

# EVOLUCIÓN DEL MÉTODO DOCENTE DE INGENIERÍA TÉRMICA: HACIA UN MODELO DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

ULLOA SANDE, Carlos <sup>(1)</sup>; REY GONZÁLEZ, Guillermo <sup>(1)</sup>

LAREO CALVIÑO, Guillermo <sup>(1)</sup>; GONZÁLEZ GIL, Arturo <sup>(1)</sup>

carlos.ulloa@tud.uvigo.es

<sup>(1)</sup>Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

## RESUMEN

El Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar, adscrito a la Universidad de Vigo, tiene una idiosincrasia especial dentro de los Centros Universitarios. Los estudiantes de ingeniería mecánica son también futuros oficiales de la Armada española y están sometidos a un régimen de vida militar. El Centro Universitario, como parte del Espacio Europeo de Educación Superior, tiene como prioridad adaptar sus métodos de enseñanza a una evaluación continua.

La definición del método docente en las enseñanzas técnicas es aún más importante que en otras disciplinas. Los conceptos y técnicas explicadas en una clase de ingeniería requieren de una comprensión profunda para que el alumno sea capaz de resolver diversos problemas utilizando los conceptos y las técnicas adecuadas. Por lo tanto la metodología docente propuesta en carreras técnicas debe estar orientada a la comprensión.

El objetivo principal de la evaluación continua es que los estudiantes conozcan la calidad de su desempeño en todo momento para poder hacerlo mejor cada vez. Existen diversos métodos de aprendizaje cooperativo que facilitan esta misión. En este trabajo se explica la evolución de los métodos docentes empleados en la materia de Ingeniería Térmica I durante tres años académicos consecutivos. Debido al tipo de contenidos de esta materia, la tendencia temporal es ir hacia un modelo de aprendizaje basado en problemas.

Ingeniería Térmica I se imparte en el tercer curso del grado en Ingeniería Mecánica del Centro Universitario de la Defensa.

**Palabras clave:** diseño de asignatura, evaluación continua, ingeniería térmica.

## 1. Introducción

La enseñanza de carreras técnicas ha sido siempre un proceso complejo. Tradicionalmente se ha dado importancia, sobre todo, a la transmisión de una serie de conocimientos. Hoy en día, especialmente desde la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior, se empieza a dar más importancia a la comprensión de los conocimientos por parte del alumno a la mera transmisión de un temario. Existe una extendida preocupación por la evaluación en los profesores de ingeniería de toda Europa. El sentimiento generalizado es que la educación de ingenieros está cambiando rápidamente del modelo tradicional de tiza y charla (chalk-and-talk) a un modelo donde se le da tanta importancia a la adquisición de conocimientos como a la comprensión de los conceptos [1].

El marco en el que se desarrolla este trabajo es especialmente sensible a los procesos de evaluación. En el Centro Universitario de la Defensa (CUD) de la Escuela Naval Militar (ENM) se imparte grado de ingeniero mecánico desde el curso 2010/2011. A las limitaciones existentes con los alumnos universitarios comunes hay que sumarle las propias de un aspirante a oficial de la marina. Los estudiantes del centro universitario de la defensa tienen la agenda muy apretada, escasas horas de estudio y un régimen de vida agotador. Para que el proceso de enseñanza aprendizaje sea satisfactorio es imprescindible el aprovechamiento de las clases, tanto de teoría como prácticas. Para un correcto aprovechamiento de las horas en contacto con el alumno el profesor debe diseñar un sistema de evaluación que le permita en todo momento saber si el alumno ha comprendido los conceptos explicados hasta ese instante y tener la realimentación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta realimentación permitirá al docente realizar un ajuste en el rumbo de la material, incidiendo en los puntos donde los estudiantes encuentran más dificultades.

El objetivo principal del proceso de Bolonia es la creación de un Espacio Europeo de Educación Superior, la normalización de Títulos Académicos y Normas para la Garantía de la Calidad en los países europeos desde el año 2010. Desde la Declaración de Bolonia, los países europeos han ido adaptando sus estrategias de aprendizaje y enseñanza a algunos parámetros. Los estudiantes dedican más tiempo a estudiar y las horas de clase han disminuido. Se deben diseñar nuevos sistemas, basados en el nuevo modelo, que mejoren el aprendizaje de los estudiantes [2,3].

