

LA UTILIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN UNA ASIGNATURA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

R. PINDADO

Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya, España.

Este trabajo expone una experiencia llevada a cabo en una asignatura optativa situada en el último curso de una ingeniería de primer ciclo. Se pretende combatir la desmotivación de los estudiantes, causa de una elevada tasa de abandono y desarrollar un conjunto de competencias, cuya falta resulta patente en una asignatura terminal de la carrera. La metodología utilizada responde a tres condicionantes principales: (i) que la innovación realizada no afecte a las actividades del resto del centro, (ii) que la/s actividad/es desarrollada/s no incremente/n la carga lectiva de los estudiantes, por encima de lo que permite la programación académica y (iii) que tampoco suponga un gran incremento de la tarea del profesor, en sus facetas de planificación, realización y evaluación. La meticulosa planificación de la asignatura, la cuidada medida de la evaluación y la información suministrada al estudiante han sido claves para alcanzar los Resultados de Aprendizaje de la asignatura.

1. Introducción

En la actual situación de direccionamiento acelerado hacia el Espacio Europeo de Educación Superior, son muchas las universidades que están poniendo en práctica pruebas piloto orientadas hacia la convergencia europea. También son numerosos los docentes que están practicando nuevas iniciativas que permitan planificar y desarrollar los Resultados de Aprendizaje y evaluar las Competencias [1-4]. Sin embargo, mientras no se ubique la totalidad del entorno universitario en el nuevo marco europeo, es frecuente la situación de tener que compaginar, incluso en un mismo curso, asignaturas con distintas orientaciones metodológicas.

El ingeniero actual debe necesariamente, aunque no únicamente, desenvolverse con soltura en el ámbito de las nuevas TIC y nuestros estudiantes tienen una gran habilidad en el aprendizaje y manejo de programas y herramientas informáticas. En ese contexto, se sitúa una experiencia del autor realizada en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa, en la asignatura optativa de “Conversión de Energía y Compatibilidad Electromagnética (CECE)” situada en el último curso (Q5) de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad de Electrónica Industrial. La experiencia se planificó durante el pasado curso 2004-05, en el que se realizó una primera aproximación de la actividad; aunque ésta ha sido realmente llevada a término durante los tres últimos cursos.

Los estudiantes que acceden a la asignatura están dotados de una formación general básica que les faculta, en el mejor de los casos, para la resolución de problemas meramente docentes –nivel de aplicación en la taxonomía de Bloom- pero carecen de criterio y visión profesional del perfil de la titulación que les dificulta la toma de decisiones, entre otras limitaciones. También adolecen de algunas de las principales competencias genéricas que se exigen, con creciente insistencia, desde el ámbito profesional a los

graduados en ingeniería [5-6]. Indudablemente, han desarrollado otras habilidades; por ejemplo, se desenvuelven con mucha soltura en el ámbito de las nuevas TIC. El autor se propuso llevar a cabo una actividad que consiguiera los siguientes objetivos generales:

- Desarrollar las competencias transversales de: (i) trabajo en equipo; (ii) mejora del vocabulario técnico en inglés; (iii) búsqueda, selección y discusión de información técnica en Internet; y (iv) expresión escrita.
- Ceñirse a la asignación de créditos, y por tanto a la carga académica del estudiante, disponible para la asignatura.
- Procurar que la planificación de la actividad no represente un incremento importante de horas de trabajo para el profesor.
- Evitar en lo posible, por su laboriosa elaboración, la preparación de nuevo material didáctico utilizando recursos existentes, principalmente en Internet.
- Reducir el tedioso tiempo de calificación y revisión de notas de las pruebas realizadas, a expensas de aumentar los tiempos de planificación y evaluación, notablemente más gratificantes por creativos.

En este escenario surgió la idea de la actividad formativa, consistente en una tarea grupal que requiere una completa búsqueda de información en Internet y discusión sobre un tema contenido en el programa de la asignatura, aunque no explicado o bien someramente explicado. El trabajo se evalúa principalmente mediante una prueba individual o *test* posterior.

