

DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES PARA LA DOCENCIA DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES (LIBROS Y CURSO ABIERTO OCW)

M. CASTRO¹, N. OLIVA¹, G. DÍAZ¹, F. MUR¹, E. SAN CRISTÓBAL¹, V.M. SEMPERE²,
J. SILVESTRE², J.M. FUERTES³, P. MARTÍ³, J.G. YÉPEZ³, P. MARIÑO⁴, M.A. DOMÍNGUEZ⁴
Y R. MAYÓ⁵

¹*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. UNED. Madrid. España.*

[mcastro, noliva, gdiaz, fmur, elio]@ieec.uned.es

²*Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.*

vsempere@dcom.upv.es, silbla@disca.upv.es

³*Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España.*

Josep.M.Fuertes@upc.edu, pau.marti@upc.edu, jose.yepez@upc.edu

⁴*Universidad de Vigo. Madrid. España.*

pmarino@uvigo.es, mdgomez@uvigo.es

⁵*Universidad de Oviedo. Gijón. España.*

rmayo@uniovi.es

En este artículo se presenta el desarrollo de nuevos materiales para la impartición de una asignatura de Comunicaciones Industriales, dentro de las carreras de Ingeniería Técnica Industrial e Ingeniería Industrial, y con unos objetivos orientados a la nueva impartición de los Grados y de los Máster oficiales del Espacio Europeo de Educación Superior. Estos materiales se basan en dos libros cubriendo desde las bases de las comunicaciones hasta los sistemas específicos de las comunicaciones industriales, y un curso abierto OCW de apoyo a la docencia.

Palabras clave: Comunicaciones industriales, grados y máster, curso abierto OCW

1. Introducción

Se presentan dos libros sobre el tema de la aplicación industrial de las comunicaciones, **Comunicaciones Industriales: Principios Básicos** [1], y **Comunicaciones Industriales: Sistemas Distribuidos y Aplicaciones** [2], publicados en la Editorial de la UNED, como aportación de un grupo de profesores de cinco Universidades Públicas Españolas (Universidad Nacional de Educación a Distancia, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Vigo y Universidad de Oviedo) coordinados desde la experiencia en trabajo colaborativo desde la propia UNED, para aportar los conocimientos más avanzados dentro de una profesión en la que, hasta ahora, las comunicaciones ha sido una de las materias menos desarrollada. Ambos libros presentan un objetivo común, cubrir los temas de las comunicaciones industriales, pero de una forma complementaria entre sí.

Las comunicaciones industriales son una de las áreas en auge dentro del amplio mundo de las comunicaciones, al unirse en un mismo entorno, por un lado los temas empresariales y más concretamente, los temas de fabricación más ligados a la industria en su aspecto más amplio y básico a la vez y, por otro, las comunicaciones como soporte completo y complejo para la implantación tecnológica dentro de la empresa.

Estos libros, siguiendo el formato de Unidades Didácticas, se han desarrollado como el primer material serio y avanzado en el área de las Comunicaciones industriales en nuestro país.

Para ello se elaboró un grupo de trabajo con profesores de las citadas cinco universidades públicas españolas, las más avanzadas en introducir estos temas en los currículos docentes de las ingeniería industriales, así como las que presentaban más experiencia en temas de investigación en esta área. La coordinación de la obra se realizó desde la UNED, usando las más avanzadas técnicas telématicas de colaboración y trabajo en grupo, para obtener unos materiales perfectamente organizados e integrados.

Dentro de la UNED, estas Unidades Didácticas se han desarrollado para dos asignaturas:

- Comunicaciones Industriales
- Redes de Comunicaciones Industriales

Ambas impartidas en la carrera de Ingeniería Industrial, del plan nuevo, y en la carrera de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electrónica Industrial. El diseño de ambos libros se ha realizado pensando en las necesidades específicas de cada una de las dos asignaturas y titulaciones, de forma que el estudiante de cada una encuentre en ellos el material necesario específico de su perfil en cada caso. Además, se ha previsto que este material pueda ser utilizado en los futuros estudios de Grado y Máster en Ingeniería Industrial, con mínimas adaptaciones.

