

METODOLOGÍA INTEGRAL DE APRENDIZAJE EN TEORÍA DE CIRCUITOS

ÁNGEL LUIS TRIGO GARCÍA, MANUEL BURGOS PAYÁN,
MARIO JAVIER DURÁN MARTÍNEZ, ALEJANDRO MARANO MARCOLINI,
JUAN MANUEL MAURICIO, SERGIO CEBALLOS, ESTHER ROMERO RAMOS,
JESÚS RIQUELME SANTOS, JOSÉ ANTONIO ROSENDO MACIAS, JOSÉ LUIS MARTÍNEZ RAMOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

RESUMEN

Se describe un trabajo de innovación educativa basado en la utilización de varias técnicas docentes que complementan a la metodología tradicional existente, para generar una metodología integral en el aprendizaje de Teoría de Circuitos. Se propone una innovación docente desde el punto de vista de la adquisición de competencias orientada al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Descriptores: Teoría de Circuitos, Metodología integral, EEES.

ABSTRACT

A novel integrated methodology of teaching of Theory of Circuits based on the use of a few techniques that complement the traditional way is presented. The experience is focused on the student's skill acquisition, looking toward the European Higher Education Area (EHEA).

Key words: Theory of circuits, integrated methodology, EHEA.

1. INTRODUCCIÓN

La situación actual de la enseñanza universitaria que presenta una serie de carencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ésta afecta con mayor intensidad a las enseñanzas técnicas, especialmente en los primeros cursos de Ingeniería (Domnisoru, 2005- McInerny y otros, 1999). A esta situación se suma la futura implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Joint Declaration of the European Ministres of Education, 1999), que conllevará no sólo un cambio en las estructuras sino una modificación en la orientación docente. El nuevo EEES potencia la movilidad y empleabilidad promoviendo programas conjuntos, una arquitectura común de los títulos y un cambio en los aspectos metodológicos y pedagógicos (Joint Declaration of the European Ministres of Education, 1999).

Partiendo de esta realidad, se hace patente la necesidad de la innovación docente que palien estas dificultades (Domnisoru, 2005- McInerny y otros, 1999) y, por otra parte, prepare las metodologías de forma compatible con el EEES (Joint Declaration of the European Ministres of Education, 1999-Comisión Europea, 2005). El presente trabajo propone una metodología integral que cumpla ese doble objetivo: la mejora de la calidad docente, en el corto plazo, y la transición hacia el nuevo espacio de educación, en el medio plazo. La propuesta se engloba dentro de una línea de innovación docente que pretende integrar distintas técnicas en el proceso de aprendizaje en las enseñanzas técnicas (Durán, 2005) potenciando la adquisición de competencias tanto puramente técnicas como transversales. Esta metodología ha sido implementada en las asignaturas de Teoría de Circuitos de primer curso de Ingeniería de Telecomunicaciones y de segundo curso de Ingeniería Industrial que se imparten en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla. La evaluación de la experiencia se ha realizado desde una doble vertiente:

- Las competencias potenciadas con la implantación de las distintas técnicas docentes
- La opinión de los alumnos de la asignatura mediante el reparto de cuestionarios cualitativos

Los resultados validan la utilidad de la presente propuesta que aumenta la satisfacción del estudiante y prepara la metodología docente para su transición al EEES.

2. LA ASIGNATURA DE TEORÍA DE CIRCUITOS

La innovación se centra en dos de las asignaturas de Teoría de Circuitos que imparte el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla en la

Escuela Técnica Superior de Ingeniería, concretamente en las titulaciones de:

- Ingeniería Industrial. Asignatura de segundo curso en el primer cuatrimestre, con 7.5 créditos
- Ingeniería de Telecomunicación. Asignatura de primer curso en el segundo cuatrimestre, con 6 créditos.

Ambas asignaturas presentan programas muy similares en cuanto al número de temas, estructura y organización de la asignatura, siendo el grupo de profesores que se encarga de impartirlas el mismo.

El programa de la asignatura se estructura en cuatro grandes bloques teóricos, además, de las prácticas de laboratorio. En Tabla I se presenta la estructura del temario correspondiente a cada bloque. Al lado de los temas aparece una estimación del número de horas dedicadas a la teoría y a los problemas.

