

# **Interdisciplinariedad e integración de las competencias básicas en los Grados de Ingeniería de Telecomunicación**

Germán Ros<sup>1</sup>, Hilario Gómez Moreno<sup>2</sup>, Sergio Lafuente<sup>2</sup>, Philip Siegmann<sup>2</sup>, Pedro Gil<sup>2</sup>, Miguel Ángel Raposo<sup>1</sup>, José Javier Martínez Fernández de las Heras<sup>1</sup>, Elena Saiz<sup>1</sup>, Roberto Costas<sup>1</sup>, Ernesto Martín<sup>3</sup>, M. Concepción Batanero<sup>4</sup>, Sonia Pérez<sup>1</sup>, Ángel Blasco<sup>1</sup>, Rafael Bravo<sup>1</sup>, Pedro Amo<sup>2</sup>, Javier Macías<sup>3</sup>, Marisol Escudero<sup>3</sup>, Fernando Naranjo<sup>3</sup>, Ana de Andrés<sup>3</sup>, José Carlos Nieto<sup>2</sup>, Carlos J. Martín<sup>3</sup>, José Luis Lázaro<sup>2</sup>, Carlos Luna<sup>3</sup>, Bernardo Alarcos<sup>4</sup> y José Manuel Arco<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Dpto. de Física y Matemáticas

<sup>2</sup>Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones

<sup>3</sup>Dpto. de Electrónica

<sup>4</sup>Dpto. de Automática

*Universidad de Alcalá*

*contacto: [german.ros@uah.es](mailto:german.ros@uah.es)*

## **Abstract**

We propose an interdisciplinary university teaching experience between different subjects that make up the two first years of the four degrees on Telecommunications Engineering at the University of Alcalá. The processes involved to find relationships between subjects as well as the major gaps and difficulties of students are explained. Several actions that will be implemented in the next years and other proposals for the future are described. The main goal is to go deeper in the interaction between subjects and mitigate the problems that the students show.

## **Keywords**

Interdisciplinarity, knowledge integration, telecommunications engineering

## **Resumen**

Se expone en este artículo una experiencia docente universitaria de carácter interdisciplinar entre las diferentes asignaturas que integran los dos primeros cursos de los cuatro Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá, cubriendo de este modo todas las competencias básicas de estos Grados. Se explica el proceso realizado para encontrar las relaciones y puntos en común entre asignaturas y se muestran las carencias y dificultades principales de los estudiantes. Se proponen diversas medidas que se van a poner en práctica en los próximos cursos y otras propuestas de futuro. El objetivo general es facilitar la interrelación entre las asignaturas y paliar las dificultades que muestran los estudiantes.

## **Palabras clave**

Interdisciplinariedad, integración de conocimientos, ingeniería de telecomunicación

# 1 Introducción

La organización del conocimiento en disciplinas se remonta hasta el mismo origen de la Universidad con el doble objetivo de favorecer la organización universitaria y facilitar la didáctica de las distintas materias (Apostel, 1979). Sin embargo, la creciente especialización, característica intrínseca de los tiempos actuales, está fragmentando el conocimiento en asignaturas cada vez más parciales y concretas. A pesar de ello, hay que reconocer que, en último término, las asignaturas son una manera artificial y arbitraria de ordenar y dosificar la enseñanza y la investigación (Bunge, 2001; Morin, 2001; Hayes, 1989).

De este modo, el estudiante percibe cada asignatura como un bloque estanco, sin interrelación con el resto de materias y no es capaz de alcanzar un conocimiento integrado. El trabajo aquí presentado trata de mejorar la interrelación entre las diversas asignaturas para ayudar, tanto al profesor como al estudiante, a conseguir una visión más global e interdisciplinar de las diferentes materias y del Grado en su conjunto.

Este artículo es la continuación natural del trabajo presentado en el VIII Encuentro de Innovación Docente de la UAH (Ros et al. 2014). El objetivo era entonces buscar las relaciones entre las asignaturas de primer curso de los cuatro Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá. Ahora se ha extendido dicho estudio a los dos primeros cursos cubriendo de este modo todas las competencias básicas de los Planes de Estudio.