2. Material docente tradicional: Libros

El primer libro, **Comunicaciones Industriales: Principios básicos**, pretende dotar a su lector de los conocimientos previos necesarios para poder entender, conocer y asimilar las comunicaciones, desde las bases de las comunicaciones analógicas y digitales, la codificación, medios y modos de transmisión, los protocolos y estándares existentes, los componentes y elementos de las redes locales, amplias o inalámbricas, sin olvidarse de la seguridad. Este primer libro tiende un puente al segundo, estableciendo los principios de las comunicaciones industriales, los sistemas de tiempo real, los buses de campo y los sistemas distribuidos.

Este primer libro se puede considerar dividido en las siguientes partes fundamentales:

- *Presentación de conceptos básicos de comunicaciones*
Constituyen esta parte los cuatro primeros capítulos del libro, en el que se introducen los fundamentos de la comunicación, transmisión y codificación de datos, protocolos y modelos, con especial atención a OSI y TCP/IP, se describen los distintos medios de transmisión y se presentan los conceptos de multiplexación y modulación. Para terminar se tratan todos los aspectos relacionados con el acceso al medio.
- *Redes*
Los siguientes tres capítulos del libro se centran en la descripción de las redes con presencia en el entorno industrial: redes de área local, redes de área amplia, redes IP y redes inalámbricas y móviles. Se describen las características generales, topologías, medios de transmisión, modelos y estándares y dispositivos presentes en las redes. Para cada tipo de red se introducen los conceptos sobre su aplicación en el entorno industrial: buses de campo, redes de respaldo y almacenamiento, etc.

- *Seguridad y Calidad de Servicio*
El capítulo ocho se dedica a estudiar los problemas de seguridad distinguiendo entre los presentes en las redes, en los sistemas operativos, en las aplicaciones y en los dispositivos de comunicaciones. Analizados estos problemas, se presentan los métodos de defensa: políticas de seguridad, defensas criptográficas y no criptográficas y seguridad en protocolos industriales. El capítulo termina desarrollando el concepto de Calidad de Servicio en redes, incidiendo en la importancia de los encaminadores como elemento crítico para conseguirlo.
- *Comunicaciones Industriales, Sistemas de Tiempo Real y Buses de Campo*
Los dos últimos capítulos del primer libro presentan los conceptos básicos que se desarrollan en el segundo tomo: características diferenciales de las redes de comunicaciones en el entorno industrial, mensajería, políticas de planificación, prioridades, sistemas distribuidos y un primer acercamiento a los buses de campo.

El segundo libro, **Comunicaciones Industriales: Sistemas Distribuidos y Aplicaciones**, presenta una visión más aplicada para un lector ya “introducido” en las comunicaciones, pero interesado en entrar como complemento en el mundo de las comunicaciones industriales.

Este segundo libro se divide del modo siguiente:

- *Conceptos comunes en las comunicaciones industriales*
Igual que en el primer tomo, los tres primeros capítulos de este segundo introducen conceptos básicos de procesos industriales, sistemas en tiempo real, sistemas y redes distribuidas y los modelos y estándares que se aplican en las comunicaciones industriales y, más concretamente, en los buses de campo. .
- *Buses de campo y redes de comunicaciones industriales más extendidas*
Los siguientes seis capítulos describen buses de campo y redes de comunicaciones presentes en el entorno industrial: PROFIBUS, WORLDIFIP, CAN, buses y protocolos empleados en domótica e inmótica, Ethernet Industrial y para terminar, sistemas distribuidos con sensores, actuadores y sistemas SCADA, así como algunos de los enlaces físicos presentes en las comunicaciones industriales para conectar elementos periféricos y ordenadores para control y supervisión.
- *Otros buses de campo y aplicaciones de comunicaciones y control industrial*
Termina el libro con un capítulo en el que se detallan las características más importantes de otros buses de campo y sus aplicaciones en distintos entornos industriales.

3. Metodología para el desarrollo de los libros

Para el desarrollo de los libros se han seguido en todo momento las orientaciones metodológicas y las recomendaciones del IUED para el desarrollo de textos básicos. En el Anexo 1 se adjunta el esquema de desarrollo de texto básico docente propuesto por el IUED [3].

