

APLICACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DOCENTES EN TEORÍA DE CIRCUITOS ORIENTADAS AL EEES

A. L. TRIGO, M. J. DURÁN, *Member, IEEE*, J. C. DEL PINO Y J. L. MARTÍNEZ, *Senior Member, IEEE*

Departamento de Ingeniería Eléctrica. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. España.

Este trabajo propone la aplicación de una serie de técnicas docentes dentro de una metodología integral en el aprendizaje de Teoría de Circuitos en la Universidad de Sevilla. Se apuesta por una innovación docente orientada al EEES, haciendo uso de técnicas poco convencionales en el ámbito de la ingeniería que potencien las competencias transversales además de los contenidos técnicos.

1. Introducción.

En la actualidad existe una situación en la enseñanza universitaria que presenta una serie de carencias en el aprendizaje de los alumnos. Ésta afecta con mayor intensidad a las enseñanzas técnicas, especialmente en los primeros cursos de Ingeniería [1-4]. A esta situación se suma la futura implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [5], 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 [5].

La adaptación en este proceso de convergencia supone un reto para las universidades y una oportunidad histórica para realizar mejoras en las metodologías a utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje. Iniciativas tales como el proyecto *Tuning* [6-7], coordinado por la Universidad de Deusto, están desarrollando herramientas para facilitar el proceso de convergencia y plantean una serie de competencias que es deseable que el alumno obtenga como consecuencia del proceso educativo. El término *competencias* es genérico y engloba conocimientos, habilidades y actitudes tal y como se establece en la propuesta de la comisión europea [8]. El primer paso en la concreción curricular es el establecimiento de los objetivos en términos de competencias deseables.

Partiendo de esta realidad, se hace patente la necesidad de la innovación docente que mejore los problemas existentes en la actualidad [1-4] y por otra parte prepare las metodologías existentes de forma compatible con el EEES [5-8]. El presente trabajo propone una metodología integral que cumpla ese doble objetivo: la mejora de la calidad docente actual 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 [9] potenciando la adquisición de una serie de competencias que incluyen tanto las técnicas como las 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 superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla. La evaluación de la propuesta se ha realizado desde una doble vertiente, analizando por una parte las competencias potenciadas con la implantación de las distintas técnicas docentes y analizando la opinión de los alumnos de la asignatura mediante el reparto de cuestionarios cualitativos. Ambos análisis validan la presente propuesta que aumenta la satisfacción del estudiante y prepara las metodologías existentes para su transición al EEES.

El artículo se estructura de forma que el la sección 2 se describe la estructura del curso tradicional, mientras que la metodología tradicional se detalla en la sección 3. La sección 4 describe la propuesta y la sección 5 la analiza y discute los puntos fuertes y débiles de la misma. La sección 6 finalmente extrae las conclusiones más relevantes.

2. Teoría de Circuitos

En primer lugar, se van a introducir las asignaturas en las que se va a realizar el trabajo de innovación docente.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla se encarga de la docencia de las asignaturas de Teoría de Circuitos, que se imparten en las titulaciones de Ingeniería Industrial, Telecomunicaciones, Química y Aeronáutica que se cursan en la Escuela Superior de Ingenieros. El trabajo realizado se centra en las asignaturas de Teoría de Circuitos de las titulaciones de Ingeniería Industrial y de Telecomunicaciones. Para la Ingeniería Industrial, se trata de una asignatura de segundo curso en el primer cuatrimestre, con 7.5 créditos y para la Ingeniería de Telecomunicaciones, una de primer curso en el segundo cuatrimestre, con 6 créditos.

Ambas asignaturas son muy parecidas en el programa. Comparten el número de temas y el contenido de estos, así como, la estructura y organización de las asignaturas. Además, el grupo de profesores que se encarga de impartirlas es el mismo. La diferencia en créditos es debida a la profundidad que se alcanza en algunas partes del temario y al trabajo que se realiza en el laboratorio. Debido a las similitudes que presentan estas asignaturas, se hablará de ellas como si fueran una sola.

El programa de la asignatura se estructura en cuatro grandes bloques teóricos, además, de las prácticas de laboratorio.