En los nuevos sistemas implementados cobra especial interés el método de evaluación [4]. Es importante darle a los estudiantes un ambiente de aprendizaje que les haga sentir cómodos. Para ello se deben diseñar sistemas de evaluación bien dimensionados, que tengan en cuenta la carga de trabajo del alumno [5,6].

Las competencias transversales, tales como el trabajo en grupo o la capacidad para hablar en público, también deben ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar un sistema de evaluación para una asignatura del grado de ingeniería mecánica [6].

## 2. Ingeniería térmica en el Centro Universitario de la Defensa

La implantación del grado de ingeniería mecánica en el CUD culmina este curso académico 2014/2015 con la primera promoción de graduados. Estos Alféreces de Navío serán los primeros en obtener una titulación civil con sus estudios en la ENM. En los últimos cinco años, desde el comienzo del plan de estudios, los profesores han adaptado sus metodologías docentes para adaptarse en la medida de lo posible a la idiosincrasia de este centro tan especial.

En este trabajo se expone la evolución en la metodología docente de la materia de Ingeniería Térmica I. Este curso 2014/2015 será la tercera vez que se imparte esta materia en el CUD y todos los años ha sufrido alguna evolución intentando acercarse a los postulados de la evaluación continua y el trabajo autónomo propuestos en Bolonia.

Ingeniería Térmica I es una materia del Segundo cuatrimestre del tercer curso del grado de ingeniero mecánico en el CUD. El curso 2012-2013 fue el primer año de implantación de la materia y el sistema de evaluación propuesto fue un sistema "clásico". Se realizaron dos pruebas parciales de evaluación que junto con las prácticas de laboratorio supusieron el 50% de la evaluación continua. El 50%

restante se evalúa en una prueba individual al final del curso. En la tabla 1 se puede ver la distribución de los distintos ítems de la evaluación.

Tabla 1: Metodología de evaluación inicial

Metodología	Cantidad	% Nota evaluación continua
Prueba Final (PF)	1	50%
Controles Teóricos (CT)	2	40%
Memorias de Prácticas (MP)	5	10%

Este sistema de evaluación se ha puesto en revisión durante los dos años siguientes. El principal problema que presentaba era la dificultad de detectar problemas en la comprensión en las primeras semanas del curso. Al no existir una realimentación por parte del alumno, se avanza en los contenidos prácticamente “a ciegas”. Otra carencia importante del sistema es la falta de evaluación de algunas competencias que requiere la asignatura, como por ejemplo la resolución de problemas, las habilidades en las relaciones interpersonales, la toma de decisiones o el trabajo en equipo. Estas competencias no se ven totalmente reflejadas en las prácticas de laboratorio realizadas en parejas.

Los controles teóricos y la prueba final tenían una estructura similar, de manera que se evaluaban los mismos contenidos, de la misma forma, varias veces. Las prácticas de laboratorio fueron autocontenidas, evitando en la medida de lo posible enviar tareas para realizar fuera de los horarios de clase. Este modelo de prácticas es coherente con el estilo de vida que se lleva en la ENM.

En los dos cursos siguientes este sistema sufre una drástica transformación. Los responsables de la materia buscan sistemas de evaluación donde las actividades sean complementarias y sirvan para desarrollar diferentes competencias dentro del programa. Además se busca un sistema que favorezca la comprensión de los conceptos que deberán interiorizar para su posterior utilización en cursos superiores.

### 3. Nuevas actividades propuestas para la evaluación

En los siguientes cursos se proponen una serie de actividades de evaluación diferentes. Por un lado, se modifica el concepto de Control Teórico, pasándose a evitar realizar exámenes de ámbito parcial que sean muy similares al examen final. Estos controles se convierten, por lo tanto en una herramienta de verificación de conocimientos adquiridos y que sirve para verificar que el alumno sigue las clases y lleva la materia al día.

Con este cambio se pierden las competencias de resolución de problemas, que tan importantes son en esta materia. Para compensar esta pérdida se incorporan a la evaluación unos nuevos ítems: la Evaluación en Seminarios. Esta actividad consiste en proponer ejercicios para la resolución en grupos durante las sesiones de seminarios. Estas sesiones de seminario se realizan con grupos pequeños de alumnos (10 máximo), con una capacidad de control de la actividad muy alta.