En este contexto, cada capítulo mantiene la siguiente estructura:

- *Introducción y orientación para el estudio*
Este apartado introduce el capítulo con las ideas generales que se van a desarrollar y enmarca el capítulo en el contexto del libro, relacionándolo con otros capítulos o conceptos ya estudiados o que se desarrollarán en capítulos posteriores. Además presenta las líneas generales para estudiar los conceptos que componen el capítulo.

- *Objetivos*
Condensa los objetivos de aprendizaje específicos que se pretenden transmitir en el capítulo. Se orienta al estudiante tanto sobre los objetivos del capítulo, como sobre los resultados de aprendizaje que debe obtener. A título de ejemplo se incluye el apartado del capítulo de Profibus.

4.2. OBJETIVOS

Los objetivos de este tema son ofrecer una idea global de la estructura básica de una red PROFIBUS y cuales son los mecanismos de acceso al medio y transmisión de información utilizados en este protocolo. Se describen los diferentes tipos de estaciones y sus máquinas de estados con el fin de que el lector pueda entender el funcionamiento básico de una red PROFIBUS.

Objetivos del capítulo

Con la lectura de este tema, el lector deberá alcanzar un conocimiento avanzado sobre las características principales de una red PROFIBUS, siendo capaz de analizar y estructurar las comunicaciones y conexiones necesarias en cualquier proceso de automatización. También podrá saber los parámetros que hay que tener en cuenta a la hora de configurar una red de comunicaciones PROFIBUS y los dispositivos conectados a ella para un funcionamiento correcto y óptimo.

Resultados de aprendizaje

- *Apartados de contenido*
Son los apartados en los que se desarrollan los contenidos docentes del capítulo. Se componen de subsecciones en las que se van desarrollando los distintos niveles de detalle del contenido que se presenta. Se acompañan de recursos gráficos como imágenes (Fig.1.a.), gráficas y tablas (Fig.1.b.), etc. y de organización de la información como elementos de ayuda para el aprendizaje, tales como ecuaciones (Fig.2.a.), esquemas (Fig.2.b.), cuadros (Fig.2.c.), etc.

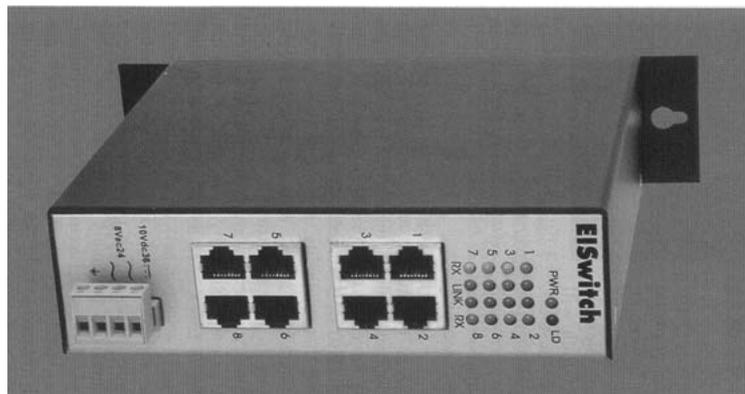


Figura 1.a. Imagen

TABLA 1.3. Codificación en fase

Dato digital	Señal analógica
0	$A \cdot \text{sen}(2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot t)$
1	$A \cdot \text{sen}(2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot t + 180^\circ)$

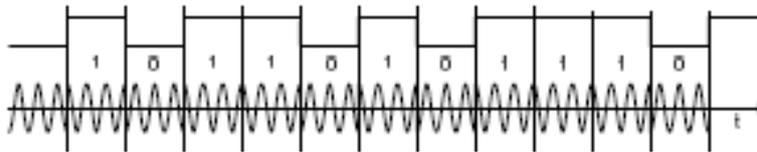


FIGURA 1.11. Modulación en fase.