En este trabajo han participado 25 profesores que imparten alguna(s) de las asignaturas del primer y/o segundo curso de los Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá. El grupo de trabajo consta de 3 profesores de la Unidad docente de Física, 5 profesores de la Unidad docente de Matemáticas, 7 profesores del Dpto. de Teoría de la Señal y las Comunicaciones, 7 profesores del Dpto. de Electrónica y 3 del Dpto. De Automática. En este grupo hay representación de todas las asignaturas (excepto Economía de la Empresa que es

totalmente transversal al resto), y se encuentran los coordinadores de casi todas las asignaturas de los dos primeros cursos (15 de 21) , lo que permite llevar a la práctica de forma realista las decisiones que se toman.

Existen múltiples estudios sobre la relevancia de la interdisciplinariedad a todos los niveles, muchos a nivel de primaria (Castañer y Trigo, 1995a) y secundaria (Castañer y Trigo, 1995b), otros específicos a nivel universitario (Pozuelos Estrada et al. 2012), centrados en el currículum y la estructura universitaria (Pedroza Flores, 2006) o en el desarrollo de las competencias (Caicedo Cuenca, 2010). Sin embargo, conviene resaltar que existen pocos ejemplos de aplicación práctica a nivel universitario y muy pocos dentro del área de la ingeniería (Méndez Leiva y Pérez Ganfong, 2010; Valencia Giraldo et. al., 2004).

## **2 Objetivos**

Una de las grandes carencias del sistema educativo es el fomento de un aprendizaje integrador de las diferentes disciplinas y áreas de conocimiento para conseguir así un conocimiento realmente globalizado e integrado. Estas carencias son, en general, poco abordadas por los profesores, entre los cuales existe en muchas ocasiones un amplio desconocimiento de los contenidos de otras asignaturas y de cómo se imparten dichos contenidos, lo que fomenta el aprendizaje estanco de los estudiantes y dificulta un aprendizaje que necesariamente ha de ser interdependiente entre las diferentes disciplinas de un mismo Grado. Ante la preocupación por este hecho, se han llevado a cabo dos proyectos de innovación docente con el objetivo de conseguir una visión más integradora del conocimiento, primero en nosotros mismos como profesores para después ser capaces de transmitirlo a los estudiantes.

El objetivo general que nos propusimos fue profundizar en una mayor integración entre las diferentes asignaturas que se han impartido desde la implantación del Grado en los dos primeros cursos, para lograr así un

aprendizaje más interdisciplinar, profundo y significativo de las mismas. En concreto, se pretendía:

- Indagar sobre los contenidos comunes entre las diferentes asignaturas.
- Profundizar en la interrelación de dichos contenidos, analizando las analogías y diferencias desde la perspectiva de cada asignatura.
- Avanzar en la integración de estos conocimientos desde un punto de vista interdisciplinar.
- Analizar los métodos más efectivos para transmitir a los estudiantes esa visión integradora.
- Estudiar estrategias metodológicas interdisciplinarias entre varias asignaturas.
- Restablecer la unidad del conocimiento. Superar las barreras entre las disciplinas y valorar el aprendizaje interdisciplinar.

Todo ello encaminado a buscar una coordinación integral en horizontal y vertical de ambos cursos.

### **3 Metodología**

La metodología de trabajo y de organización del proyecto ha sido la misma que el curso pasado cuando se analizó únicamente la interrelación entre las asignaturas de primer curso. En resumen, se realizó y presentó un informe de cada asignatura para buscar conexiones con otras. Posteriormente, en reuniones más concretas entre dos o tres asignaturas se profundizó en esas relaciones y finalmente, se tomaron decisiones concretas de mejora que se van a implementar en cursos próximos. Se pueden consultar más detalles sobre la organización de estos proyectos en Ros et al. (2014).