### 4. Evolución del proceso de evaluación

En los cursos 2013/2014 y 2014/2015 la metodología de evaluación ha sufrido una evolución. En la tabla 2 se muestra el peso de los diferentes ítems durante estos dos últimos cursos académicos. Durante el curso 2013/2014 se introducen las nuevas actividades con unas frecuencias excesivamente altas. Se llevan a cabo 5 ítems de evaluación de cada una de estas nuevas actividades, cuando originalmente el alumno apenas realizaba dos exámenes parciales durante el curso. Es cierto que la

intensidad de estas actividades era baja, pero, como se demostró más tarde, la alta frecuencia suponía una fuente de estrés demasiado alta para el alumno.

Tabla 2: Evolución de la metodología de evaluación

Metodología	Curso 2013/2014		Curso 2014/2015	
	Cantidad	% Nota evaluación continua	Cantidad	% Nota evaluación continua
Prueba Final (PF)	1	50%	1	40%
Controles Teóricos (CT)	5	20%	3	30%
Memorias de Prácticas (MP)	5	10%	5	10%
Evaluación en Seminarios (ES)	5	20%	4	20%

A continuación se expone la evolución en la nota de evaluación continua de los distintos ítems, y como han evolucionado las nuevas actividades introducidas.

#### 4.1. Controles teóricos

El primer curso de implementación, 2013/2014, se opta por el test de respuesta múltiple para evaluar los contenidos teóricos impartidos en clases de teoría. Se realizan 5 tests a lo largo del curso, cada uno de ellos de 5 preguntas con 4 opciones, de las cuales solo 1 es correcta. Cada pregunta fallada supone un descuento de 1/3 de la puntuación de una pregunta correcta. Cada uno de los tests tiene un peso del 4% en la nota final de evaluación continua, siendo el total de esta actividad el 20% de la nota final.

Teniendo en cuenta que el curso dura 14 semanas, se realiza un test teórico cada 2.8 semanas de media. Debido a la proximidad de la evaluación el alumno incrementa su interés y participación en las clases teóricas.

La principal contrapartida de esta herramienta está en la percepción del alumno, que siente que se le está examinando continuamente y le resulta difícil regular el nivel de estrés asociado a la prueba, aunque esta tenga un peso muy bajo en la evaluación total. Además, el número de preguntas de cada prueba es bajo, lo que hace que la fiabilidad de las notas con menor porcentaje agregado (los primeros controles) sea también baja. Todos estos motivos, unidos a la percepción del alumno que siente que se le está “continuamente examinando” se modifica esta actividad para el curso siguiente.

En el curso 2014/2015 se mantienen estos controles pero se baja su frecuencia a 3 tests a lo largo del curso. Se intenta que el primero sea en la tercera o cuarta semana para evitar que los alumnos se descuelguen de la materia. Además se incrementa un 10% el peso de esta actividad, que se sustrae directamente del examen final. Se mantienen las preguntas con 4 opciones de las cuales solo 1 es la correcta, pero el número de preguntas por test se incrementa a 15-20. Cada test tiene ahora un peso del 10% en la nota final.

#### 4.2. Evaluación en seminarios

Como complemento a las pruebas teóricas se aplican en paralelo técnicas de aprendizaje basado en problemas. Se emplean para este fin algunas de las clases de seminario, de 10 alumnos cada una.

En el curso 2013/2014, los grupos de 10 alumnos se dividen a su vez en subgrupos de 3 o 4 alumnos. La clasificación de los alumnos se hace a principio de curso según un criterio objetivo, ordenándolos por la nota que han obtenido en la asignatura predecesora de la temática: Termodinámica y transmisión de calor.

El método de trabajo en estas clases es: proponer un ejercicio similar a los problemas resueltos en clase, asignar a cada subgrupo un apartado del ejercicio, cada subgrupo resuelve su apartado, y finalmente entrega el ejercicio. El trabajo grupal se evalúa con un 40% de la nota. El 60% restante se asigna al dominio del ejercicio de cada uno de los miembros. Para realizar esta evaluación individual se recurre a distintas técnicas a lo largo del curso. Estas técnicas se enumeran a continuación:

- Examen individual
- Entrevista personal
- Test interactivo

Cada una de estas técnicas se empleó en un seminario diferente, algunas de ellas en más de uno. Al finalizar el curso 2013/2014 se decide que la metodología más adecuada para el uso en seminarios es el test interactivo.