Los cuatro bloques fundamentales se organizan de forma que cada bloque amplía o contiene los conceptos de los anteriores. Cada bloque, a su vez, también se estructura en un orden jerárquico de contenidos conceptuales, donde unos conceptos se apoyan en los anteriores.

El trabajo de laboratorio complementa al realizado en las clases dando una visión más realista de los modelos teóricos. Las prácticas están diseñadas para que los alumnos tengan una primera toma de contacto con los distintos elementos constitutivos de los circuitos, con los aparatos de medida y puedan constatar los fenómenos que en clase se les están presentando.

Ambas asignaturas de Teoría de Circuitos se imparte por varios profesores en los distintos grupos. Además, cada grupo tiene asociado dos profesores, uno dedicado a la teoría y otro a los problemas. En cada grupo el profesor de problemas y el de teoría tienen que realizar un trabajo paralelo y entre los distintos grupos se tiene que mantener el mismo ritmo de las clases. Esta situación hace que el grado de coordinación sea elevado.

La rigidez en cuanto a organización de las asignaturas hace que sea bastante complicado llevar a cabo cualquier experiencia de innovación docente. Para poder desarrollar el trabajo de innovación, se decide eliminar esta restricción, haciendo que sea el mismo profesor el que se encargue de la teoría y los problemas (un único profesor para cada grupo). Este hecho proporciona la autonomía necesaria para poder realizar las actividades en la metodología propuesta.

Tabla I. Estructura en temas del programa de Teoría de Circuitos.

Tema	Teoría (horas)		Problemas (horas)	
	I.I.	I.T.	I.I.	I.T.
Elementos y análisis básicos de circuitos				
I. Introducción a la Teoría de Circuitos.	2	2	1	1
II. Circuitos resistivos con generadores ideales.	3	3	2	2
III. Fuentes reales.	3	3	2	1.5
IV. Ecuaciones de nudos y mallas para circuitos resistivos.	4	3	2	1
V. Componentes activos de dos puertas.	3	3	2	1
VI. Componentes pasivos dinámicos.	2	2	0	0
Régimen permanente de continua y alterna. Técnicas de análisis				
VII. Formas de ondas y respuestas de circuitos dinámicos.	2	1	1	1
VIII. Circuitos en régimen estacionario de continua.	3	3	2	2
IX. Circuitos en régimen estacionario sinusoidal.	4	3	3	2
X. Potencia y energía en régimen estacionario sinusoidal.	4	3	3	2
XI. Acoplamiento magnético en régimen estacionario sinusoidal.	3	2	2	1
Circuitos trifásicos				
XII. Circuitos trifásicos.	7	5	3	3
Análisis de transitorios				
XIII. Transitorios en circuitos de primer y segundo orden.	3	3	2	2
Trabajos Complementarios: Prácticas de Laboratorio				
1. Equivalente Thévenin de un circuito.	-	-	1	1.5
2. Principio de Superposición en alterna.	-	-	2	1.5
3. Transitorios en circuitos de primer y segundo.	-	-	2	1.5
4. El Sistema Eléctrico.	-	-	2	-

3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

3.1. Objetivos

El objetivo planteado en la experiencia es el refuerzo del proceso de enseñanza-aprendizaje y la potenciación de la adquisición de competencias, tanto específicas como transversales. Para ello se complementa la metodología tradicional con técnicas adicionales, creando un proceso integral de enseñanza-aprendizaje. La opción de respetar la metodología tradicional permite realizar experiencias satélites innovadoras.

Por otra parte, se pretende que la actividad favorezca la adecuación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) involucrando aún más al alumno en su

propio proceso de aprendizaje. El esquema que se propone en el trabajo realizado es el que se muestra en la Figura. 1.



Figura 1. Esquema de la metodología propuesta

3.2. Metodología tradicional

Las asignaturas se imparten en los primeros cursos, por lo que el número de estudiantes matriculados se sitúa en una horquilla de 350-400 estudiantes. Esto hace que el número de personas en el aula sea alto. A esta dificultad hay que sumarle otras cuestiones importantes que condicionan el proceso de enseñanza-aprendizaje en los primeros cursos. Por un lado, el alumno suele presentar una falta de base académica sólida sobre la cual empezar a construir, además, el grado de madurez que presentan estos estudiantes limita el proceso en cuanto a autonomía e independencia, hábitos de estudio, etc. Por otro, las asignaturas que se encuentran en los primeros cursos son básicas y con poco contenido tecnológico, al contrario de lo que se necesitaría para estimular y motivar más a un alumno recién incorporado al mundo universitario.