La actividad requiere una cuidadosa planificación, y su calificación constituye un aspecto clave para conseguir la motivación e implicación de los estudiantes en su propio aprendizaje. El procedimiento de calificación debe ser perfectamente conocido por el estudiante, la calificación debe ser proporcionada al trabajo que se demanda y el estudiante debe percatarse de que el aprendizaje le lleva inexorablemente a conseguir los objetivos de la asignatura y, en consecuencia, al aprobado.

2. Descripción del método

Se inició con un minucioso análisis, relativo a la asignatura objeto de la experiencia, así como de los estudiantes que acceden a ella y de los profesores encargados de su docencia. Del citado análisis se extraen las siguientes conclusiones:

2.1. En lo que respecta al estado de partida de la asignatura objeto de la experiencia.

- Al estar ubicada en el último curso, es una disciplina terminal con clara orientación hacia la síntesis; debiera, por tanto, desarrollar competencias de la gama alta de la taxonomía de Bloom.
- Por su carácter terminal debe utilizar conocimientos adquiridos a lo largo de toda la carrera, principalmente en las asignaturas de “Electrónica de Potencia (EP)” troncal y “Electrotecnia Aplicada (EA)” optativa, cursadas ambas en el cuatrimestre Q3. Sin embargo, la normativa académica del centro permite al estudiante matricularse en la asignatura de CECE sin haber cursado ninguna de las dos anteriores. Ello provoca una heterogeneidad entre los estudiantes y repercute en mayor actividad para los ejercicios de enlace, necesarios para repasar los conocimientos que se supone adquiridos, retrasen la marcha del curso.
- Se registra un alto porcentaje de abandono, inmediatamente después de la realización del examen correspondiente a la primera evaluación.

- En los cursos pasados, los últimos temas del programa de la asignatura no han podido impartirse y tal situación no parece que vaya a corregirse.

2.2. En cuanto al estudiante, en términos generales:

- No utiliza una fuente de información en inglés, a menos que sea absolutamente imprescindible para la consecución de los objetivos del trabajo.
- Es reacio a utilizar fuentes bibliográficas de información, pero es proclive a leer aquella información que se le muestra en pantalla.
- Demuestra plena capacidad para encontrar cualquier información que esté presente en Internet, pero encuentra fuertes dificultades para seleccionar y sintetizar la información.
- Tiene gran capacidad para aprendizaje y destreza en la utilización de plataformas, programas y herramientas informáticas, pero sus trabajos se perjudican por su deficiente expresión escrita.
- Llega a la asignatura con importantes lagunas de conocimientos previos y con falta de perspectiva de la aplicación de conocimientos, pero la proximidad de la terminación de sus estudios le hace reflexionar sobre su aprendizaje y mostrar una actitud receptiva.
- Aunque a lo largo de su carrera universitaria ha realizado actividades grupales de trabajo, no está acostumbrado a la discusión en grupo. Los estudiantes más bien trabajan juntos, pero no en grupo.

2.3. Reflexiones desde el punto de vista del profesor.

- Por parte de las autoridades académicas, el respeto de los límites de la carga docente del profesor debiera tener un tratamiento similar a la que recibe la del estudiante (últimamente se está oyendo solicitar una definición paralela de *créditos ECTS para el profesor*).
- La investigación en materia de innovación educativa debiera servir para promoción del profesorado, incluso en Universidades Politécnicas.
- Mientras no se verifiquen las dos consideraciones anteriores el profesor universitario, por la exigencia de gran actividad investigadora en su promoción, se verá obligado a rentabilizar su actividad docente en gran parte de su carrera profesional.
- El proceso de evaluación de los estudiantes, que en muchos casos se restringe al de calificación de los exámenes o de prácticas de los alumnos, es actualmente la actividad menos grata del trabajo del profesor. Por otra parte, contabilizando sus fases de preparación, realización, calificación y revisión, es una tarea que ocupa una parcela importante de su dedicación.

Si un profesor lleva un largo tiempo impartiendo una misma asignatura, corre el peligro de realizar propuestas de examen muy repetitivas que, inevitablemente, harán que el alumno se limite a preparar sus exámenes mediante colecciones de ejercicios típicos. También y debido a la lógica dificultad de encontrar permanentemente propuestas novedosas, puede suceder que el profesor plantee exámenes muy rebuscados, ocasionando un gran desconcierto en el estudiante.

