

Interdisciplinariedad e integración del conocimiento en el primer curso de los Grados de Ingeniería de Telecomunicación

Germán Ros¹, Sergio Lafuente², Philip Siegmann²,
Pedro Gil², Miguel Ángel Raposo¹,
José Javier Martínez Fernández de las Heras¹,
Elena Saiz¹, José Luis Martín Sánchez³,
Hilario Gómez Moreno² y Roberto Costas¹

¹Dpto. de Física y Matemáticas

²Dpto. de Teoría de la Señal y las Comunicaciones

³Dpto. de Electrónica

Universidad de Alcalá

contacto: german.ros@uah.es

Abstract

We propose an interdisciplinary university teaching experience between different subjects that make up the first course of the Telecommunications Engineering Degree from the University of Alcalá. The processes involved to find relationships and commonalities between subjects, actions implemented and how they affect different subjects and the vision of the students on the interrelation between them and why their learning, are analyzed in this article.

Keywords

Interdisciplinary, integration, engineering, telecommunications

Resumen

Se plantea en este artículo una experiencia docente universitaria de carácter interdisciplinar entre las diferentes asignaturas que integran el primer curso de los Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá. Se explica el proceso realizado para encontrar las relaciones y puntos en común entre asignaturas, las acciones puestas en práctica y cómo éstas afectan a las diferentes asignaturas y a la visión del alumnado sobre la interrelación entre ellas y el porqué de su aprendizaje.

Palabras clave

Interdisciplinar, integración, ingeniería, telecomunicación

1 Introducción

La organización del conocimiento en disciplinas se remonta hasta el mismo origen de la Universidad que pronto se dividió en facultades haciendo que se institucionalizase la división del conocimiento para su enseñanza. La división del conocimiento en disciplinas es, en este sentido, la base de la organización de la enseñanza universitaria y se ve fomentada por la especialización (Apostel, 1979). A su vez, la subdivisión en asignaturas es habitual por motivos didácticos si bien se debería avanzar en su integración a medida que se profundiza en el conocimiento. Así, todo el sistema universitario promueve una formación unidisciplinar, a pesar del reconocimiento de que las disciplinas, y mucho más las asignaturas individuales, son una manera artificial y arbitraria de ordenar y dosificar la enseñanza y la investigación (Bunge, 2001; Morin, 2001; Hayes, 1989). El propio Albert Einstein alertaba sobre el problema de la especialización: *“La insistencia exagerada en el sistema competitivo y la especialización prematura con base en la utilidad inmediata matan el espíritu en que se basa toda vida cultural, incluido el conocimiento especializado.”* (Einstein, 2000).

El propio concepto de interdisciplinariedad tiene una definición confusa si se compara con otros similares. Jean Piaget (Piaget, 1979) distingue tres

niveles de colaboración e integración entre disciplinas (multi, inter y transdisciplinariedad). Sin entrar aquí en más discusión, y siguiendo a Apostel (1972), entendemos la interdisciplinariedad como “interacción que puede ir de la simple comunicación de ideas hasta la integración mutua de conceptos directores, de la epistemología, de la terminología, de la metodología, de los procesos, de los datos y la organización de la investigación y de la enseñanza correspondiente. Un grupo interdisciplinario se compone de personas que ha recibido una formación en diferentes campos del conocimiento (disciplinar) teniendo cada uno conceptos, métodos, datos y términos propios”. De este modo, en el trabajo que aquí se presenta han participado 10 profesores con el denominador común de ser responsables de las asignaturas del primer curso de los Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá (4 grados, más de 500 alumnos en primer curso). El grupo de trabajo consta de 3 profesores de la Unidad docente de Física encargada de las asignaturas de Fundamentos Físicos I y II, 2 profesores de la Unidad docente de Matemáticas responsables de las asignaturas de Álgebra Lineal y de Cálculo I y II, 4 profesores del Dpto. de Teoría de la Señal que imparten las asignaturas de Teoría de Circuitos y Análisis de Circuitos, y 1 profesor del Dpto. de Electrónica encargado de la asignatura de Electrónica digital. Además existen otras dos asignaturas en el primer curso, Sistemas Informáticos y Programación, con cuyos responsables se ha mantenido el contacto durante el desarrollo de este proyecto, con lo que podemos decir que se han cubierto todas las asignaturas del primer curso.

