

Una experiencia de evaluación continuada en *Radiación y Propagación*

Francesc Torres Torres, Xavier Fábregas Cánovas, Carlos López-Martínez y Ignasi Corbella Sanahuja.

xtorres@tsc.upc.edu.

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad Politècnica de Catalunya. Campus Nord C/Jordi Girona 1-3. Edificio D3. 08034 Barcelona

Abstract- Este trabajo describe una experiencia de evaluación continuada basada en la realización de diversas sesiones de ejercicios a lo largo del curso, de corta duración, individualizadas y evaluables. La gestión de los controles se realiza con Matlab, permitiendo una corrección de los mismos rápida y con un mínimo esfuerzo por parte del profesorado. Para la interacción con los alumnos se utiliza la plataforma de soporte a la docencia de la UPC, ATENEA. Esta permite comunicar el resultado de cada una de las pruebas a los alumnos, de forma individualizada y rápida. Los resultados académicos son muy satisfactorios en todos los aspectos: disminución drástica del absentismo, mejora de la tasa de aprobados (especialmente entre los alumnos que cursan la asignatura por primera vez), mejora de la excelencia (alumnos con nota mayor que siete) y aumento significativo de la satisfacción de los estudiantes, reflejado en las encuestas oficiales de la UPC. Cada curso cuatrimestral la asignatura es cursada, en media, por 150 alumnos.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los retos principales en una asignatura básica es el de fomentar el seguimiento continuado por parte del alumno de la asignatura, dentro de los horarios y actividades programadas, combatiendo así tanto el absentismo como la innecesaria proliferación de academias en el entorno universitario. Esto es particularmente importante en *Radiación y Propagación* (RP), situada en el curso cuatrimestral 2B, en el bloque básico de los grados impartidos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Se trata de una asignatura voluminosa que establece un gran número y variedad de conceptos básicos sobre propagación y radiación de ondas electromagnéticas que servirán de base para asignaturas posteriores más especializadas como *Antenas*, *Microondas*, *Radiocomunicación*, etc [1]. En RP no se profundiza excesivamente en ninguno de estos conceptos pero sí se requiere que el estudiante adquiera una soltura suficiente en el manejo de los conceptos, magnitudes y cálculos básicos. La forma más efectiva de adquirir esta capacidad es la realización, por parte del estudiante, de un gran número de ejercicios en cada uno de los temas impartidos.

La novedad del planteamiento, por otra parte bien conocido en docencia, radica en la metodología establecida que, con un esfuerzo moderado por parte del profesorado, obtiene unos resultados significativamente mejores tanto en el rendimiento académico de la asignatura como en las encuestas de satisfacción del alumnado.



Fig. 1. Las hojas de test individualizadas permiten su ejecución en el aula sin necesidad de una disposición especial para examen.

II. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN CONTINUADA

La evaluación continuada se ha establecido a partir de la realización de hasta siete controles, llamadas sesiones de ejercicios, a lo largo del curso cuatrimestral, coincidentes con la finalización de cada uno de los temas del programa. La metodología establecida se ha concebido sobre un conjunto de preceptos orientados a cumplir los objetivos de la asignatura, que fomenten el trabajo continuado del alumno, pero sin distorsionar significativamente tanto la progresión del temario como la carga de trabajo del profesorado:

- **Relevancia para el alumno:** Los ejercicios se evalúan y tienen un peso del 25% en la nota final del alumno, en concepto de evaluación continuada, siempre y cuando se hayan realizado un mínimo de cinco de las siete pruebas previstas.
- **Mínimo estrés.** Los alumnos pueden disponer de material de consulta durante las sesiones de ejercicios. Para minimizar el impacto de cualquier imprevisto la nota de evaluación continuada se calcula como la media de las cinco controles con mayor nota. El peso del 25%

de evaluación continuada se asigna al examen final en el caso de que este cambio favorezca al alumno.