Los grupos temáticos concretos son los siguientes:

I. Elementos fundamentales y análisis de circuitos. Formulaciones matriciales.

- a) Introducción a la Teoría de Circuitos.
- b) Componentes de los circuitos.
- c) Formulaciones matriciales.

II. Régimen permanente de circuitos. Técnicas de análisis.

- a) Formas de ondas y respuesta de circuitos dinámicos.
- b) Circuitos de corriente continua. Régimen permanente.
- c) Circuitos de alterna. Régimen permanente.

III. Circuitos trifásicos.

- a) Circuitos trifásicos.

IV. Análisis de transitorios.

- a) Circuitos de primer orden.
- b) Circuitos de segundo orden.

V. Prácticas de Laboratorio.

- Práctica 1: Equivalente Thévenin.
- Práctica 2: Teorema de Superposición.
- Práctica 3: Transitorios de 1^{er} y 2^o orden.

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 asociado a la teoría y a los problemas. La estimación se corresponde con la asignatura de Ingeniería Industrial.

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

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

3. Metodología tradicional

Debido a que la asignatura se imparte en los primeros cursos y a la inercia en la enseñanza en la universidad, se han utilizado técnicas expositivas tanto para los contenidos teóricos como para los problemas. La presentación de cada tema se realiza en pizarra. El apoyo a la teoría se realiza mediante la resolución de problemas tipo en clase.

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 realista y científica de los elementos y fenómenos de los circuitos. 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.

La asignatura 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 alto entre los distintos profesores.

Las características de la asignatura hacen que sea poco flexible a cambios y bastante complicado llevar a cabo experiencias de innovación docente.

4. Descripción de la metodología propuesta

Debido a las características comentadas en el apartado anterior, para llevar a cabo el trabajo de innovación, se decide que en dos grupos sea un único profesor el que se encargue de la teoría y los problemas (un profesor para cada grupo). Este hecho proporciona la autonomía necesaria para poder realizar algunas de las actividades en la metodología propuesta.

El objetivo planteado es el de respetar la metodología tradicional, complementándola con técnicas adicionales que refuercen el proceso de enseñanza-aprendizaje y potencien la adquisición de competencias transversales. La opción de respetar la metodología tradicional permite realizar experiencias satélites innovadoras a la metodología ya existente. El esquema que se propone en el trabajo realizado es el que se observa en la (Fig. 1).

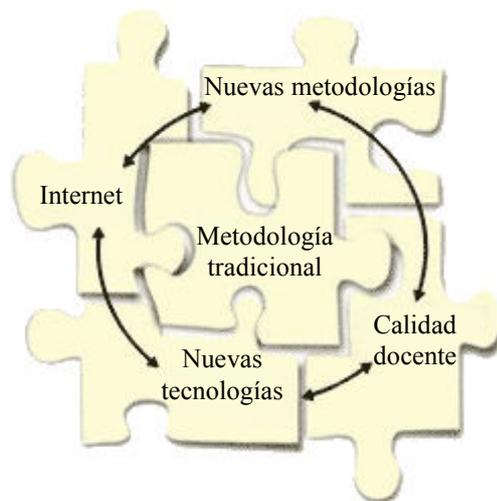


Figura 1: Esquema de la metodología propuesta

Las experiencias se plantean desde distintas perspectivas pero se aplican de manera conjunta:

A. Nuevas tecnologías:

Se propone el uso de presentaciones (Fig. 2) utilizando herramientas informáticas de proyección. Éstas se deben de realizar de una manera adecuada, recordando que están orientadas a alumnos de primeros cursos, que inicialmente tienen unas características distintas a los de cursos superiores en cuanto a la adquisición de contenidos y asimilación de conceptos en clase. Estas clases con proyecciones permiten al profesor estar más atento a comentarios realistas, al ritmo, a la realimentación que les proporcionan sus alumnos, etc. 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.

Utilizando herramientas de simulación se pueden realizar simulaciones de problemas reales (Fig. 3) o problemas tipo de la asignatura, que se realizan off-line y se muestran incluidas en la presentación, donde se puede observar el fenómeno con mayor claridad. Así, la resolución de problemas en clase no se reduce a un número final que muchas veces resulta menos significativo para el alumno.