Debido a estas circunstancias, que suelen repetirse en las titulaciones técnicas y en particular en las titulaciones objetos de la experiencia, la metodología que se utiliza en la asignatura de Teoría de Circuitos tiene como base las técnicas expositivas en pizarra, tanto para los contenidos teóricos como para los problemas. La presentación de cada tema la realiza el profesor en la pizarra desarrollando los contenidos del temario en clases magistrales. El apoyo a la teoría se realiza mediante la resolución de problemas tipo en clase, que también se resuelven por parte del profesor en la pizarra.

El material de apoyo con el que cuentan los alumnos es un libro de problemas tipo resueltos, elaborado por profesores de la asignatura, los exámenes de convocatorias anteriores, también resueltos, y la bibliografía recomendada.

Una tendencia muy extendida en experiencias de innovación suele ser la de plantear visiones revolucionarias que propongan alternativas radicales a las existentes. En este caso, en particular, se ha apostado por mantener la metodología actual y realizar acciones que la complementen.

Para plantear las actividades a llevar a cabo se realiza un análisis previo del proceso y el método, así como de los materiales de apoyo y del trabajo en el laboratorio. Este trabajo preliminar marca las actuaciones a seguir, que se plantean desde distintas perspectivas pero se aplican de manera conjunta, que se describen a continuación.

3.3. Nuevas tecnologías

Presentaciones proyectadas. Se propone el uso de presentaciones (Figura 2) utilizando herramientas informáticas de proyección, que sustituyan a la pizarra en algunas partes del temario. Al utilizar esta herramienta hay que tener presente que están orientadas a alumnos de primeros cursos, siendo necesario adecuar su uso a su ritmo de adquisición de contenidos y asimilación de conceptos en clase. Estas clases con proyecciones permiten al profesor realizar la presentación del temario de una forma más elaborada, más clara y dinámica. Por otra parte le permite prestar más atención al ritmo de la presentación, a la realimentación que les proporcionan sus alumnos, etcétera, cuestiones que, cuando el profesor tiene que estar escribiendo en la pizarra, puede descuidar. Además, el tener el material previamente elaborado permite que el alumno acceda a él también con anterioridad. La utilización de fotografías, gráficos o imágenes sirven de apoyo visual a una explicación teórica y como elementos de motivación.

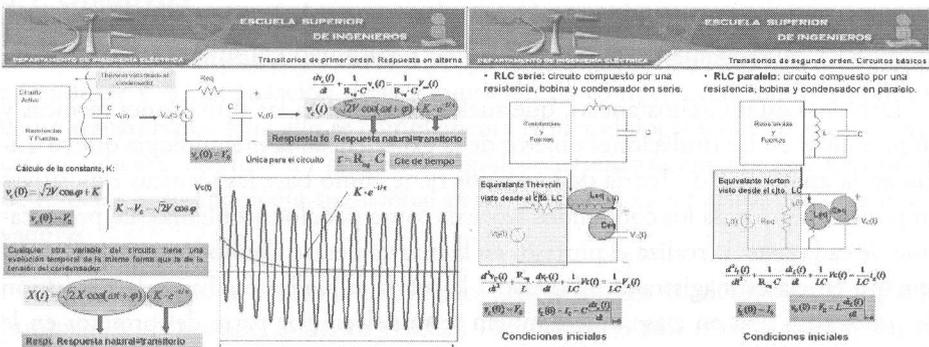


Figura 2. Ejemplo de presentación de un tema en PowerPoint.

Herramientas de simulación. El uso programas de simulación se orienta en dos direcciones. La primera se relaciona con la resolución de problemas y casos reales (Figura 3) que se realizan off-line, mostrándose los resultados obtenidos en presentaciones, en clase, donde se puede observar el fenómeno con mayor claridad. Así, la resolución de problemas no se reduce a la obtención del resultado numérico final, que la mayor parte de las veces resulta poco significativo para el alumno.