Figura 1.b. Tablas y Gráficas

$$\min T_{TR} = n_a \cdot (T_{TC} + \text{high } T_{MC}) + k \cdot \text{low } T_{MC} + m_t \cdot \text{RET } T_{MC}$$

Figura 2.a. Ecuaciones

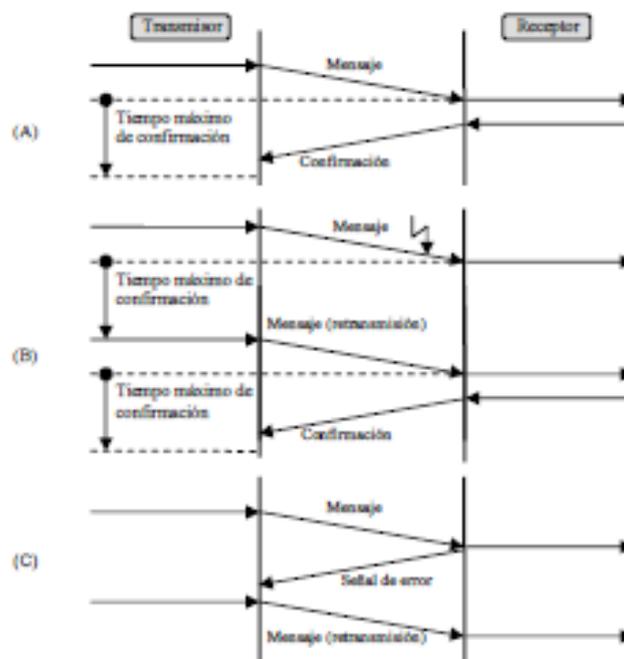


FIGURA 4.5. Esquemas de control de errores: control pasivo (A y B) y activo (C).

Figura 2.b. Esquema

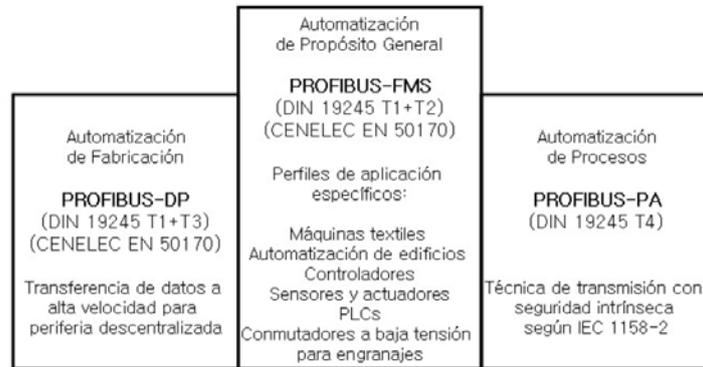


Figura 2.c. Cuadro

- *Conclusiones*
Contiene un resumen de los aspectos fundamentales tratados en el capítulo.
- *Bibliografía*
Relación de libros adicionales considerados interesantes para que los alumnos profundicen en el estudio de un tema determinado.
- *Evaluación*
En cada capítulo se ha incluido una serie de preguntas de autoevaluación, cuyas soluciones se han recogido en un Anexo al final de cada libro. En muchos de los capítulos también se han intercalado diversos temas y ejercicios, tanto prácticos como teóricos, para que el lector pueda ir conociendo su asimilación de forma estructurada.

4. Curso abierto OCW

Como fruto del primer curso de impartición de las mencionadas asignaturas de Redes de Comunicaciones en la UNED, se ha desarrollado como complemento a las Unidades Didácticas, el primer curso Abierto (OCW) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED, que se está mejorando en este segundo curso de impartición de las asignaturas, y que se encuentra alojado en el servidor de cursos abiertos OCW de la UNED [4],

Redes de Comunicaciones Industriales

<http://ocw.innova.uned.es/ocwuniversia/ingenieria-industrial/redes-de-comunicaciones-industriales>

El curso publicado en el OCW de la UNED, como todos los que se publican en este entorno, es un curso que el equipo docente de las asignaturas, pone a disposición de cualquier persona que quiera formarse libremente en este área de conocimiento.

Los cursos del OCW de la UNED no requieren ninguna matrícula, son de acceso libre, no exigen pagos y no tienen fecha de inicio y fin. Dadas las características de este proyecto, la UNED no reconoce ningún tipo de titulación de estos cursos.

Todos los cursos publicados en el OCW de la UNED parten de asignaturas, carreras, másteres y expertos que se imparten en la UNED como titulaciones oficiales.