Además del trabajo en clase, se implanta un laboratorio virtual (Fig. 4) en una sesión de hora y media de duración (el software se pone a disposición del alumno para que practique con él cuando lo

deseo) en el que se realiza una práctica que posteriormente se montará en el laboratorio, de forma que las simulaciones sirven como un paso previo al manejo directo de los equipos. Se fomentan además las actitudes creativas puesto que se permite a los alumnos experimentar con el software de simulación y obtener conclusiones de los resultados relacionándolos con las explicaciones teóricas. El objetivo de esta técnica es que el alumno se enfrente a herramientas de simulación 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 herramientas 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 en la incorporación al mundo laboral.

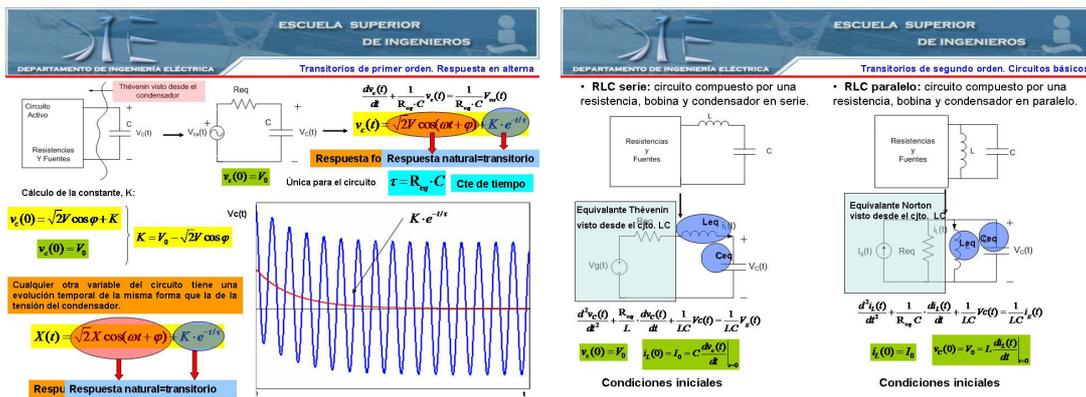


Figura 2. Ejemplo de presentación de un tema en PowerPoint.

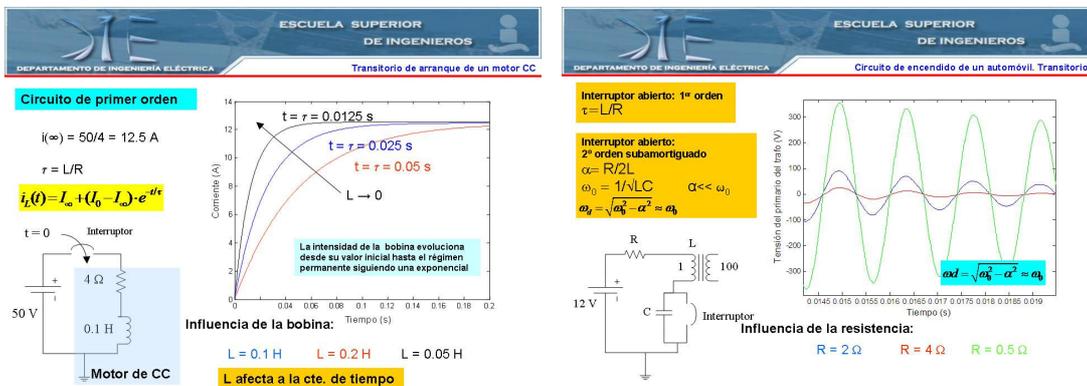


Figura 3. Ejemplo simulación de problemas reales.

B. Nuevas metodologías:

Se pretende acercar la estudiante al mundo real, por lo tanto se les ofertan visitas, en principio destinadas a cursos superiores, que pueden resultar atractivas porque refuerzan y amplían conceptos, además de llegar a comprender mejor el por qué de algunos contenidos del temario.

Se ofrece la oportunidad de crear grupos de trabajo tutelados por los profesores de la asignatura. El objetivo es facilitar y estructurar el proceso de estudio-aprendizaje del alumno así como potenciar el trabajo en equipo y un gran número de competencias generales que posteriormente se analizarán.