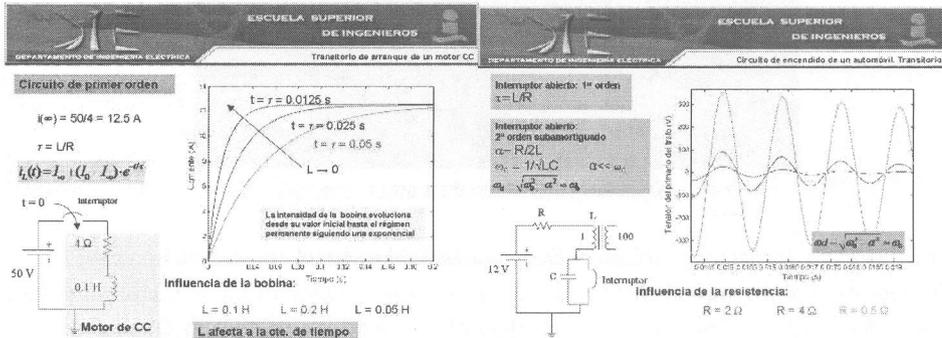


Figura 3. Ejemplo simulación de problemas reales.

Y la segunda, es la implantación de un laboratorio virtual (Figura 4). Una manera de complementar tanto el trabajo de clase como el trabajo de laboratorio es el de proporcionar al alumno la oportunidad de desarrollar un trabajo de simulación.

La práctica consistirá en la utilización de un programa que simula el trabajo en el laboratorio, en una sesión de hora y media de duración (el programa se pone previamente a disposición del alumno para que practique con él cuando lo desee) en la que se realiza el mismo trabajo que posteriormente se desarrollará en el laboratorio, de forma que las simulaciones sirven como “entrenamiento” para el manejo directo de los equipos. Se fomentan además las actitudes creativas puesto que se permite a los alumnos experimentar con el laboratorio virtual y obtener conclusiones de los resultados, relacionándolos con las explicaciones teóricas.

El objetivo de esta técnica es que el alumno se enfrente a herramientas que pueden resultar muy útiles para mejorar la visualización de los fenómenos y para acercar al alumno a situaciones reales. Además, resulta de gran valor formativo el hecho de que el alumno comprenda las diferencias y limitaciones de los contenidos teóricos, simulados y experimentales. La utilización de paquetes de simulación es común en

el trabajo que realizan los ingenieros y el hecho que desde los primeros cursos los alumnos se enfrenten a estas prácticas garantiza una mejor respuesta a la incorporación al mundo laboral.

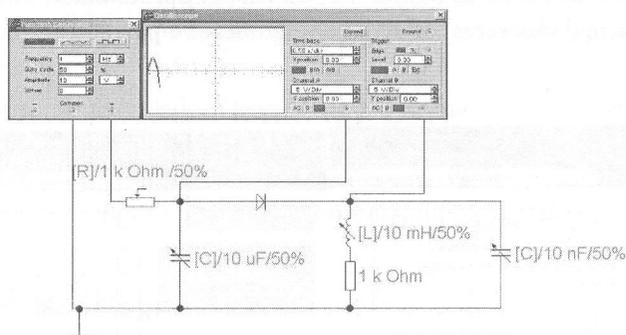


Figura 4. Ejemplo de laboratorio virtual.

3.4. Nuevas metodologías

Visitas a empresas e instalaciones. Se pretende acercar al estudiante al mundo real. La relación de las materias que se estudian en los primeros cursos con el mundo laboral es difícil de ver para los alumnos. En unos estudios técnicos esta relación es necesaria para la motivación del alumno. El tener esto presente permite una visión global de la ingeniería, aunque se empiece a estudiar sus fundamentos más teóricos.

Una forma de poder ofertar al alumno esta perspectiva es darle la posibilidad de visitas a empresas e instalaciones industriales (Figura 5), en principio destinadas a cursos superiores. El contacto directo con el mundo laboral, que en un futuro no muy lejano será su realidad, resulta muy atractivo porque refuerzan y amplían conceptos, además de llegar a comprender mejor el por qué de algunos contenidos del temario.

Grupos de trabajo. Se ofrece la oportunidad de crear grupos de trabajo tutelados por los profesores de la asignatura. Cada uno formado por 3 o 4 alumnos. El objetivo es facilitar y estructurar el proceso de estudio-aprendizaje del alumno, así como potenciar el trabajo en equipo y la adquisición de ciertas competencias generales que posteriormente se analizarán.