- **Facilidad de gestión:** Se distribuye una única hoja de enunciado con casillas habilitadas para las soluciones numéricas (se piden ocho datos), con las unidades preasignadas. Los ejercicios se realizan durante los 40 últimos minutos de una sesión de clase normal, en la misma aula, con la misma disposición de mesas (Fig. 1). El coste en tiempo docente es ligeramente superior a las cuatro horas que se utilizaban en los dos controles tradicionales, tipo examen, que se realizaban con anterioridad a mitad y final de curso.
- **Imparcialidad y equidad:** las hojas de ejercicios se individualizan a partir de un código XYZ extraído del DNI del estudiante (Fig. 2). El código Z se usa para seleccionar una de las cinco variantes existentes para cada ejercicio y los códigos XY permiten 100 variantes para los datos numéricos de los ejercicios. de esta forma se disponen de 500 combinaciones para cada hoja de ejercicios. Únicamente se permite el uso de una calculadora sencilla, no programable, con capacidad para operar números complejos. Se recoge la hoja de enunciado, que contiene las soluciones numéricas, grapado con las hojas utilizadas para los cálculos.
- **Realimentación:** Los alumnos disponen del resultado de los ejercicios la semana siguiente a su realización. La hoja de operaciones, entregada junto al enunciado con las soluciones, facilita la discusión de los resultados con el alumno, en el caso de que éste lo solicite.
- **Mínima carga para el profesor:** En esta primera fase, la corrección se realiza manualmente con la ayuda de un programa Matlab que genera las soluciones a partir del código XYZ del alumno (Fig. 3). La corrección, por tanto, es binaria para cada uno de los ejercicios contenidos en cada hoja del control. Los enunciados no están disponibles para los alumnos y son reutilizables en cursos posteriores. Sin embargo es inevitable que se vayan produciendo fugas (alumnos que no entregan, fotografías con el móvil, etc.). Para minimizar el impacto de este problema, los ejercicios de cada hoja (incluyendo las variantes dadas por el código Z) deben abarcar la mayor parte posible de los conceptos de cada tema. Idealmente, se debería disponer de dos o tres variantes de hoja de ejercicios para hacer rotaciones entre cursos y/o los distintos grupos de la asignatura.

ETSETB. RADIACION Y PROPAGACION. Tema 1. Conceptos Básicos de Potencia

Nombre: JOAN FEM PINYA	DNI	1	2	3	7	4	7	5	6
	Codi			X		Y		Z	

CODIGO PRUEBA: X=3 Y=4 Z=5

EJEMPLO:

PL.- A la entrada de una línea de transmisión perfectamente adaptada de impedancia $Z_0 = 75\Omega$, longitud $\ell = 50$ m y atenuación $\alpha = (2 + Y)/100$ Nep/m se tiene una señal de tensión eficaz V_e y una potencia P_e . Calcular el nivel de señal a su salida en: a) dBm y b) dBuV.

Z=1 ó 2:	Z=3 ó 4	Z=5 ó 6	Z=7 ó 8	Z=9 ó 0
$P_e = 60 + 4 \cdot X$ dBW	$V_e = 2 \cdot X \cdot 0$ μ V	$P_e = -25 + 3 \cdot X$ dBW	$V_e = -50 - 4 \cdot X$ dBV	$P_e = 2 \cdot X \cdot 0$ mW

Datos Joan Fem Pinya: $\alpha = (2 + Y)/100$ Nep/m = 0,06 Nep/m
 $P_e = -25 + 3 \cdot X$ dBW = -16 dBW

Soluciones: a) _____ dBm b) _____ dBuV

Escribir el DNI con una cifra en cada casilla. Apuntar el código XYZ correspondiente

Calcular y escribir los datos particulares a partir del código individual de la prueba

Resolver el ejercicio y dar el resultado de forma numérica en las unidades que se especifican: a) dBm i b) dBuV

Fig. 2. En la plataforma de soporte a la docencia ATENEA se suministra la información sobre la mecánica de los controles

SOLUCIONES CORRECCIÓN PARA VARIOS CÓDIGOS X-Y-Z

```

CODIGO PRUEBA:      X=1      Y=2      Z=3
PROBLEMA 1
DATOS   Vg=0+10iVe, Zg=31-31i Ohm. IL=90+90i mAe
SOL P1  VL=-5.6+10i Ve.  ZL=24.6+86.6i Ohm

PROBLEMA 2
DATOS P2: YL=84-42i mS, IL=700+1400i mAe
SOL P2  PL=23.3 W

PROBLEMA 3
DATOS P3: f=510 MHz, Vg=12 Ve
SOL P2  ZL=51+50i Ohm, PL=578.2 mW

PROBLEMA 4
SOL P3  f=1000 MHz, Ip=63.2 mA eficaces, phi_V=5.96 rad

SOL Opcional RL=100.3 Ohm, CL=5/pi pF
  
```

Fig. 3. Ejemplo de solución Matlab para el autotest de conocimientos previos sobre *Circuitos Lineales*, (código X=1, Y=2 y Z=3).