2.4. Descripción de la actividad desarrollada.

Se parte de que la calificación de la asignatura se otorga en función de los pesos asignados a las actividades de evaluación, descritas en la Guía Docente de la Escuela (ver Tabla 1). Hay dos actividades, o exámenes de corte tradicional, que se realizan en cada uno de los bimestres (en el mes segundo y en el cuarto del cuatrimestre) y en fechas concretas, predeterminadas por la planificación del Centro.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se planifica la actividad que se asienta en la utilización de metodologías de aprendizaje activo y siguiendo las pautas del método *Pigmalión*:

Planifica un programa de actividades, de las que el alumno no pueda escaparse sin haber aprendido. Consigue que realicen las actividades y, si llegan al final, entonces APRÚEBALOS.

Actividad	Peso (%)	Concepto
1 ^{er} Examen	20	Parcial e individual
2 ^o Examen	30	Parcial e individual
Actividades complementarias	30	Pruebas que pretenden desarrollar competencias en ingeniería
Laboratorio	20	Experimental

Tabla 1. Actividades de evaluación.

Fundamentalmente, el desarrollo de la actividad ha comprendido una meticulosa realización de las siguientes tareas:

- Cuantificación de la carga lectiva del estudiante y plazos para la realización de la actividad.
- Planificación de la actividad. Resultados de aprendizaje y forma de realización del trabajo.
- Documentación y fuentes de información.
- Definición y formato de entregables.
- Calificación.
- Evaluación de la actividad.

La experiencia descrita en el presente trabajo, concierne a las Actividades Complementarias de la asignatura y comprende dos pruebas, que conviene hayan sido completadas al finalizar los meses primero y tercero, con objeto de equilibrar la carga docente del alumno.

Cada prueba incluye un ejercicio a realizar en grupo y fuera del aula. Dicho ejercicio debe resolverse utilizando recursos propios de la asignatura o bien obtenidos a partir de investigación en Internet. Se realiza en grupos de dos estudiantes si responde a un trabajo de continuación de la materia desarrollada en clase, o de tres estudiantes cuando es un trabajo que requiere investigación. El ejercicio incluye las lecturas que deben ser trabajadas por el grupo (intencionadamente en inglés y normalmente obtenidas de Internet), así como el conjunto de entregables.

La prueba se completa con un examen presencial o *test* individual para evaluar el grado de comprensión; en el que el alumno puede consultar su ejercicio de grupo. Suele ser un documento terminal conciso –extensión aproximada de una página– que contiene preguntas que solamente puedan ser contestadas si se ha realizado el trabajo previo, es decir: la obtención de datos concretos de Internet, la realización de los entregables y, principalmente, la discusión del tema en grupo.

Cada prueba prevé una carga lectiva por estudiante de ocho horas (no presenciales) y un tiempo estimado de dos horas para discusión de resultados. Debe añadirse una hora adicional (presencial) destinada a la realización del *test* sobre el ejercicio. Como la asignatura tiene una asignación de 6 créditos (60 horas presenciales y, según regla de nuestra universidad, 60 horas no presenciales) la prueba equivale a un 11% del tiempo total disponible en la asignatura. Con objeto de fomentar la dedicación se decide premiar la prueba otorgándole una calificación de 1,5 puntos (15% de la nota total). Puesto que se realizan

dos pruebas en el cuatrimestre, en esta actividad el estudiante obtiene el 30% de la calificación de la asignatura.

Un aspecto clave del éxito de la experiencia es que el estudiante sepa con antelación la forma de puntuación y los aspectos que primarán la calificación. A tal efecto se les suministra una rúbrica de evaluación (en su defecto, se indican en el propio enunciado los conceptos que serán tenidos en cuenta y cómo serán ponderados). Ello le permite acostumbrarse a la auto-evaluación o a la evaluación por pares.