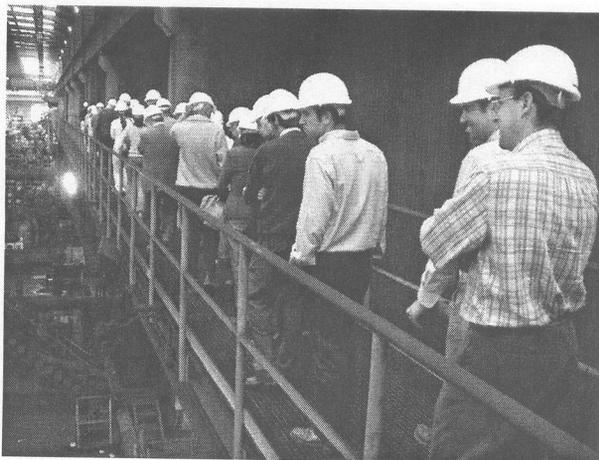


Figura 5. Visita a una instalación industrial.

La idea consiste en aprovechar las estructuras que, de forma natural, aparecen entre los estudiantes. La mejora consiste en que se les brinda la oportunidad de que su trabajo sea supervisado por el profesor. Inicialmente, se trata de que sean los propios alumnos los que realicen la propuesta a seguir, marcando el ritmo que el grupo estime oportuno. Existe un libro de ejercicios resueltos de la asignatura que los agrupa de forma temática y contiene una colección de ejercicios propuestos. Además, existe una colección de exámenes resueltos de los últimos años. Los apuntes de clase y la bibliografía recomendada se suma a las colecciones de problemas completando así un material que está a disposición del alumno. Esto hace que los estudiantes puedan empezar a trabajar desde el inicio del curso de forma autónoma.

La supervisión del trabajo se realiza por parte del profesor en las tutorías conjuntas para el grupo. Éstas serán a demanda del grupo. Si por parte de los profesores tutores se observa que el ritmo de un grupo no es adecuado deberán plantear una solución, ya sea orientando en la elección de ejercicios, en el ritmo de asimilación de conceptos, en técnicas de estudio o resolución de dudas.

Lo deseable en una sesión de tutoría de un grupo es que no se convierta en una clase más, con una mesa de por medio. Se tiene que establecer una dinámica donde los estudiantes adquieran un papel activo y sea el grupo el que se exprese al plantear las dudas y proponga soluciones que se discutirán entre todos, con el enriquecimiento que esto supone para el aprendizaje. El profesor deberá fomentar esta dinámica.

Los grupos de trabajo, además, ayudan a los alumnos de primer curso a enfocar de forma correcta las asignaturas y adquirir una adecuada metodología de estudio.

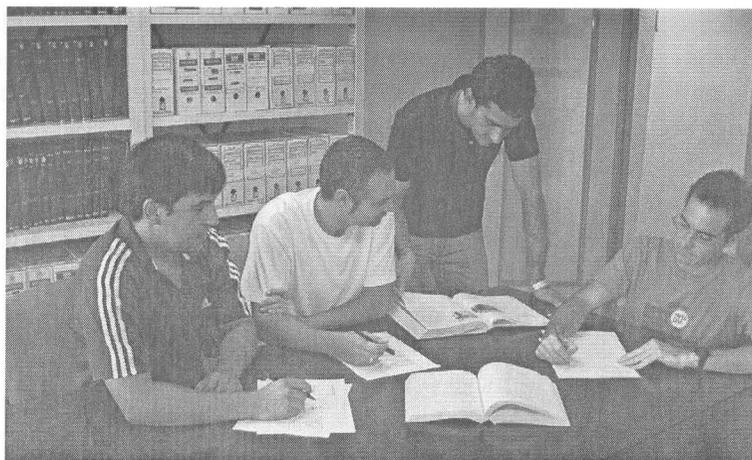


Figura 6. Reunión de un grupo de trabajo.

Esta forma de trabajo introduce al alumno al aprendizaje basado en problemas o proyectos, que puede ser gran utilidad cuando se implante el crédito europeo.

3.5. Calidad docente

Se apuesta por la figura de un docente más cercano al alumno para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, potenciando la motivación y el aprendizaje significativo. Por lo tanto, se ofrece la figura de unos profesores con ciertas características tales como dominio de la materia, accesibilidad, explicación clara de los contenidos y fomento de la participación. Es necesario que el docente se involucre en el aprendizaje de sus alumnos y no sea un mero transmisor de conocimientos y contenidos, que pueden estar al alcance de cualquier estudiante en los libros.