El equipo docente facilita material de apoyo para el estudio de la materia de interés para el estudiante. En concreto, el curso OCW de Redes de Comunicaciones, se ha generado a partir del material inicialmente empleado en las tutorías presenciales impartidas en el Centro Asociado de Madrid y que se ha venido utilizando como material de apoyo en los cursos virtuales de las asignaturas, por lo que aportan como valor añadido, que es un material preparado expresamente para ayudar a los estudiantes de la UNED en la preparación y superación de estas materias, proporcionando una guía para el seguimiento y estudio de los libros propuestos como texto básico, pero que, además, permite ir incorporando material adicional que año tras año se va entregando a los estudiantes para responder a sus dudas, propuestas de ampliación, ejercicios adicionales, etc., todo encaminado a facilitar el estudio de estas materias, por lo que el usuario que accede al OCW, en este caso, cuenta con material actualizado y que se emplea como apoyo en la docencia de las asignaturas en tiempo real.

Open Course Ware NO ES un campus virtual o CMS en el que se pueda cursar ningún estudio o titulación sino una herramienta que permite la libre publicación de material, por lo que hay que comentar brevemente cómo se gestionan los derechos de autor. El material empleado en este curso, como el resto de los materiales publicados en el OCW UNED, están bajo términos de una licencia creative commons [5], y únicamente pueden utilizarse para fines no comerciales, y siempre que citen la fuente de procedencia y a su autor.

5. Adaptación de los materiales al EEES

Los materiales que se han presentado en este artículo se han desarrollado para asignaturas de titulaciones LRU, por lo que es necesario realizar algunas adaptaciones para el nuevo EEES, de manera que se favorezcan las competencias relacionadas con el autoaprendizaje y se tengan en cuenta criterios de diseño de materiales para metodologías basadas en tareas y desarrollo de competencias. Se parte de la ventaja de que en la UNED se ha trabajado siempre muy cerca de este objetivo, dado el perfil del estudiante UNED y su necesidad de aprendizaje autónomo, por lo que las adaptaciones a realizar son menores y se concentran en los siguientes aspectos:

5.1. Adaptaciones de los textos básicos al EEES

El modelo de flujo de trabajo para el diseño de materiales didácticos en el entorno EEES es el que se muestra en la figura siguiente (Fig.3).

El modelo de la Figura 3 representa un Diagrama de Flujo con tres fases principales, Análisis, Diseño y Evaluación.

- *Análisis*

El Análisis realizado para la elaboración del material docente para el EEES tiene en cuenta criterios de contexto profesional. Los contenidos deben estar determinados por el entorno profesional en el que los estudiantes van a tener que aplicar los conocimientos, habilidades y competencias que adquieran tras completar el estudio de las asignaturas. Pueden existir diversos entornos profesionales posibles, pero se trata de identificar los más importantes y desarrollar los cursos para preparar a los estudiantes para esos entornos más frecuentes. Una vez definido e identificado el entorno profesional, se deben determinar las competencias que son necesarias para satisfacer las demandas de ese entorno. Llegados a este punto, se tendrán

que definir los objetivos generales de la formación que se pretende proporcionar a los estudiantes para que adquieran las competencias identificadas, que les permitirán desarrollar correctamente su trabajo en el entorno profesional definido.

