), y de libre elección (asignaturas propuestas por el centro para libre configuración del currículum del alumno).

Este último tipo de asignaturas conllevan distintos problemas en el proceso de aprendizaje así como en el sistema educativo desde el punto de vista de contenidos;

estos problemas derivan de la existencia en ellas de un elevado nivel de abandono o fracaso académico, escasa asistencia al aula, además de proporcionar numerosos problemas y dificultades al profesorado que las imparte debido a la diversidad en conocimientos iniciales e intereses por parte del alumno.

Estos problemas provienen del carácter opcional que presentan, ya que cualquier alumno matriculado en la universidad puede acceder a dichas asignaturas, independientemente de la titulación de procedencia. Además, se ve favorecido por dos factores.

- 1.- Primer factor: la escasa oferta académica de este tipo de asignaturas (problema que se potencia en las pequeñas universidades privadas con una reducida plantilla de personal docente).
- 2.- Segundo factor: la limitación del número de plazas que se impone desde el Centro.

La combinación de ambos factores favorece, en muchos casos, que alumnos ajenos a la temática impartida se matriculen en dicha asignatura. Por estos motivos, y con el fin de sortear asignaturas más afines pero de mayor dificultad, los alumnos se ven de alguna forma atraídos por asignaturas ajenas a su titulación (Perdigones *et al.*, 2006).

Esta heterogeneidad en las titulaciones de procedencia de los alumnos, así como en los conocimientos iniciales de la materia, hace imprescindible la elaboración de sistemas de evaluación que permitan un seguimiento de la evolución del alumnado en la materia.

La asignatura en estudio, *Control automático de instalaciones*, está catalogada dentro del Sistema Universitario Español como asignatura de libre elección, de 3 créditos (30 horas lectivas). En dicha asignatura se analizan los distintos equipos de control empleados en las instalaciones agroalimentarias, la instrumentación correspondiente en cada caso, la conexión con los receptores, las estrategias de control a utilizar. El programa actual, estructurado en cinco temas en ambos casos, se recoge en la tabla 1.

El primer día de clase se explicó el programa de la asignatura; características, objetivos, temario, metodología y sistema de evaluación, interrelacionando todas estas partes de la programación; además se explicó el sistema de evaluación a realizar y la normativa al respecto en caso de no asistir al aula.

Tabla 1. Programa de la asignatura "Control automático de instalaciones"

TEMA	CONTENIDOS	Temporización (h) aprox.
TEMA 1	<p>Equipos de control. Termostatos, presostatos, higrostatos, etc. Interruptores horarios, interruptores crepusculares. Controladores comerciales y autómatas programables. Uso de ordenadores en control. Control distribuido.</p>	6
TEMA 2	<p>Sensores y actuadores. Sensores habituales en instalaciones agrarias. Actuadores: ventiladores, calefactores y otros motores. LEDs.</p>	4
TEMA 3	<p>Accionamiento de receptores. Salidas analógicas; salidas digitales. Relés y contactores: conexión con los equipos de accionamiento. Arranque y control de motores: arrancadores y variadores de frecuencia. Accionamientos eléctricos, hidráulicos y neumáticos.</p>	4
TEMA 4	<p>Estrategias de control. Control todo/nada y por modulación del ancho de pulso. Control proporcional, integral. Control feed-back y feed-forward. Control multivariable. Control óptimo: evaluación económica.</p>	6
TEMA 5	<p>Ejemplos de sistemas de control. Domótica. Iluminación (exterior e interior). Ejemplos de aplicación en instalaciones rurales y alimentarias. Programación de riegos. Invernaderos. Instalaciones ganaderas. Climatización de naves industriales. Estaciones de bombeo. Industrias agrarias. Industria del frío: control de cámaras frigoríficas</p>	8
EXAMEN	Examen final de la asignatura	2
TOTAL		30

Además, el mismo día de clase se proporcionó un test (test 1) para conocer las características del grupo. En él se preguntó acerca de la edad, titulación e interés por la asignatura, entre otras cuestiones de interés social y educativo. Los datos registrados sobre los dieciocho alumnos matriculados (seis mujeres y doce hombres) indicaron que el grupo se componía de personas de muy distinta formación (cuatro de Ingeniería agrónoma, uno de Ingeniería técnica agrícola, dos de Ingeniería de montes, ocho de Ingeniería técnica industrial, dos de Derecho y uno de Administración y dirección de empresas) y edades muy variadas; el alumno más joven contaba con 19 años y el de mayor edad con 28 años, siendo la media de edad de 23,86 años.