El docente debería ser un buen orador y comunicador. Esta es una característica muy importante cuando se utilizan técnicas expositivas. El profesor tiene que tener la capacidad de transmitir los conocimientos de forma clara y concreta, de mantener una expectativa en la clase, de resaltar los aspectos más relevantes de cada parte del temario, etcétera.

La relación entre el profesor y los alumnos en clase debe ser buena para que se establezca una comunicación fluida en ambos sentidos. Este proceso garantiza que la información llegue de manera adecuada al estudiante y que exista una realimentación, que es fundamental para que el profesor evalúe el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.6. Internet

Página Web. Se pone a disposición del alumno una web de la asignatura (Figura 7). En ella disponen de información general, referente al programa, estructura, profesores, horarios, etcétera. Además, también tienen acceso a distinto material docente, como las presentaciones de los temas, y al material que van a trabajar en el laboratorio. Desde la página se puede dar el salto a enlaces de interés.



Figura 7. Página web de la asignatura de Teoría de Circuitos. (2º Ing. Industrial)

Foro. La asignatura posee un foro donde los alumnos pueden plantear dudas relativas a la asignatura y resolverlas entre ellos (S. Bermejo, 2005). Esto favorece un proceso de comunicación en torno a la asignatura que potencia competencias específicas y generales.

Tutorías on-line: También se ofrece la posibilidad de realizar tutorías on-line. Mediante la utilización de herramientas informáticas de chat y unas tabletas digitalizadas que permiten escribir a mano alzada (necesario para la resolución de dudas en Teoría de Circuitos), se pueden realizar sesiones de tutorías on-line. Esto le proporciona al alumno una consulta en tiempo real sin necesidad de tener que trasladarse al despacho del profesor.

Estas actividades, al igual que las simulaciones anteriormente explicadas, resultan motivantes para el alumno que utiliza nuevas tecnologías a las que está habituado. Los alumnos que actualmente cursan la asignatura tienen ciertas deficiencias en contenidos teóricos tales como las matemáticas (por ejemplo presentan problemas para operar con números complejos), pero tienen soltura en el uso de las nuevas tecnologías (en el laboratorio virtual manejan el programa con soltura a pesar de ser la primera vez que lo utilizan).

Las herramientas propuestas pretenden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje complementando una metodología tradicional, expositiva, que en los primeros cursos de las enseñanzas técnicas encuentra difícil alternativa. El hecho de que el alumno tenga diversas herramientas a su disposición para la búsqueda de información y el estudio le proporciona una adquisición de competencias, ya no solo específicas sino también generales, que son tan importantes en el proceso de aprendizaje, como se pone de manifiesto en la nueva filosofía del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para analizar la metodología propuesta se estudian las competencias que son potenciadas y se realiza un análisis cualitativo de la propuesta.

4.1. Competencias potenciadas por la metodología propuesta

El término competencia pretende incluir tanto conocimientos como contenidos actitudinales y procedimentales. Las competencias pueden ser a su vez clasificadas en competencias generales (comunes a todas las áreas de conocimiento) y específicas de una determinada titulación o asignatura.

Las competencias generales que se fomentan en la experiencia se muestran en la Tabla II. Ésta presenta las competencias por filas y las actividades por columnas (NT, Nuevas Tecnologías; NM, Nuevas Metodologías; CD, Calidad Docente; I, Internet). Las competencias generales se estructuran en instrumentales (herramientas para el aprendizaje y la formación), sistémicas (relacionadas con la visión de conjunto y la capacidad de gestionar adecuadamente la totalidad de la actuación) e interpersonales (capacidades que permiten mantener una buena relación social con los demás.). La Tabla III presenta las competencias específicas (filas) frente a la metodología propuesta (columnas). Las dos tablas dan una idea de las posibles mejoras que se pueden introducir en el proceso de enseñanza-aprendizaje como consecuencia de la implantación de la metodología propuesta.

Tabla II. Relación entre competencias genéricas y actividades de la metodología propuesta (no incluidas en la metodología tradicional).