Los grupos estarán formados por 3 o 4 alumnos. La idea consiste en que sean los propios alumnos los que realicen el trabajo bajo la supervisión del profesor en las tutorías conjuntas para el grupo. Inicialmente se da la oportunidad al grupo de que marque el ritmo de trabajo. Existe un libro de ejercicios resueltos de la asignatura y una colección de exámenes resueltos que facilitan la elección de problemas por parte de los alumnos. 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 o resolución de dudas. La realización de las tutorías conjuntas del profesor con el grupo fomenta que éste se exprese al plantear las dudas y proponga soluciones que se discutirán entre todos con el enriquecimiento que esto supone para el aprendizaje. 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.

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.

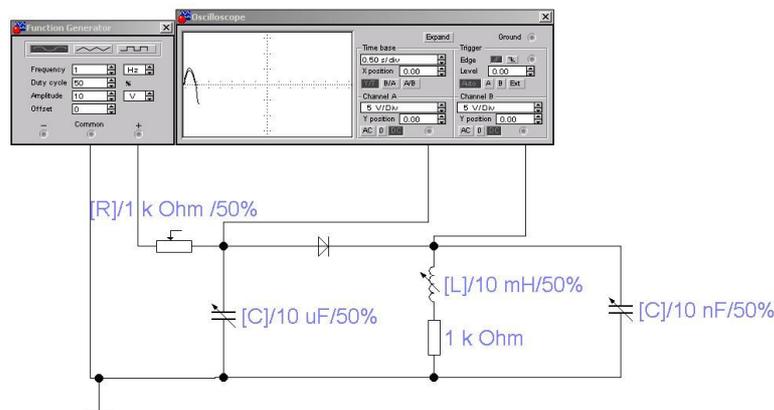


Figura 4. Ejemplo de laboratorio virtual.

C. 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 apasionada 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 tiene que 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, etc.

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 tan importante para que el profesor evalúe el proceso de enseñanza-aprendizaje.

D. Internet:

Se pone a disposición del alumno una página web de la asignatura. En ella, además, de información general también tienen a su disposición distintos materiales teóricos (presentaciones de los temas), prácticos (material de laboratorio), enlaces de interés, etc.

La asignatura posee un foro donde los alumnos pueden plantear dudas relativas a la asignatura y resolverlas entre ellos [10]. Esto favorece un proceso de comunicación en torno a la asignatura que potencia competencias específicas y generales.

También se ofrece la posibilidad de realizar tutorías on-line a los profesores. A través de 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. Hay que tener en cuenta que la tipología de los alumnos cambia constantemente, y los alumnos que actualmente cursan la asignatura tienen deficiencias en contenidos teóricos tales como las matemáticas (por ejemplo presentan problemas para operar con números complejos) pero tienen un buen manejo de las nuevas tecnologías (en el laboratorio virtual manejan el software 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 el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

5. Análisis y discusión.

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

5.1. 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 genéricas han sido establecidas por equipos de distintas universidades [6-7] para incluir las características deseables para la futura incorporación al mercado laboral. En cuanto a las competencias específicas se va realizando un catálogo de forma paulatina analizando las distintas áreas de conocimiento.

Para evaluar las competencias que son potenciadas con la presente propuesta, la tabla II incluye distintas competencias tanto generales como específicas (por filas) y las actividades propuestas en la presente metodología (por columnas). Se ha marcado con una equis las competencias que son potenciadas por cada una de las actividades para tener 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. Las competencias generales se han categorizado 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.).

			NT	NM	CD	I
Competencias generales	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	
	Competencias específicas	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		

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

De los resultados de la tabla II se observa que todas las competencias expuestas son potenciadas, en mayor o menor grado, por alguna de las actividades propuestas en la presente metodología. Esto demuestra que las actividades son complementarias en la formación, de forma que actividades tales como los grupos de trabajo (NM) potencian la mayoría de competencias genéricas mientras que la inclusión del laboratorio virtual (I) y las herramientas basadas en Internet (I) potencian en mayor grado las competencias específicas. Asimismo existen competencias que son especialmente favorecidas por todas las actividades, tales como la estimulación intelectual o la capacidad para implementar buenas prácticas científicas, mientras que otras únicamente son potenciadas por una de las actividades. 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. Este no es el caso de otras competencias tales como el manejo de idiomas extranjeros, creatividad, toma de decisiones, trabajo en equipo o capacidad para aplicar conocimientos, por lo que estas competencias podrían ser reforzadas en futuras actividades complementarias a la actual metodología. 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.