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 curriculum 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. El alumno aprende cada materia como un departamento estanco y no es capaz de conectar lo aprendido en diferentes asignaturas, ver su dependencia, su interrelación y 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 en los alumnos y dificulta el aprendizaje necesariamente interdependiente de las diferentes disciplinas de una misma carrera. Ante la preocupación por este hecho, el grupo de profesores nombrado anteriormente presentó un proyecto de innovación docente dando los primeros pasos hacia una visión más integradora del conocimiento, primero en nosotros mismos como profesores, para después ser capaces de transmitirlo a los alumnos.

El objetivo general que nos propusimos fue profundizar en una mayor integración entre las diferentes asignaturas impartidas en este curso académico 2012/2013 para lograr un aprendizaje más interdisciplinar, profundo y significativo de las mismas. En concreto, se pretende:

- 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 alumnos 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.

3 Fases del proyecto

El proyecto se dividió en tres fases:

1. Análisis de cada asignatura.
2. Conexiones e interrelación entre asignaturas.
3. Acciones a tomar.

En la primera fase los responsables de cada asignatura elaboraron un informe analizando diversos aspectos como el temario, los requisitos previos de la asignatura, su finalidad y utilidad para un Ingeniero de Telecomunicación, métodos y criterios de evaluación y calificación, metodologías empleadas, las posibles conexiones con otras asignaturas y se indicó lo menos relevante del temario con el objetivo, en su caso, de aligerar los sobredimensionados temarios. Estos informes fueron puestos en común con el resto de profesores comenzando así el proceso de indagación acerca de las interdependencias entre contenidos, diferentes metodologías y evaluación, problemas comunes detectados, etc.

Tras la primera fase se vio la necesidad de trabajar en grupos más reducidos para profundizar de forma más particular en las interrelaciones y dependencias entre dos o tres asignaturas, lo que constituyó la segunda fase del proyecto. De este modo cada grupo de profesores pudo analizar en detalle cómo se impartían ciertos contenidos comunes en otra asignatura y su utilidad vista bajo una perspectiva distinta.

Podemos señalar que una vez finalizadas las dos primeras fases, los propios profesores hemos alcanzado un mayor conocimiento de nuestro entorno disciplinar, de la utilidad de nuestra asignatura, de su relación con el resto y del porqué del programa de estudio. Esto constituyó buena parte de los objetivos del proyecto y permitió tomar medidas de acción para trasladar esa visión integradora e interdisciplinar al alumno. En ello consistió la tercera fase del proyecto que se analiza con más detalle en la siguiente sección.

4 Resultados

La primera acción fue plasmar las interrelaciones detectadas entre las asignaturas de primer curso, así como sus conexiones directas con asignaturas de cursos superiores, en un diagrama único general, el cual se muestra en la Figura 1. El diagrama resulta algo complejo y quizá con demasiada información para ser analizado de un vistazo, pero nos parecía útil reflejar todo lo esencial en un sólo esquema. Este diagrama puede ser de gran utilidad para los profesores ya que brinda una justificación de los contenidos de sus temarios y facilita la explicación de la conexión de los contenidos de su asignatura con los de otras. Así mismo, también será de utilidad a los alumnos ya que les facilitará la conexión entre conceptos comunes o relacionados de diversas asignaturas, hace patente dichas conexiones y muestra la necesidad y relevancia de los contenidos y las asignaturas que se imparten.

Otras consideraciones y acciones que queremos destacar son:

- Resulta llamativo que la asignatura de Fundamentos Físicos I que se imparte en el primer cuatrimestre necesite en gran medida de los contenidos que se imparten posteriormente en la asignatura Cálculo II en el segundo cuatrimestre. Este hecho, unido al alto porcentaje de “No presentado” en las asignaturas de Física, ha hecho que el Dpto. de Física y Matemáticas y la Escuela Politécnica se muestren favorables a modificar el Plan de Estudios con el fin de minimizar las deficiencias formativas

achacables a este desfase en contenidos. Así, se pretende que la asignatura de Fundamentos Físicos I pase al segundo cuatrimestre del primer curso y Fundamentos Físicos II al primero de segundo curso para el año académico 2014/15.