Competencias generales		NT	NM	CD	I
Competencias instrumentales	Organización del tiempo		x		
	Estrategias de aprendizaje		x	x	x
	Resolución de problemas	x	x	x	x
	Toma de decisiones		x		
	Planificación		x		
	Uso computadores	x			x
	Gestión de bases de datos		x		x
	Comunicación verbal		x	x	
	Comunicación escrita				x
	Manejo idiomas extranjeros				x
Competencias sistémicas	Creatividad	x			
	Espíritu emprendedor	x			x
	Capacidad Innovadora	x			
	Gestión por objetivos		x		
	Consideración personalizada			x	
	Estimulación Intelectual	x	x	x	x
	Orientación al logro	x	x		
	Responsabilidad		x	x	
Competencias interpersonales	Autoconfianza	x	x	x	
	Automotivación	x			x
	Resistencia/adaptación al entorno		x		x
	Sentido Ético			x	
	Diversidad y multiculturalidad		x		
	Comunicación interpersonal		x	x	x
	Trabajo en equipo		x		
	Tratamiento de conflictos		x	x	
	Negociación			x	
	Flexibilidad		x		x

Las Tablas II y III ponen de manifiesto que todas las competencias expuestas son potenciadas, en mayor o menor grado, por alguna de las actividades realizadas. Esto demuestra que las actividades son complementarias a la metodología tradicional en la formación del alumno. Actividades tales como los grupos de trabajo (NM) potencian la mayoría de competencias genéricas, mientras que la inclusión del laboratorio virtual (NT) y las herramientas basadas en Internet (I) potencian, en mayor grado, las competencias específicas. Asimismo, existen competencias que son favorecidas por todas las actividades, tales como la estimulación intelectual o la capacidad para implementar buenas prácticas científicas. Otras únicamente son fomentadas por una de las actividades. Pero no se trata que todas las actividades cubran todas las competencias, si no que el espacio de competencias esté cubierto en su totalidad,

Tabla III. Relación entre competencias específicas y actividades de la metodología propuesta (no incluidas en la metodología tradicional).

Competencias específicas	NT	NM	CD	I
Capacidad para demostrar <i>comprensión</i> y conocimiento de los hechos, conceptos, principios y teorías esenciales relacionadas con los contenidos de la asignatura	x		x	x
Capacidad para <i>aplicar</i> tales conocimientos a la comprensión y la solución de problemas cualitativos y cuantitativos del entorno cotidiano	x			
Habilidades en la <i>evaluación, interpretación y síntesis</i> de información				x
Capacidad para reconocer e implementar las <i>buenas prácticas</i> científicas	x	x	x	x
Habilidades para <i>presentar</i> material científico y argumentos a una audiencia informada, tanto en forma oral como escrita.		x	x	x
Habilidades en manejo de <i>computadores</i> y procesamiento de datos e información eléctrica	x			x
Habilidades de <i>cálculo numérico</i> , incluyendo aspectos como análisis de errores, estimaciones de órdenes de magnitud y correcto uso de unidades de medida	x			
Habilidades para <i>obtención de información</i> , tanto de fuentes primarias como secundarias, incluyendo la obtención de información on-line				x
Capacidad para <i>interpretar datos</i> derivados de las observaciones y medidas de <i>laboratorio</i> en términos de su importancia y para relacionarlos con teorías apropiadas	x		x	

como pone de manifiesto el análisis anterior. Dentro de las competencias menos favorecidas, algunas son ya reforzadas por la metodología tradicional, como es el caso de planificación, comunicación escrita o habilidades de cálculo numérico. El análisis por competencias permite al docente reflexionar sobre los puntos fuertes y débiles de la práctica docente, siendo de gran utilidad para el diseño curricular.

4.2. Análisis cualitativo

Para completar el análisis se suministró un test cualitativo a los alumnos implicados en la experiencia. El proceso de realimentación es de gran importancia porque hace que el análisis no se haga en bucle abierto, es decir, no se base únicamente en lo que piense el profesor o conjunto de docentes, sino que tiene en cuenta la impresión del alumno. El test suministrado está basado en el SEEQ (Student Evaluation of Educational Quality) (SEEQ, 2004) e incluye cuestiones relativas a la motivación, actitudes cooperativas, rol activo, actitudes creativas, aprendizaje por descubrimiento, metodología, y comprensión (Durán, 2005) Cada uno de los ítems del cuestionario se puntuaba de 1 a 9, indicando 1 totalmente en desacuerdo y 9 totalmente

de acuerdo. Los resultados se muestran en la Tabla IV, en la que se indica el valor de las medias de las puntuaciones otorgadas por los alumnos, para cada una de las dimensiones consideradas.