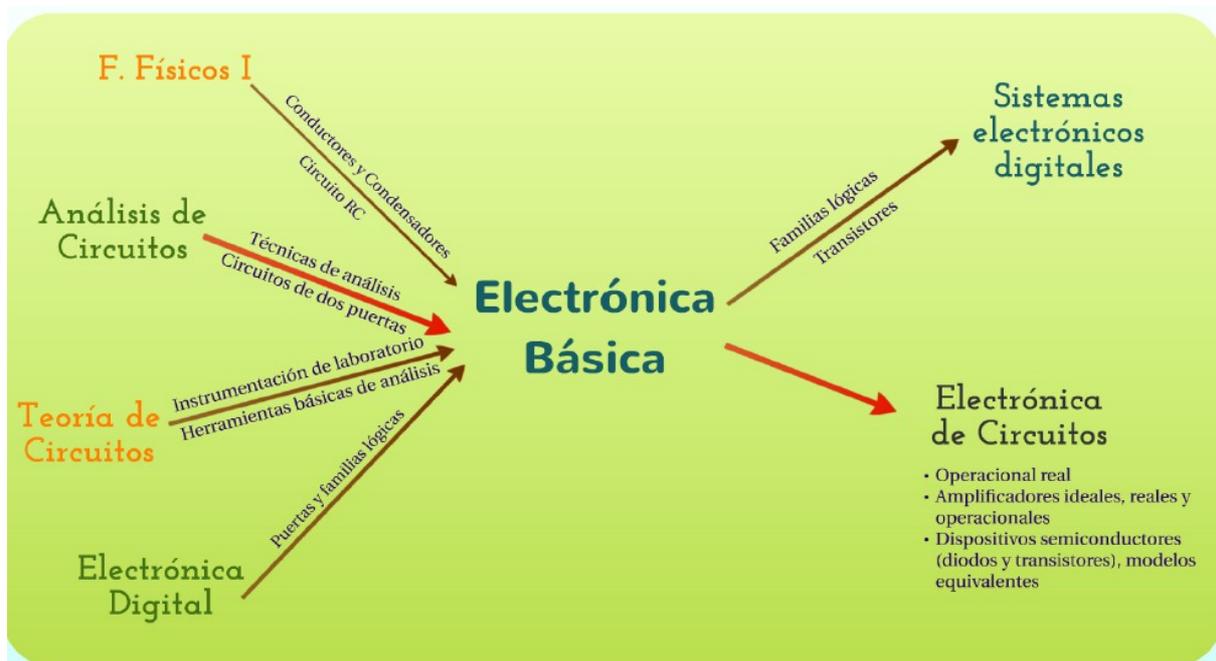
## 4 Resultados

La primera acción fue plasmar las interrelaciones detectadas entre las asignaturas. Para ello se ha elegido realizar una presentación dinámica por la que el interesado puede navegar a través de las diferentes asignaturas que forman los dos primeros cursos. Se puede ver la presentación en la dirección: <http://prezi.com/o0-ic0zhs2t8/grados-de-ingenieria-de-teleco/#>

La imagen de inicio se muestra en la Figura 1. El usuario puede elegir cada una de las asignaturas, desplegándose entonces el árbol de relaciones con el resto de materias. Un ejemplo puede verse en la Figura 2. Se ha mantenido un código de colores para cada cuatrimestre. Dentro de las conexiones se ha marcado con flechas rojas aquellas relaciones que son de especial relevancia.



**Figura 1.** Imagen inicial de la presentación sobre las relaciones entre las diferentes asignaturas de los Grados de Ingeniería de Telecomunicación.



**Figura 2. Ejemplo de árbol de conexiones de una de las asignaturas, en este caso, Electrónica Básica del primer cuatrimestre de segundo curso.**

Esta presentación puede ser de gran utilidad para los profesores ya que brinda una justificación de los contenidos de sus temarios y facilita la conexión de dichos contenidos con los de asignaturas anteriores y/o posteriores. Por otro lado, se espera que sea de gran utilidad a los estudiantes ya que facilita la conexión entre conceptos comunes o relacionados de diversas asignaturas, hace patente dichas conexiones y muestra la necesidad y relevancia de los contenidos y de las asignaturas que se imparten. Asimismo resalta los contenidos esenciales que un estudiante debe dominar para afrontar una asignatura con buenas expectativas.