5.2. Análisis cualitativo.

Para completar el análisis se suministró un test cualitativo a los alumnos implicados en la experiencia. El *feedback* obtenido es de gran importancia porque hace que el análisis 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) [11] e incluye cuestiones relativas a la motivación, actitudes cooperativas, rol activo, actitudes creativas, aprendizaje por descubrimiento, metodología, y comprensión [9]. 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 III donde para cada una de las dimensiones consideradas se indica el valor de las medias de las puntuaciones otorgadas por los alumnos.

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

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

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 asimismo una aceptación general positiva de la metodología implementada.

6. Conclusiones.

Existe una necesidad de innovación educativa, debido tanto a problemas existentes con los sistemas de enseñanza actuales como a la necesidad de avanzar en técnicas docentes para la convergencia con el EEES. La presente propuesta parte de un concepto integral del proceso de enseñanza e integra distintas técnicas docentes para reforzar la comprensión de los conceptos relativos a la asignatura, pero a su vez, potenciar competencias transversales y dar más protagonismo al alumno dotándole de mayor número de herramientas para el aprendizaje. Las distintas actividades complementan a la ya existente, 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. Todas estas dimensiones refuerzan la tendencia educativas centradas en el alumno y que promueven competencias transversales que son de gran importancia para el futuro ingeniero. La transición del 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) como horas de trabajo del alumno. La metodología propuesta es fácil de implementar y no requiere recursos espaciales, temporales, ni económicos adicionales a los ya existentes, por lo que es fácilmente extrapolable a otras asignaturas.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Educación y Ciencia por su apoyo parcial a la presentación de este trabajo a través de la red temática del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE (TSI2005-24068-E). Asimismo, 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.

Referencias

- [1] Domnisoru, C., "Using MATHCAD in teaching power engineering", *IEEE Transactions on Education*, vol. 48, issue 1, pp. 157-161, Feb 2005.
- [2] Nehrir, M.H., Fatehi, F., Gerez, V., "Computer modeling for enhancing instruction of electric machinery", *IEEE Transactions on Education*, vol. 38, issue 2, pp. 166-170, May 1995.
- [3] Jurado, F., Acero, N., Carpio, J., Castro, M., "Using various computer tools in electrical transients studies", *30th Annual Frontiers in Education Conference, 2000. FIE 2000*. vol. 2, pp. F4E/17-F4E/22, Oct. 2000.
- [4] McInerny, S.A., Stern, H.P., Haskew, T.A., "Applications of dynamic data analysis: a multidisciplinary laboratory course", *IEEE Transactions on Education*, vol. 42, issue 4, pp. 276-280. Nov. 1999.
- [5] Joint Declaration of the European Ministers of Education, "The European Higher Education Area – Bologna Declaration", Bologna, June the 19th 1999.
- [6] University of Deusto and University of Groningen, "Tuning Educational Structures in Europe, Final Report Phase One", Edited by Julia González Robert Wagenaar, 2003.
- [7] University of Deusto and University of Groningen, "Tuning Educational Structures in Europe II Universities' contribution to the Bologna Process", Edited by Julia González Robert Wagenaar, 2005.
- [8] Comisión Europea, "Key competences for lifelong learning", Brussels, 2005.
- [9] M. J. Durán, A. L. Trigo, S. Ceballos and J. L. Martínez, "An Integrated Teaching Metodology for Undergraduate Level Courses". ICECE, Madrid 2005.
- [10] S. Bermejo, "Cooperative Electronic Learning in Virtual Laboratories through Forums". *IEEE Trans. on Education*, vol. 48, No. 1, pp. 140-149, February 2005.
- [11] SEEQ Supplementary rating items of laboratory work in science (2004, May 13) [online]. Available: <http://lsn.curtin.edu.au/seeq/sitemap.html>