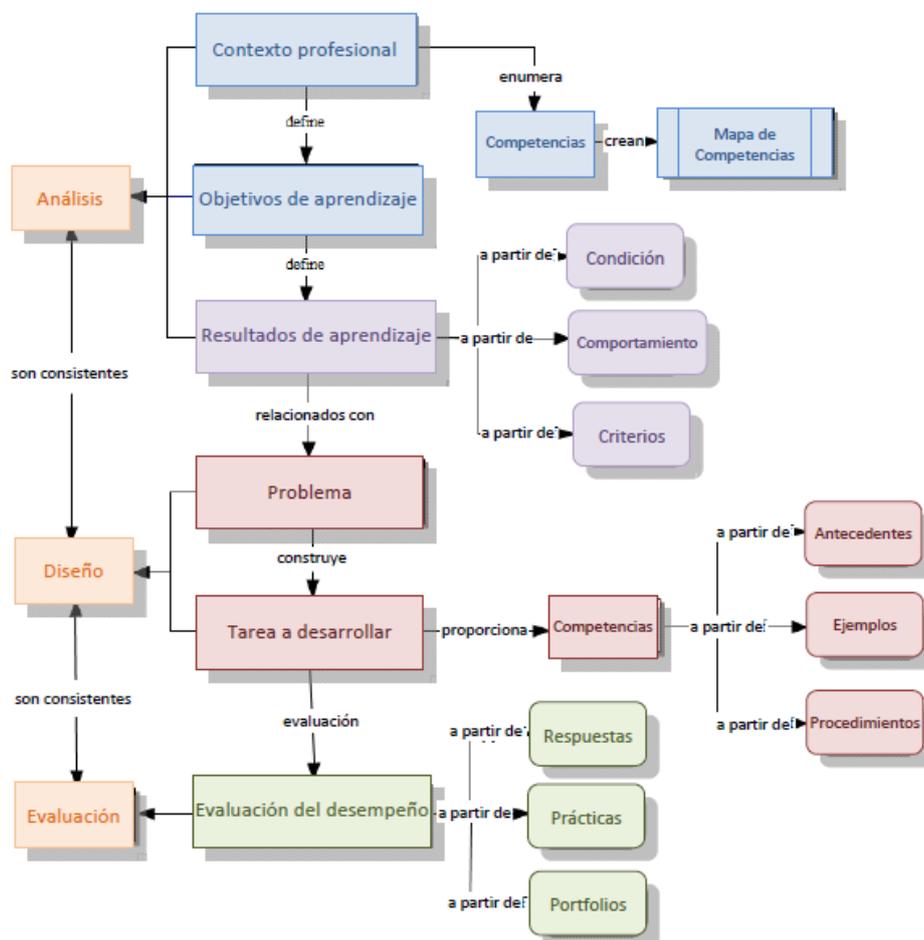


Figura 3. Modelo de flujo de trabajo en el diseño de material para el EEES

No se trata de hacer una recapitulación de los conocimientos a adquirir, se trata de incluir habilidades cognitivas complejas como análisis, síntesis y evaluación o, incluso, capacidad de organización y espíritu crítico. Se deben definir entre cinco y diez objetivos de aprendizaje para que no sean ni demasiado generales ni demasiado detallados.

Por último se deben definir los Resultados de Aprendizaje. La diferencia fundamental entre Objetivos y Resultados de Aprendizaje, está en el nivel de especificación. Los Resultados de Aprendizaje deben ser breves pero claros y deben definir los resultados concretos que se esperan de los estudiantes. Para que la evaluación posterior sea eficaz, los Resultados de Aprendizaje deben estar claramente articulados antes de decidir sobre los métodos y medidas. Los Resultados de Aprendizaje deben especificar el comportamiento que servirá como prueba de que el objetivo del aprendizaje se ha logrado.

Los resultados de aprendizaje se describen en términos de qué habilidades, conocimientos y aptitudes debe mostrar un estudiante en cada contexto definido. En la redacción debe considerarse:

- Un verbo: indica el comportamiento.
- Bajo qué condiciones debe aplicarse ese comportamiento, incluyendo las herramientas o mecanismos a emplear.
- ¿Qué normas o criterios se aplican para evaluar que se ha obtenido un rendimiento aceptable?

Los textos básicos presentados en el artículo ya han tenido en cuenta estos factores, por lo que no es necesario revisar la fase de Análisis, al menos desde el punto de vista conceptual, si bien es posible que haya que realizar alguna corrección en la redacción de algún apartado.

- *Diseño*

Los Resultados de Aprendizaje que se han incluido en la fase de Análisis, en realidad sirven de puente entre esta fase y el resto.

La elaboración de los Resultados de Aprendizaje guía al docente hacia el tipo de actividades de aprendizaje que debe plantear para obtener dichos resultados, así como las formas de evaluación que mejor muestran su logro, facilitando la necesaria coherencia entre resultados, actividades y procedimientos de evaluación.