III. USO DE LAS TIC

Radiación y Propagación utiliza el entorno web de soporte a la docencia Atenea 6.0 gestionado por la UPC:

<https://atenea.upc.edu/moodle/>

En este espacio se suministra a los alumnos la información general de la asignatura, así como la mecánica utilizada en las sesiones de ejercicios. Específicamente, se suministra un ejemplo de hoja de ejercicios para que los estudiantes puedan practicar la mecánica con la realización de un autotest sobre conocimientos previos de *Circuitos Lineales*. Se suministra el código Matlab de corrección de este autotest que permite a los alumnos verificar sus respuestas al mismo tiempo que los familiariza con las características de la evaluación (Fig. 3). Finalmente, ATENEA se utiliza también para cargar los resultados de cada una de las sesiones de ejercicios, y hacer un comunicado individualizado a cada uno de los estudiantes.

IV. RESULTADO ACADÉMICOS

Desde la implantación de la nueva metodología, la tasa de aprobados de la asignatura ha mejorado sustancialmente desde unos valores cercanos al 45% hasta rendimientos superiores al 55% (Fig. 4). Cabe hacer hincapié en el hecho de que la tasa de aprobados ha mejorado muy significativamente entre el conjunto de estudiantes que cursan la asignatura por primera vez, cuando inicialmente la tasa de éxito de este colectivo era prácticamente nula.

Tasa de aprobados

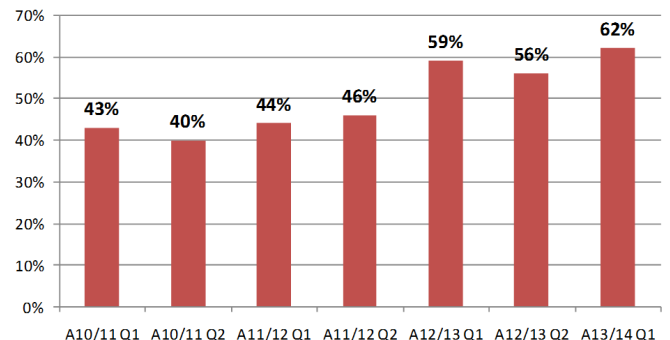


Fig. 4. Tasa de aprobados de la asignatura por año (A) y cuatrimestre (Q).

La figura 5 nos muestra la correlación entre la nota del examen final de la asignatura y la nota de evaluación continuada de cada alumno. Vemos que el colectivo de alumnos que supera el examen final se restringe prácticamente al colectivo de alumnos que han realizado un seguimiento provechoso de la asignatura durante el curso. No obstante, dado que el examen final es exigente, un porcentaje no despreciable de estudiantes que han superado la evaluación continuada no superaron el mismo. Entre los estudiantes que han optado por acudir directamente al examen final (o no han atendido a un mínimo de cinco sesiones de evaluación continuada) la tasa de éxito es extremadamente baja (alumnos marcados con cero en nota de evaluación continuadas).

La figura 5 nos presenta también la correlación entre la nota final de la asignatura y la nota de evaluación continuada. En este caso se aprecia una correlación mayor que en la figura anterior. La nota de evaluación continuada, junto con el peso del laboratorio (un 15%) hace que un porcentaje significativo de alumnos con notas de examen en la franja del cuatro acaben superando la asignatura. Cabe destacar, nuevamente, que la tasa de éxito entre los estudiantes que no hacen un buen seguimiento de la asignatura durante el curso es muy baja.