La técnica educativa, en cuanto a la metodología empleada, se basó en clases magistrales de dos horas de duración en las que se exponía el tema con el apoyo de técnicas clásicas e informáticas (presentaciones de power point y transparencias). Con el fin de motivar al alumnado de forma regular se presentó en el aula distintos equipos de control, gran variedad de sensores, así como equipos para el accionamiento de motores, mostrando la base técnica y su aplicación en las instalaciones industriales, agrarias y viviendas.

El método de control de aprendizaje, basado en la evaluación continua, y empleando el portafolio, culminó con un examen final, en el que se comprobó los conocimientos alcanzados en la materia por los distintos alumnos.

La evaluación continua, totalmente opcional para el alumno, consistió en un total de siete exámenes objetivos de tipo test, con dos posibles respuestas (verdadero o falso) realizados al final de cada clase, con una duración máxima de diez minutos. En ellos se preguntaba sobre la materia impartida en esa misma clase y en los días anteriores. Aquellos días en que el alumno no asistiera a clase y que, por tanto, no realizase el examen correspondiente, la nota de dicho test sería de cero. Así, la nota obtenida en los test, resultado de la media aritmética de éstos, supuso un factor de ponderación (1,2 máximo) sobre la nota del examen final. De esta forma, en caso de no realizar esta prueba el factor de ponderación era de 1,0, manteniéndose invariable la calificación obtenida en el examen final.

Con respecto al examen final, éste consistió en siete preguntas de desarrollo (1 punto cada una), un ejercicio de programación digital (2 puntos) y diez preguntas tipo test sobre todo el temario (1 punto). El tiempo permitido para la realización de dicho examen fue de dos horas, dentro de las permitidas para esta asignatura.

Se sumó la puntuación en cada una de las preguntas, obteniendo una calificación correspondiente al examen. A ésta puntuación se multiplicó por el factor de ponderación obtenido en las pruebas objetivas, resultado de los exámenes de evaluación continua. Finalmente, se registraron los datos finales del examen de cada alumno, estudiando y analizando los posibles factores que influyen en estas calificaciones.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De los dieciocho alumnos matriculados en la Universidad Católica de Ávila, diez aprobaron la asignatura, seis suspendieron y dos abandonaron el curso. Por tanto, la tasa de éxito en esta asignatura fue del 55,6%; muy reducida en comparación con otras

asignaturas homólogas impartidas ese mismo curso académico. Sin embargo, esta tasa no guarda relación directa con el sistema de evaluación empleado; es necesario establecer una relación entre los alumnos aprobados y aquellos que optaron por realizar evaluación continua.

Si tenemos en cuenta la proporción de alumnos aprobados en función de su participación en la realización de los test, el número de suspensos aumenta conforme disminuye dicha participación, como se muestra en la figura (Figura 1). El porcentaje de fracasos de aquellos alumnos que realizaron todos los test propuestos fue nulo, mientras que aquellos que realizaron menos de la mitad de los test suspendieron el 71,4%. El porcentaje de aprobados de alumnos que realizaron de cuatro a siete test, fue del 77,8%.

RESULTADOS OBTENIDOS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE TEST REALIZADOS

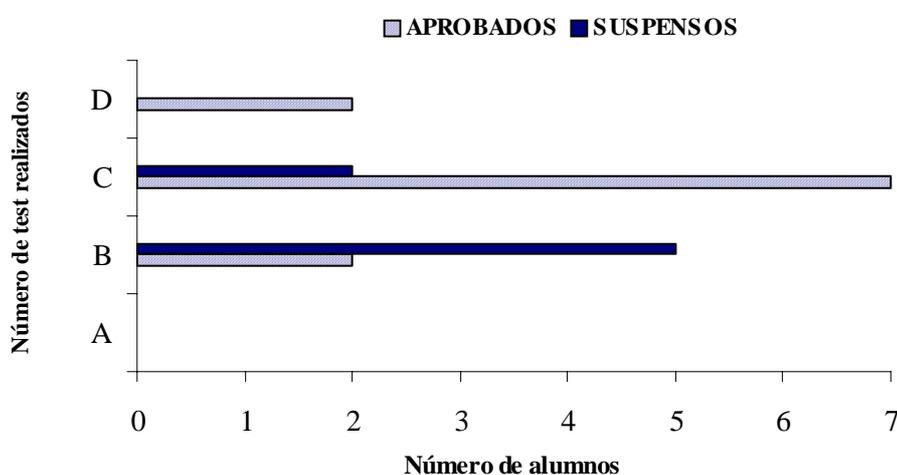


Figura 1. Resultados obtenidos en función del número de test realizados durante el curso 2005/06. A: no realizaron ningún test; B: realizaron menos de 4 test; C: realizaron menos de 7 test; D: realizaron todos los test (7 test)

De los 6 suspensos que hubo (con nota inferior a 5,0 en el examen final), cuatro son estudiantes de Ingeniería Técnica Industrial, uno Ingeniería Agrónoma y uno Ingeniería de Montes. Los Ingenieros Técnicos Industriales mostraron a lo largo de todo el curso académico bastante pasividad en relación a la materia, obteniendo calificaciones en la evaluación continua bastante bajas.