Las tareas se deben diseñar para ayudar a los estudiantes a alcanzar los resultados de aprendizaje definidos. Los aspectos fundamentales en el correcto diseño de una tarea son:

- Diseñar tareas “reales” de aplicación en el contexto profesional.
- Incremento gradual de la complejidad de la tarea.
- Proponer distintos tipos de actividades y tareas para aumentar la transferencia de conocimiento.
- Entrenar las rutinas necesarias para la resolución de problemas.
- Reducción progresiva del apoyo que se proporciona a los estudiantes a medida que se va completando la tarea.
- Potenciar el aprendizaje auto-dirigido.
- Proporcionar mecanismos de retroalimentación que informen al estudiante de su evolución en tiempo real.

En esta fase, los textos básicos realizados exigen más adaptaciones. Si bien existen ejercicios de desarrollo teórico y diversos esquemas con propuestas teóricas de implementación, la parte práctica está poco desarrollada. Sin embargo, el grupo de profesores que ha trabajado en los textos básicos está actualmente preparando la adaptación de prácticas como complemento a los libros y el curso OCW desarrollados, tanto para su impartición presencial como a distancia, como se recoge en el apartado 6 de este artículo.

- *Evaluación*

Después de diseñar las tareas, se deben desarrollar las actividades de evaluación que medirán las competencias adquiridas por los estudiantes. Las características principales de la evaluación en este tipo de metodologías son:

- Evaluación de la realidad.
- Consistencia entre los resultados de aprendizaje y las actividades de evaluación.
- Empleo de herramientas de evaluación fiables.
- Criterios de puntuación coherentes.
- Definir si la puntuación es individual de cada actividad o global de la tarea.

La evaluación que se ha diseñado para los textos básicos y que se incorpora al final de cada capítulo, cumple con estas características y es coherente con la evaluación final de la asignatura para los estudiantes de la UNED, por lo tanto, la única modificación que se tendrá que realizar, está relacionada con la evaluación de las prácticas que se están preparando en este momento, como se ha indicado en el punto anterior y se desarrolla en más detalle en el apartado 6 del artículo.

5.2. Adaptaciones del material del OCW al EEES

Tal y como se ha indicado en el apartado 4 del artículo, el material del OCW se ha generado a partir de los textos básicos, por lo que, estará sujeto a las mismas adaptaciones mencionadas para éstos, pero con algún matiz, ya que el objetivo del alumno de los cursos OCW no es el mismo que el de un estudiante de una asignatura de titulación universitaria. En este sentido, actualmente en el OCW no se incorporan apartados de evaluación como tal, ya que no es la finalidad del curso superar ninguna prueba final para demostrar la adquisición de conocimientos y competencias y, por lo tanto, no se ha considerado interesante su inclusión. Se podría plantear su incorporación como medida de autoevaluación para el estudiante, pero no se considera prioritario para los objetivos de un curso OCW.

En cuanto a las adaptaciones para las prácticas, todo dependerá del material que haya que poner a disposición del alumno para su realización. Serían fácilmente trasladables prácticas de simulación, pero no así prácticas que impliquen acceso a material, hardware o software, de un departamento, que se prepara para los estudiantes matriculados en las asignaturas.

6. Nuevos desarrollos

Como ya se ha adelantado en el apartado anterior, en este momento se está realizando la adaptación de prácticas como complemento a los libros y el curso OCW desarrollados, tanto para su impartición presencial como a distancia.

La oportunidad de desarrollar este tipo de material se plantea por parte del equipo docente de la UNED que considera la conveniencia de preparar prácticas que ayuden al estudiante a comprender mejor los conceptos teóricos que está adquiriendo, teniendo en cuenta además, que el entorno EEES define la necesidad de crear materiales más prácticos que ayuden al estudiante a adquirir las competencias en una forma más parecida a cómo van a tener que aplicarlas en su entorno profesional, tras acabar sus estudios. También hay que tener en cuenta el valor añadido que supone el hecho de que muchos de los equipos docentes de las universidades públicas españolas que han colaborado en la elaboración de los textos básicos presentados, cuentan, actualmente, con prácticas tanto presenciales como con desarrollos muy innovadores en laboratorios virtuales. La aportación de estos grupos supone una garantía de calidad y una oportunidad, en sí misma, de valor incalculable.