En la actividad elegida se evalúa el grado de conocimiento de la resolución empleando un sistema de respuesta automática de los alumnos. El sistema empleado consiste en ResponseCard NXT de Turning Technologies. Se trata de teclados por radiofrecuencia LCD para el envío de respuestas. El hardware empleado enlaza con PowerPoint y dispone de un software de tratamiento de datos llamado TurningPoint [7]. En esta prueba se pretende trasladar el contenido de una entrevista individual a un cuestionario interactivo donde se resuelva con los alumnos al mismo tiempo que se muestran las soluciones en pantalla. Fig. 1 muestra una transparencia con los resultados de una pregunta realizada a los alumnos.

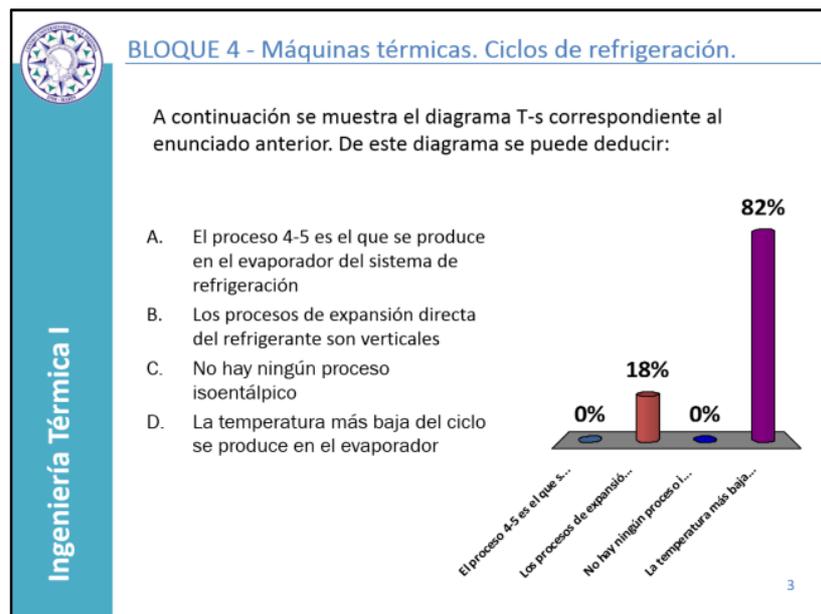


Figura 1: Presentación usada en test interactivo.

El software TurningPoint permite editar presentaciones de Power Point e introducir la información de un cuestionario. Mientras al alumno se le muestra una pregunta en pantalla, el complemento de TurningPoint permite configurar cuál o cuáles de las opciones mostradas es la correcta. Además se puede configurar si el alumno puede cambiar su respuesta mientras está abierto el formulario, la puntuación de cada pregunta, si los errores restan,... etc. Una vez finalizado el cuestionario se puede guardar el sondeo, permitiendo archivar cada una de las sesiones en archivos independientes. Posteriormente estas sesiones se pueden recuperar a través del panel de control de TurningPoint.