– Al analizar las carencias relativas a los conocimientos previos que necesita cada asignatura, se han hecho patentes muchos puntos comunes (números complejos, derivación e integración, mayor capacidad de generalización y abstracción etc.). Algunos de estos contenidos se pretende que formen parte de una nueva asignatura transversal que será incluida en el primer cuatrimestre del primer curso tras la modificación del Plan de Estudios mencionado anteriormente.

– A nivel metodológico se plantea la opción de realizar problemas de forma común entre varias asignaturas (por ejemplo entre Cálculo I y Teoría y Análisis de Circuitos, entre Fundamentos Físicos I y II con Cálculo II, entre Análisis de Circuitos y Electrónica Digital) lo que daría al alumno la visión de un aprendizaje más integrador e interdisciplinar.

– A nivel de estructura curricular, se ha acordado modificar el orden de impartición de algunos temas en varias asignaturas para adecuarlo a las necesidades de otras. Podemos citar como ejemplos: Álgebra de Boole en Álgebra Lineal, representación de funciones en Cálculo I, etc.

– Se ha propuesto la unificación en la notación de algunos términos (usar “ j ” para números complejos, usar el tiempo “ t ” como variable habitual, etc.). Aunque este pueda parecer un aspecto menor, el uso de diferente notación en distintas asignaturas para un mismo término es un gran obstáculo para que el alumno sea capaz de interrelacionar las ideas, debido a su bajo nivel de abstracción.

– Se han compartido apuntes, ejercicios y manuales de laboratorio entre profesores, lo que permite conocer mucho mejor las otras asignaturas del curso, relacionar mejor los contenidos y saber qué es lo que realmente sabe o debe saber el alumno.

- Se han puesto en común diversos métodos alternativos de resolución de un mismo problema desde diferentes puntos de vista (por ejemplo, en Fundamentos Físicos se ha incluido un nuevo método para obtener la recta de ajuste de regresión lineal a un conjunto de datos experimentales basado en el estudio de sistemas euclídeos que se realiza en la asignatura de Álgebra Lineal) lo que enriquece enormemente el conjunto de los conocimientos adquiridos y hace patente la interrelación entre ellos.
- Se han adaptado algunos temarios para fomentar la interrelación con otras asignaturas y aprovechar los contenidos aprendidos en ellas (por ejemplo, Teoría de Circuitos ha incluido en sus prácticas de laboratorio el análisis de errores que se estudia en Fundamentos Físicos I).
- Se han puesto en común los diferentes métodos de evaluación y sistema de calificación que se llevan a cabo en las diferentes asignaturas implicadas, analizando sus ventajas, inconvenientes y resultados.

5 Conclusiones

En este trabajo se han expuesto los resultados más destacados del proceso de autoanálisis, reflexión, y puesta en común junto con las medidas de acción realizadas, llevado a cabo por un grupo de 10 profesores de diversos departamentos encargados de la docencia de las asignaturas de primer curso de los Grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá. 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 propuestas para paliarlas. Asimismo, se ha planteado la conveniencia de modificación en la estructura del Plan de Estudios (todo ello se detalla en el apartado 4). 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.

Además de estas acciones concretas, este proyecto ha contribuido a una coordinación horizontal del primer curso y a mejorar las sinergias entre los diferentes departamentos lo que puede producir grandes beneficios en el futuro a corto y largo plazo.

6 Bibliografía

Apostel, Leo et al. (1972), *L'interdisciplinarité. Problemes D'enseignement et de recherche dans les universités*, Centre pour la Recherche et L'innovation dans L'enseignement, OCDE, París.

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.

Einstein, Albert (2000), *Mis ideas y opiniones*, Ed. Bon Ton, Barcelona.

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*. *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.

PIAGET, J (1979), *La Epistemología de las relaciones interdisciplinarias*. En Apostol, Berger y Otros, *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la Investigación en las universidades*. Mexico, ANUIES.

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.

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.