La calificación total de cada prueba se determina otorgando un 20% de la nota al ejercicio presentado y un 80% a la puntuación obtenida en el *test*. De esta forma se incentiva la comprensión final del trabajo. La comparativamente elevada puntuación otorgada al *test*, puede ser objeto de desagrado por parte del estudiante que, se involucrará decididamente en la actividad cuando se percate de que el núcleo de la evaluación es su aprendizaje (*“No me interesa lo que has hecho, sino lo que has aprendido”* *“No estoy calificando tu hoja de test, estoy evaluando el trabajo que has tenido que realizar para poder contestar a estas preguntas”* son frases que el estudiante interpreta muy pronto).

3. Resultados obtenidos

Se realizaron las pruebas con dos grupos de estudiantes de la materia, en horarios de mañana y de tarde. A título de ejemplo, en los anexos figura el enunciado del primer ejercicio que fue propuesto en el curso 2006-07 (Anexo 1) así como los ejercicios posteriores, tipo *test*, individual, de ambos grupos (Anexos 2M y 2T). Como se ha indicado, comprenden temas del programa de la asignatura sólo comentados en clase, que deben resolverse a través de una significativa investigación, básicamente en Internet. Muestran una importante componente de desarrollo del sentido crítico, mediante la redacción de resúmenes y conclusiones.

Se solicitó además a los estudiantes que -según un baremo de puntuación comprendido entre 1 “Totalmente en desacuerdo con el concepto” y 5 “Totalmente de acuerdo con el concepto”- puntuaran un conjunto de seis conceptos, véase Tabla 2. Por otra parte, se les pidió también que indicaran el número aproximado de horas que había requerido el trabajo de grupo. Este constituye uno de los datos más valiosos para la futura programación según el ECTS y solamente puede conocerse si se les pregunta. Los estudiantes suelen contestar con honestidad, puesto que también aprenden que declarar más tiempo que el empleado denota menor competitividad.

A título de ejemplo, la citada Tabla 2 muestra los resultados que se obtuvieron el pasado curso 2005-06, cuya inspección brinda una buena fuente de conclusiones para la mejora continuada de la experiencia. Sin embargo, hay resultados que, por ahora no se han podido cuantificar por requerir de criterios de calidad aun no establecidos. Así podrían destacarse los siguientes:

- El escalonamiento de la carga docente a lo largo del cuatrimestre y la obligación de completar tareas en plazos determinados consigue que el estudiante trabaje de una manera más metódica y continuada.
- La importante calificación que se otorga a las dos pruebas de Actividades Complementarias, consigue que el estudiante vea una forma de preparar la asignatura que desplaza el centro de la calificación desde los exámenes tradicionales, hacia actividades que puede realizar de una manera más relajada y que además mejoran su perfil profesional.

- El estudiante aprende enseguida los beneficios del trabajo en grupo que, repercute incluso en la clase presencial.
- Se constata una importante mejora en el clima de la clase, de la confianza en el profesor, así como del rendimiento académico.

Concepto	1ª Prueba		2ª Prueba	
	Gr. M	Gr. T	Gr. M	Gr. T
Preguntas de la encuesta				
He aprendido términos técnicos en inglés	3,83	3,75	4,00	3,22
El trabajo me ha ayudado a entender algunos conceptos	3,58	2,46	4,13	3,00
El trabajo me ha dado información sobre temas que desconocía	3,78	2,83	3,88	3,28
El trabajo me ha ayudado a trabajar en equipo	3,44	3,83	3,50	3,50
El trabajo me ha servido para desarrollar técnicas de gestión de la información	4,10	3,58	3,31	2,83
1ª Prueba: Ha aumentado mi interés por el tema del trabajo 2ª Prueba: He visto que me faltan conocimientos de Electrónica de Potencia o Teoría de Circuitos	4,00	4,04	2,81	3,17
Número de estudiantes	35	23	30	19
Número de horas empleado, declarado por estudiante	8,9	8,6	6,7	7,8
Calificación media obtenida	5,4	5,7	7,1	6,9

Tabla 2. Resultados de las pruebas. Curso 2005-06

4. Conclusiones

Con el principal objetivo de incrementar la adquisición de competencias genéricas de los estudiantes, se ha presentado una experiencia realizada en una asignatura tecnológica de ingeniería. Consiste en una actividad de aprendizaje activo, planificada basándose en las TIC -ámbito en el que el estudiante opera con gran seguridad- por lo que se ha conseguido aumentar la motivación de los alumnos por la asignatura y, como consecuencia, se ha elevado notablemente el rendimiento académico.