Además, se han consensuado diversas acciones de mejora que se van a introducir en cursos próximos:

- Varias asignaturas han reducido su temario, eliminando partes que no eran muy relevantes o que se estudiaban con poco detalle y que eran analizadas con más profundidad en otras.
- Se ha unificado la notación, nomenclatura y otros aspectos en varias asignaturas, lo que facilita el aprendizaje al estudiante y le

ayuda a establecer de forma más directa las relaciones entre las diferentes asignaturas.

- A nivel metodológico, se van a realizar una serie de actividades docentes de forma coordinada entre varias asignaturas lo que facilita encontrar los puntos de unión entre ellas.

- Se han reorganizado algunos contenidos para que haya mejor continuidad y evitar duplicidades que han provocado cambios entre más de dos asignaturas.

- Se han añadido nuevos métodos o procedimientos que se utilizaban en un única asignatura a otras.

Por otro lado, fruto del análisis detallado del Plan de Estudios que se ha realizado, y de la puesta en común de las carencias y dificultades de los estudiantes, destacan varios aspectos para los cuales se proponen aquí algunas ideas iniciales para minimizarlos y en los que se pretende profundizar en los próximos años:

- 1) Existe un gran problema con el manejo matemático. Se necesita estudiar en más detalle números complejos, representación de funciones, ecuaciones diferenciales, transformada de Fourier etc. Esta carencia se manifiesta negativamente en la mayoría de asignaturas de primer y segundo curso siendo la principal dificultad. Hay que tener en cuenta que respecto a la antigua Ingeniería se han perdido 3 asignaturas cuatrimestrales de matemáticas. Se propone la creación de una asignatura nueva en primer curso que en coordinación con Cálculo I aborde estos contenidos. Esta asignatura en el primer cuatrimestre desplazaría a Fundamentos Físicos I al segundo, y Fundamentos Físicos II al primer cuatrimestre de 2º curso. De ese modo se tiene la ventaja adicional de que Fundamentos Físicos I comenzaría en paralelo con Cálculo II de la que necesita gran parte de sus contenidos y tras Fundamentos

Físicos II se estudiaría Propagación de ondas que constituye su continuación natural.

- 2) Existe la conveniencia de impartir Sistemas Electrónicos Digitales en el segundo cuatrimestre de 2º curso en lugar de el primero. Para ello existen dos opciones:
  - en caso de poner en práctica la propuesta 1, se podría intercambiar con la asignatura Economía de la Empresa, pasando ésta al primer cuatrimestre de 2º curso. Esta asignatura es totalmente independiente del resto.
  - en caso de no crear la nueva asignatura propuesta anteriormente, se podrían adelantar las asignaturas Propagación de Ondas y Ecuaciones Diferenciales a primer cuatrimestre de 2º curso intercambiando su lugar con Sistemas electrónicos digitales. De ese modo, tras Fundamentos Físicos II se estudiaría Propagación de Ondas que es su continuación natural y se adelanta Ecuaciones Diferenciales lo que beneficia a los estudiantes del grado en el que se imparte.
- 3) Actualmente el tipo de evaluación por defecto que sigue el alumno es la evaluación continua excepto en pocos casos muy justificados. Se propone que sea el estudiante el que libremente escoja entre evaluación continua o final. La evaluación continua obligatoria distorsiona el desarrollo normal de las clases con multitud de pruebas y actividades diseminadas durante el cuatrimestre y provoca la división de las asignaturas en bloques de contenido no justificados. Creemos que el modelo de evaluación continua propuesto por la UAH puede ser más adecuada para las asignaturas de cursos superiores, con contenidos más específicos, un número de alumnos más reducido, y donde las metodologías docentes pueden ser más diversas, no tanto en asignaturas básicas donde además, el ratio de alumnos es muy alto.
- 4) Sería conveniente aumentar el número de horas lectivas, especialmente las de teoría en grupo grande que han quedado muy

reducidas en el Grado. Se proponen 5 horas semanales por asignatura en formato 3 (grupo grande) + 2 ( grupo pequeño).