Cabe destacar que de los alumnos procedentes de titulaciones ajenas a la asignatura (Administración de empresas), que no abandonaron, el éxito fue del 100%. Este hecho viene a destacar las ventajas que proporciona una evaluación continua, proporcionando al alumno su calificación semanalmente y obligándole a estudiar la asignatura de forma regular.

En cuanto a los abandonos, se correspondieron con las dos alumnas más jóvenes del grupo, de 19 años, de una titulación (Licenciado en Derecho) totalmente ajenas al curso que se impartía y que ya revelaron en el test inicial (test 1) que su interés por la asignatura se reducía a obtener los créditos correspondientes. Dicho abandono se produjo a las tres semanas de comenzar el curso.

Si estudiamos la tasa de fracaso y éxito por edades, hemos determinado la edad un factor clave en esta asignatura. Mientras que, como se ha comentado, los abandonos fueron de los dos alumnos más jóvenes del grupo, los suspensos corresponden a alumnos con edades comprendidas entre los 25 y 28 años, siendo la media de edad de los alumnos suspensos de 26,8 años. Todos los alumnos aprobados, corresponden a unas edades comprendidas entre los 21 y los 26, con una media de 23,25 años.

La elevada tasa de fracaso en alumnos con edades superiores puede ser consecuencia de factores como la desmotivación que se produce en estos alumnos al compartir aula con alumnos hasta nueve años menores.

En este estudio hemos comprobado cómo en esta asignatura, con unas características desfavorables (debido a la heterogeneidad del alumnado), la evaluación continua incrementa hasta un 68,1 % el número de aprobados entre aquellos que realizaron más de la mitad de los test; facilita la comprensión de los conceptos, se fomenta el estudio diario de los alumnos, incentiva la asistencia al aula, y motiva al alumno de forma considerable.

Este sistema de evaluación ha resultado muy satisfactorio y con un elevado porcentaje de éxito, en alumnos ajenos a la materia y en aquellos con menor edad. Hemos detectado cómo el mayor índice de fracaso corresponde a alumnos de mayor edad y, curiosamente, de Ingeniería Técnica Industrial.

Aunque, todavía con pocos datos experimentales y en fase de desarrollo, se ha comprobado en este estudio preliminar que la edad y el seguimiento diario de la asignatura mediante pruebas objetivas influyen enormemente en la tasa de éxito de los alumnos en la asignatura *Control automático de instalaciones*.

Sin embargo, es necesario registrar más datos y mantener en paralelo con otras universidades el mismo estudio para comparar los resultados en varios grupos y con distintos métodos de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo de coordinación universitaria (M.E.C.). 2003. *II Plan de calidad de las universidades. Acciones de mejora (Premios 2001-2002)*. Edita: Secretaría general técnica. 471 pags.

- Gargallo López, B. 2000. *Prodecimientos. Estrategias de aprendizaje. Su naturaleza, enseñanza y evaluación*. Edita Tirant lo blanch. Valencia. 267 pags.

- Hwang, G; Yin, Y; Yeh, S. 2006. *A tabu search approach to generating test sheets for multiple assessment criteria*. IEEE Transactions on education 49(1), 88-97.

- Lukas, J. F.; Santiago, K. 2004. *Evaluación educativa*. Ed: Alianza editorial. Madrid. España.
- Bautista, A. 2002. *Programación y evaluación curricular*. ICE de la Universidad Complutense. Madrid. España.
- Barberá, E. 1999. *Evaluación de la enseñanza. Evaluación del aprendizaje*. Ed. Edebé. Barcelona. España.
- Perdignes, A.; García, J. L.; Raposo, C.; Pérez, A. 2006. *Propuesta de evaluación mixta en una asignatura de ingeniería*. IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Plaza, I.; Medrano, C.; Ube, M.; Blesa, A. 2005. *Quality in the design and development of digital electronics practical tasks*. International journal of electrical engineering education 42(2), 164-172.
- Skalarov, V.; Skiliarova, I. 2005. *Teaching reconfigurable systems: methods, tools, tutorials, and projects*. IEEE Transactions on education 48 (2), 290-300.