Un aspecto clave del éxito de la experiencia es que el estudiante sepa con antelación la forma de puntuación y los aspectos que primarán la calificación. La meticulosa planificación de la asignatura, la cuidada medida de la evaluación y la información suministrada al estudiante han sido decisivos para alcanzar los Resultados de Aprendizaje de la asignatura

El procedimiento ha representado un coste razonable de carga docente para el profesor. Sin embargo, lo que es más importante es que el tiempo empleado se ha invertido principalmente en las tareas creativas de planificación y preparación del ejercicio, reduciéndose el correspondiente a las tareas poco gratificantes de calificación.

Al notable aumento de rendimiento académico obtenido, se une la mejora del ambiente de trabajo en el aula. Sin embargo su mayor beneficio reside en que se trata de una actividad claramente orientada hacia

el modelo educativo basado en el aprendizaje y, en consecuencia útil para la integración en el EEES. Todo ello estimula la continuación del trabajo para el perfeccionamiento de la experiencia.

Referencias

- [1] *Designing and Teaching a Course. Stanford University Newsletter on Teaching*, Vol.9, N° 2 (1998).
- [2] *Capturing and Directing the Motivation to Learn. Stanford Univ. Newsletter on Teaching*, Vol.10, N° 1, (1998).
- [3] S.Enemark. *Building the Competences of the Future. Designing and Implementing a New Curricula in Surveying at Aalborg University, Denmark. 3rd FIG Regional Conference. Jakarta, Indonesia (2004).*
- [4] J.González y R.Wagenaar, *Tuning Educational Structures in Europe*, Informe Final Fase Uno, Universidad de Deusto (2003). <http://tuning.unideusto.org/tuningeu/>
- [5] Accreditation Board Engineering and Technology (ABET), <http://www.abet.org/>
- [6] *CDIO Syllabus Report*, Massachusetts Institute of Technology (2001).



REALIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo conviene que sea realizado **en grupos de dos estudiantes**. El documento a presentar será individual y debe contener todos los conceptos especificados como **(ENTREGABLE)** así como el correspondiente a la tercera parte (este último con indicación de nombres opcional). El día de la entrega se realizará una prueba de tipo test (tiempo aproximado 45 minutos) que deberá ser contestada **individualmente**.

Dicha prueba se llevará a cabo el día 11 de octubre (a las 10.00. para el grupo mañana y a las 19.00 para el grupo tarde). En la prueba podrá consultarse toda la documentación generada para el trabajo.

Para la evaluación del trabajo se asignará un peso del 20% al documento presentado y un 80% a la prueba tipo test.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Primera parte

Entrar en la URL: <http://cnyack.homestead.com/files/afourse/Ortho1.htm>

Realizar las siguientes operaciones, e **imprimir las figuras que se obtengan**. **(ENTREGABLE)**

1. Applet superior

Caso	horiz gain	n	m
1.a	1.0	1	3
1.b	1.0	3	3
1.c	1.0	2	5

2. Applet central

Caso	horiz gain	n	m
2.a	1.0	1	3
2.b	1.0	3	3
2.c	1.0	2	5

3. Applet inferior

Caso	horiz gain	n	m
3.a	1.0	1	3
3.b	1.0	3	3
3.c	1.0	2	5

Segunda parte

1. Entrar en la Web de la *School of Electrical, Computer and Telecommunications Engineering* de la *University of Wollongong* (Australia)

<http://www.elec.uow.edu.au/research/>

Seleccionar la página *The Power Quality and Reliability Centre*. En la página de dicho centro, bajar la publicación:

[Technical Note No.6 - Voltage Unbalance](#)

Imprimir el documento, leerlo prestando particular atención a los apartados 1 y 2.