Se observa que las dimensiones que obtienen una mejor evaluación de los estudiantes son la motivación, cooperación, y rol activo. La percepción de estas dimensiones de forma positiva es coherente con el análisis previo, que hace que las actividades propuestas mejoren las competencias generales (y de forma concreta las interpersonales). El resultado global de 7.1 indica, así mismo, una aceptación general positiva de la nueva metodología.

Tabla IV. Resultados del test cualitativo que mide la impresión de los alumnos en distintas dimensiones.

Test cualitativo puntuado de 1 a 9		
1	Motivación	6.8
2	Cooperación	7.7
3	Rol activo	7.5
4	Creatividad	6.1
5	Aprendizaje por descubrimiento	6.3
6	Comprensión	6
7	Adecuación de la metodología	6.5
8	Impresión global	7.1

5. CONCLUSIONES

La experiencia parte de un concepto global del proceso de enseñanza que integra distintas técnicas docentes para reforzar la comprensión de los conceptos relativos a la asignatura, potenciando, a la vez, competencias transversales. Se da más protagonismo al alumno, dotándole de mayor número de herramientas para el aprendizaje. Las distintas actividades complementan el enfoque tradicional, resultando una metodología final que, en mayor o menor grado, potencia las competencias más importantes, tanto genéricas como específicas. La aceptación general por parte de los alumnos es buena, como lo demuestra el análisis cualitativo realizado con cuestionarios específicos, resultando especialmente reforzada la motivación, las actitudes cooperativas y el rol activo.

La actividad propuesta está en línea con las nuevas tendencias educativas centradas en el alumno y que promueven competencias transversales que son de gran importancia para el futuro profesional de la ingeniería. La transición al EEES se puede hacer realizando la conversión a créditos europeos (ECTS) pero respetando todas las actividades propuestas e incluyendo algunas de estas actividades (por ejemplo los grupos de trabajo o el laboratorio virtual) en el cómputo de horas de trabajo del alumno.

La metodología propuesta no requiere recursos espaciales, temporales, ni económicos adicionales, aunque sí supone una mayor carga de trabajo para los docentes, por lo que es fácilmente extrapolable a otras asignaturas.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla por su apoyo al proyecto “Metodología integral de aprendizaje en Teoría de Circuitos” en la Convocatoria de Ayuda a la Docencia para la Innovación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- DOMNISORU, C. (Feb 2005). *Using MATHCAD in teaching power engineering*. *IEEE Transactions on Education*, 48, 1, 157-161.
- NEHRIR, M.H., FATEHI, F., GEREZ, V. (May 1995). *Computer modeling for enhancing instruction of electric machinery*. *IEEE Transactions on Education*, 38, 2, 166-170.
- JURADO, F., ACERO, N., CARPIO, J., CASTRO, M. (Oct. 2000). *Using various computer tools in electrical transients studies*. *30th Annual Frontiers in Education Conference, 2000. FIE 2000*, 2, F4E/17-F4E/22.
- MCINERNY, S.A., STERN, H.P., HASKEW, T.A. (Nov. 1999), *Applications of dynamic data analysis: a multidisciplinary laboratory course*, *IEEE Transactions on Education*, 42, 4, 276-280.
- Joint Declaration of the European Ministres of Education (June the 19th 1999) The European Higher Education Area – Bologna Declaration, , Bologna.
- University of Deusto and University of Groningen (2003), *Tuning Educational Structures in Europe*, Final Report Phase One, Edited by Julia González Robert Wagenaar.

University of Deusto and University of Groningen (2005), Tuning Educational Structures in Europe II Universities' contribution to the Bologna Process, Edited by Julia González Robert Wagenaar.

Comisión Europea (2005), Key competences for lifelong learning. Brussels.

M. J. DURÁN, A. L. TRIGO, S. CEBALLOS y J. L. MARTÍNEZ (2005), An Integrated Teaching Metodology for Undergraduate Level Courses. ICECE, Madrid 2005.

S. BERMEJO (February 2005), "Cooperative Electronic Learning in Virtual Laboratories through Forums". *IEEE Trans. on Education*, 48, 1, 140-149.

SEEQ Supplementary rating items of laboratory work in science (2004, May 13) [online]. Available: <http://lsn.curtin.edu.au/seeq/sitemap.html>