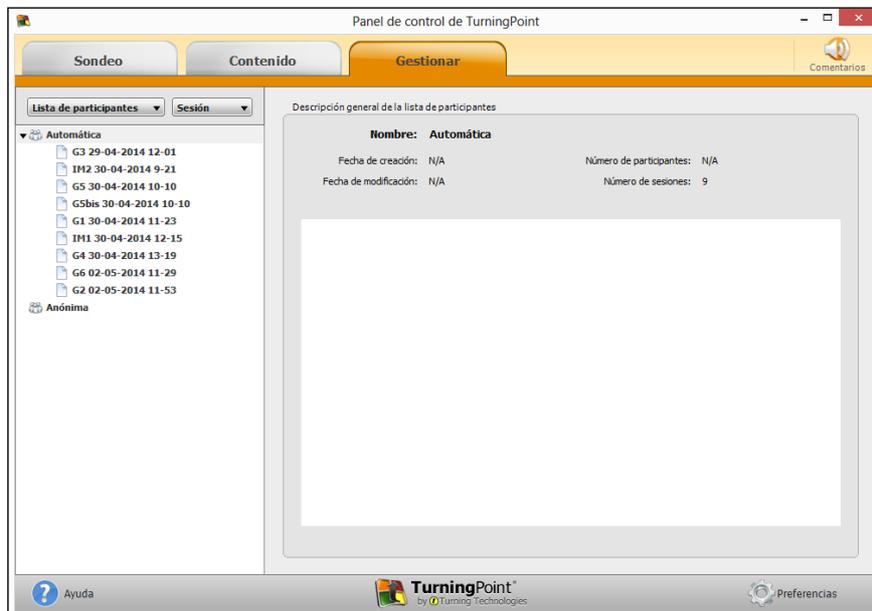


Figura 2: Software TurningPoint

La metodología para la evaluación individual, empleando el sistema de Turning Technologies tal vez sea la más imparcial a la hora de evaluar a los estudiantes. Por otro lado es la que aporta mayor objetividad y menor tiempo requiere. En comparación con las entrevistas personales se pierde la percepción del profesor al hablar con los alumnos así como competencias importantes para el alumno, como hablar en público.

En el curso 2014/2015 se utiliza únicamente esta última técnica aunque la frecuencia de las evaluaciones disminuye ligeramente (de 5 a 4), aunque mantiene su peso en la nota final. También se modifica en este curso el tamaño de los grupos, convirtiéndose en parejas. Al reducir el tamaño de los grupos, se decide puntuar con un peso mayor el trabajo colectivo, invirtiéndose los porcentajes del curso anterior. Así, el trabajo grupal se evalúa con un 60% de la nota, mientras que el 60% restante se destina al dominio del ejercicio de cada uno de los miembros.

#### 4.3. Memorias de prácticas

Las prácticas de laboratorio no han sufrido grandes modificaciones, ni en contenido, ni en peso en la asignatura durante estos últimos tres años. Se dejan, por tanto, al margen de esta revisión.

### 5. Conclusiones y consideraciones finales

La experiencia de los últimos tres cursos ha llevado a una evolución en los métodos docentes y de evaluación de la materia de Ingeniería Térmica I en el Centro Universitario de la Defensa de Marín, hacia un sistema de aprendizaje basado en problemas. La variedad de actividades de evaluación introducidas, y su ajuste en el tiempo para adaptarse a la idiosincrasia del Guardiamarina de 1º, hacen de esta evolución una positiva experiencia de cara a una mayor convergencia hacia los métodos europeos del Espacio de Educación Superior.

## 6. Referencias

- [1] GIBSON, I.S. Assessment in engineering education. A European perspective. *International Journal of Engineering Education*, 2002, vol 18(4), pp. 465-471.
- [2] DRENNAN, L.T.; BECK, M. Teaching quality performance indicators -key influences on the UK universities' scores. *Quality Assurance Education*, 2001, vol 9(2), pp. 92-102.
- [3] FELDER, R.M.; BRENT, R. How to improve teaching quality? *Quality Manage J.*, 1999, vol 6(2), pp 9-20.
- [4] CANTO, S.P. Redesign of syllabus and evaluation procedures to improve university teaching in subjects related to industrial engineering in the context of the European Higher Education Area. *International Journal of Engineering Education*, 2010, vol 26 (4), pp. 974-984.
- [5] GARMENDIA, M.; GUIASOLA, J.; BARRAGUÉS, J.I.; ZUZA, K. ¿Cuánto tiempo dedican los estudiantes al estudio de asignaturas básicas de 1º de ingeniería?. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 2006, vol 20, pp. 89-103.
- [6] LÓPEZ-PANIAGUA, I.; NIETO-CARLIER, R.; RODRÍGUEZ-MARTÍN, J.; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C.; JIMÉNEZ-ÁLVARO, A. Practical sessions: A key tool for teaching in the European Higher Education Area framework. *DYNA*, 2011, vol 86 (5), pp.523-530.
- [7] Sitio Web de Turning Technologies [en línea]: <http://www.turningtechnologies.com/> Consultado el 22 de diciembre de 2014.