2. El documento hace referencia a sistemas trifásicos desequilibrados. Para su comprensión debe conocerse el teorema de Fortescue, relativo a la teoría de componentes simétricas. A tal efecto, una explicación apropiada se encuentra en las diez primeras páginas de la siguiente referencia del Politécnico de Monterrey:

<http://www.mty.itesm.mx/etie/deptos/ie/profesores/sacevedo/cursos/potencia/fallasasimetricas.pdf>

3. También puede consultarse la información del bloque *Three-Phase Sequence Analyzer* de *SimPowerSystems* ; localizarla e imprimirla. **(ENTREGABLE)**

4. Calcular las componentes de secuencia directa, inversa y nula del sistema trifásico definido por las tensiones:

$$\begin{aligned} V_1 &= 220 + 0j \\ V_2 &= -112,67 + 211,91j \\ V_3 &= -107,50 - 186,20j \end{aligned}$$

Comprobar el resultado. **(ENTREGABLE)**

Tercera parte

Nombre

.....

Nombre del compañero con el que ha preparado el trabajo

.....

1. Puntuar las preguntas de la siguiente tabla, de acuerdo con el siguiente baremo:

1	Totalmente en desacuerdo con el concepto
2	Bastante en desacuerdo con el concepto
3	Neutra (ni sí, ni no)
4	Bastante de acuerdo con el concepto
5	Totalmente de acuerdo con el concepto

CONCEPTO	PUNTUACIÓN
He aprendido términos técnicos en inglés	
El trabajo ha representado una nueva situación para mí (no había realizado antes un trabajo parecido)	
El trabajo me ha ayudado a trabajar en equipo	
El trabajo me ha servido para desarrollar técnicas de gestión de la información	
El trabajo me ha servido para generar nuevas ideas	
Ha aumentado mi interés por el tema del trabajo	

2. Indicar el número aproximado de horas que ha dedicado a la realización del trabajo.

.....



Contestar en esta hoja, que deberá entregarse.

Nombre

Tiempo para el ejercicio: 40 minutos

Primera parte

A. Considerando el caso 1.a y suponiendo que $n=1$ corresponde a una componente de 50 Hz. ¿qué función representa la curva que delimita el área marcada en rojo?

B1. ¿En cuales de los 9 casos no es nulo el valor del área marcada en rojo?

.....

B2. En los casos indicados en B1 ¿cuánto vale la componente continua? (marcar la respuesta).

- a. $\frac{1}{2}$
- b. π
- c. 2
- d. No puede saberse con exactitud, pues depende de la escala de amplitud.

Segunda parte

C. Calcular la relación entre las componentes de las secuencias negativa y positiva de la tensión en el caso correspondiente al apartado 4.

$\text{-----} \cdot 100 = \text{-----} (\%)$

D. Utilizando las tensiones de fase del apartado 4, aplicar la definición IEC para cálculo del Factor de Desequilibrio de Tensión (*VUF: Voltage Unbalance Factor*)

$\beta =$
 $VUF = \text{-----} (\%)$

E. Según recomendación de NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), si con un factor de desequilibrio del 3,4% un motor debe poder desarrollar una potencia de 20 kW ¿cuál debiera ser su mínima potencia nominal?

$\text{-----} (\text{kW})$



Contestar en esta hoja, que deberá entregarse.

Nombre

Tiempo para el ejercicio: 40 minutos

Primera parte

A. Considerando el caso 1.a y suponiendo que n=1 corresponde a una componente de 50 Hz. ¿qué función representa la curva que delimita el área marcada en rojo?

[Empty box for answer A]

B1. ¿En cuales de los 9 casos no es nulo el valor del área marcada en rojo?

.....

B2. En los casos indicados en B1 ¿cuánto vale la componente continua? (marcar la respuesta).

- e. 1/2
- f. π
- g. 2
- h. No puede saberse con exactitud, pues depende de la escala de amplitud.

Segunda parte

C. Calcular la relación entre las componentes de las secuencias negativa y positiva de la tensión en el caso correspondiente al apartado 4.

_____ .100 = (%)

D. Utilizando las tensiones de fase del apartado 4, aplicar la definición NEMA (National Electrical Manufacturers Association) para cálculo del Desequilibrio de Tensión.

Mean of {V_a, V_b, V_c} = (V)

Voltage Unbalance = (%)

E. Explicar en qué condiciones se anula la secuencia cero e indicar dos razones, por lo menos, que impidan que esas condiciones se verifiquen en la práctica.

.....
.....
.....
.....