En el entorno EEES, las clases prácticas no suponen una excepción y exigen una reformulación de su planteamiento, en la mayoría de los casos: hasta ahora, en la metodología tradicional, el alumno disponía de un manual con una descripción minuciosa del trabajo a realizar, de cómo de llevarlo a cabo y modo de entrega. Así pues, el profesor únicamente asistía a los alumnos en las peculiaridades y errores más frecuentes de la herramienta de implementación. El nuevo entorno promueve el aprendizaje autónomo y la adquisición de competencias relacionadas con la capacidad para la toma de decisiones. Por lo tanto, resulta imprescindible rediseñar las prácticas con especificaciones mínimas para que el alumno tenga que tomar y justificar las decisiones adoptadas en su propuesta de solución.

Los resultados que se persiguen con la nueva forma de plantear prácticas de laboratorio son:

- Se tiene que desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica, incentivando la capacidad de aprendizaje autónomo que le será de suma utilidad cuando en un futuro se incorpore al mercado laboral.
- Hacer al estudiante consciente del amplio abanico de opciones de diseño existentes y de cómo afectan sus decisiones a la eficiencia y rendimiento de la implementación final.
- El estudiante tendrá que desarrollar la capacidad de testear y validar autónomamente sus diseños.

En este sentido, los **laboratorios virtuales** que se emplean actualmente en muchas universidades proporcionan importantes ventajas frente al desarrollo de prácticas en laboratorios convencionales:

- Mejorar la disponibilidad de los equipos de laboratorio.
- Incrementar el número de prácticas.
- Horarios de acceso más amplios y flexibles.
- Incrementar la dedicación del alumno a la realización de las prácticas.
- Mejorar el proceso de aprendizaje.

Teniendo en consideración el momento actual en la educación superior, los fundamentos teóricos expuestos y la realidad del estudiante característico de la UNED, se fijaron las siguientes premisas para la organización del libro:

- Las prácticas deben ser coherentes con el contenido teórico de las asignaturas a las que se van a vincular. Inicialmente se plantea para el contenido teórico que se trata en los libros que constituyen la Bibliografía Básica de las asignaturas de Redes de Comunicaciones Industriales en la UNED y, por lo tanto, se consideran dos bloques iniciales:
 - Comunicaciones Industriales: principios básicos.
 - Comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones.
- Las prácticas deben favorecer el aprendizaje autónomo del alumno y su capacidad de tomar decisiones.
- Las prácticas se deben estructurar en niveles:
 - Simulación.
 - Con montaje físico en un centro o en la casa del estudiante.
 - Para desarrollarse en un laboratorio
- Esta estructura permitirá que los estudiantes puedan trabajar en función de los medios que tengan, lo que también permitirá utilizar las prácticas que se desarrollen en el resto de las universidades participantes, bien en laboratorios convencionales o bien como parte de laboratorios virtuales.
- Habrá que definir prácticas de cada tipo en cada entorno, teniendo al menos dos o tres entornos que cubran el contenido del material teórico mencionado.

7. Conclusiones

Por último, remarcar de nuevo que estos materiales son la primera aproximación docente y metodológica a una de las áreas más recientes y avanzadas de la ingeniería, las Comunicaciones Industriales, presentando como esfuerzo para su realización la colaboración conjunta de cinco universidades públicas españolas, y abordando un trabajo que creemos marca un hito dentro de los materiales docentes en esta área.

Además, como casi todo el material que se desarrolla dentro de la actividad docente, está en permanente evolución, con procesos de adaptación y mejora que redundarán en el objetivo principal de

dotar a los estudiantes de nuevos materiales que les permitan adquirir los conocimientos y competencias que necesitarán en su vida profesional posterior.

Referencias

- [1] Castro M. y otros. *Comunicaciones Industriales. Principios Básicos*. Ed. UNED, Madrid, 2007
- [2] Castro M. y otros. *Comunicaciones Industriales. Sistemas Distribuidos y Aplicaciones*. Ed. UNED, Madrid, 2007
- [3] Instituto Universitario de Educación a Distancia, IUED UNED.
http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,489793,93_20500245&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [4] Curso OCW Redes de Comunicaciones Industriales UNED
<http://ocw.innova.uned.es/ocwuniversia/ingenieria-industrial/redes-de-comunicaciones-industriales>
- [5] Licencia Creative Commons
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/>

Anexo 1