- 5) La convocatoria extraordinaria se realiza tras únicamente dos semanas de finalizar los exámenes correspondientes al segundo cuatrimestre. Hay poco tiempo para preparar los exámenes, especialmente para las asignaturas del primer cuatrimestre que ya quedaron relegadas en la mente del alumno. Por ello, es una convocatoria con bajo éxito. Se plantea buscar otras fechas alternativas que permitan al estudiante obtener un mejor rendimiento en esta convocatoria.
- 6) Se podrían analizar nuevas formas de organizar el calendario académico del curso, lo que podría paliar los problemas planteados en los puntos 3, 4 y 5.

## **5 Conclusiones**

Este trabajo expone los resultados de un proceso de autoanálisis y reflexión sobre nuestras propias asignaturas y de búsqueda de conexiones con el resto, llevado a cabo por un grupo de 25 profesores de diversos departamentos encargados de la docencia de las asignaturas de los dos primeros cursos de los cuatro Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá. En estos dos cursos, se desarrollan todas las competencias básicas.

El objetivo a nivel global ha sido profundizar en la interrelación entre las diferentes asignaturas lo que ha llevado a proponer algunas modificaciones en la organización de los contenidos dentro del temario de algunas asignaturas, a desarrollar nuevas líneas metodológicas, a unificar criterios y a la detección común de carencias y dificultades por parte de los estudiantes.

Estas líneas de actuación han conducido a una mejora en la planificación de las asignaturas y a la optimización del tiempo, de los contenidos impartidos y de los recursos disponibles.

Este trabajo ha contribuido a una coordinación horizontal y vertical de los dos primeros cursos y a mejorar las sinergias entre los diferentes departamentos lo que indudablemente conlleva grandes beneficios en el futuro a corto y largo plazo.

Por último, se han planteado diversas líneas de actuación futuras, desde la conveniencia de modificación en la estructura del Plan de Estudios hasta diversas formas de paliar las dificultades de los estudiantes, atacando a su raíz cuando esto es posible.

## 6 Bibliografía

Apostel, Leo et al. (1979), *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*, ANUIES, México.

Bunge, Mario (2001), *Construyendo puentes entre las ciencias sociales*, en Robert Castel et al., *Desigualdad y globalización*. Manantial, Buenos Aires.

Caicedo Cuenca, N. M. (2010) La interdisciplinariedad como enfoque para la construcción de competencias a nivel universitario. *Didáctica y Educación*. Número 2.

Castañer Balcells, M. y Trigo Aza E. (1995a) Globalidad e interdisciplina curricular en la Enseñanza Primaria: Propuestas y recursos didácticos. Ed. Inde.

Castañer Balcells, M. Y Trigo Aza E. (1995b). La interdisciplinariedad en la enseñanza secundaria obligatoria: propuestas teórico-prácticas. Ed. Inde.

Hayes Jacobs, Heidi (1989), *The Growing Need for Interdisciplinary Curriculum Content*, in Heidi Hayes Jacobs (edit.), *Interdisciplinary Curriculum. Design and Implementation*, Association for Supervision and Curriculum Development, United States of American.

Méndez Leyva, A. y Pérez Ganfong, C. (2010). *La interdisciplinariedad en la enseñanza de las ciencias naturales en las carreras de ingeniería*. Didascalía: Didáctica y Educación, 1, 49-64.

Morin, Edgar (2001), *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma, reformar el pensamiento*, Nueva Visión, Buenos Aires.

Pedroza Flores, René (2006). *La interdisciplinariedad en la universidad*. Tiempo de Educar, vol. 7, núm. 13, pp. 69-98.

Pozuelos Estrada, F. J., Rodríguez Miranda, F. P. y Travé González, G. (2012) *El enfoque interdisciplinar en la enseñanza universitaria y aprendizaje basado en la investigación. Un estudio de caso en el marco de la formación*. Revista de Educación, 357.

Ros, G. et al. (2014), *Interdisciplinariedad e integración del conocimiento en el primer curso de los Grados de Ingeniería de Telecomunicaciones*. Resúmenes del VIII Encuentro de Innovación Docente de la Universidad de Alcalá. En prensa.

Valencia Giraldo, A, et al. (2004). *La interdisciplinariedad en ingeniería*. Agoras. Anuario De La Asociación De Profesores De La Universidad De Antioquia v.6 fasc.7 p.51 - 60.