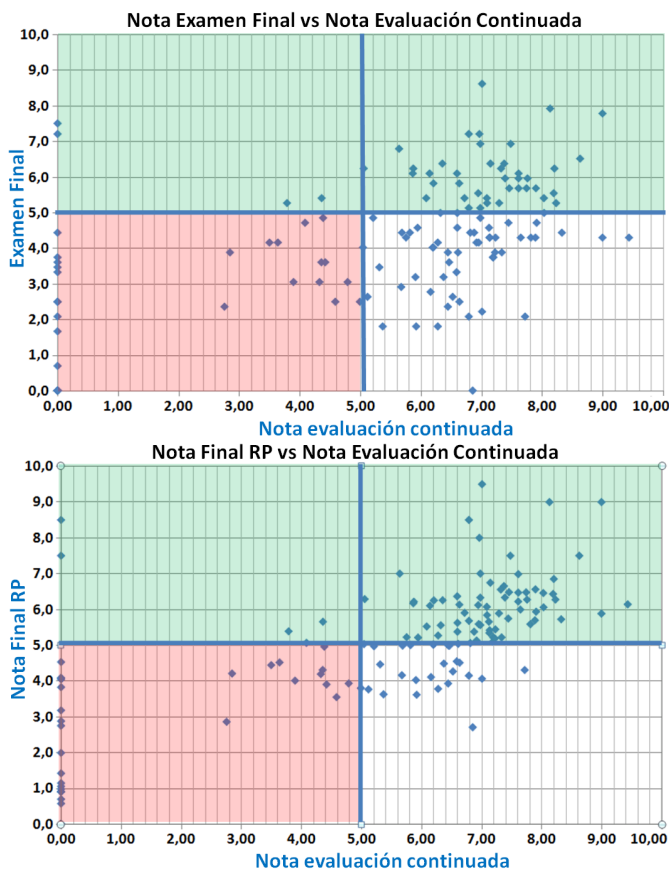


Fig. 5. Correlación de la nota de evaluación continuada con la nota del examen final (arriba) y la nota final de la asignatura (abajo). A los alumnos sin nota de evaluación continuada se les ha asignado un valor cero.

V. SATISFACCIÓN DE LOS ALUMNOS

El primer curso de implantación de esta nueva metodología se permitió a los alumnos elegir entre ésta y el método tradicional de dos exámenes parciales durante el

curso. Al finalizar el curso, durante las sesiones de laboratorio se elaboró una encuesta anónima en la cual participaron 146 de los 169 alumnos matriculados. Esta permitió un análisis exhaustivo de la nueva metodología, que se puede consultar en [2], y que permitió afinar su implementación. Como resultado positivo, los alumnos consideran que esta metodología les ayuda a llevar la materia al día y por tanto mejora su percepción de que aprobarán la asignatura. Esta percepción es significativamente mayor en el colectivo que declara asistir normalmente a clase y en el que declara que cree que aprobará con una nota alta. Cabe decir que la asistencia a clase también ha mejorado drásticamente, pasando de porcentajes inferiores al tercio a superiores a los dos tercios.

Tabla I

Grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones			
Encuesta institucional UPC	2011/12	2013/14	ETSETB
Mi interés por la materia ha aumentado con esta asignatura	5,0	6,9	6,8
He aprendido los contenidos de esta asignatura	5,7	7,2	7,0
He progresado en las competencias de la asignatura	5,5	7,1	6,8
Los objetivos de la asignatura están bien definidos	6,2	7,6	7,1
La evaluación se corresponde con los objetivos y el nivel previstos.	6,6	7,5	7,0
En conjunto estoy satisfecho con esta asignatura	4,6	7,2	6,7

Las encuestas oficiales de satisfacción que realiza periódicamente la universidad muestran una mejora significativa en todos los aspectos. Así, en conjunto, los estudiantes pasan de valorar los diferentes aspectos de la asignatura con un aprobado justo en la edición de 2011/12 a hacerlo con un notable, por encima de la media de las asignaturas del centro (ETSETB), en la edición 2013/14, cuando la nueva metodología de evaluación continuada ya se ha consolidado. Es sorprendente constatar como los alumnos perciben la asignatura de forma mucho más positiva, simplemente por el hecho de que son ellos mismos los que han dedicado mayor tiempo a un seguimiento constante de la materia desarrollada, sin ningún otro cambio significativo ni en el contenido, ni en el material, ni en la forma de impartir u organizar la asignatura.

VI. CONCLUSIONES

La nueva metodología de evaluación continuada que favorece el seguimiento de la asignatura a lo largo del curso, por parte de los alumnos, ha resultado en una mejora significativa tanto del rendimiento académico de los estudiantes como de su satisfacción con la asignatura. Una vez implantada la nueva metodología, las herramientas TIC permiten el desarrollo de hojas de ejercicio personalizadas que facilitan las sesiones de control con un impacto relativamente bajo tanto en la carga docente del profesorado como en el tiempo docente dedicado a las mismas.

REFERENCIAS

- [1] Guía docente de *Radiación y Propagación* (RP). http://www.etsetb.upc.es/documents/guia_docent/assignatures/cast/SisAud/230013.pdf.
- [2] Francesc Torres Torres, Xavier Fàbregas Cánovas y Carlos López-Matínez. "Anàlisi de rendiment acadèmic i satisfacció. 2012/13 Q2". <http://upcommons.upc.edu/e-prints/handle/2117/21895>.