

# Proyecto C<sup>3</sup>IR-Creatividad, Comunicación y Colaboración en el Grado de Ingeniería Radioelectrónica.

Joaquín Moreno\*, Carlos Corrales \*, Carlos Mascareñas \*\*, Daniel Garcia \*\*, Carolina Martín \*\*, Agustín José Carmona \*\*\*, Germán Jimenez \*\*\*\*, Jorge Walliser\*\*, Ana Bocanegra \*\*\*\*\*, M. Dolores Perea\*\*\*\*\*, Maria José Ferreiro\*\*\*\*\*, Cristobal Corredor\*, Melquiades Casas\*\*\*\*\*

\*Departamento de Ingeniería en Automática, Electrónica, Arquitectura y Redes de Computadores, \*\*Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, \*\*\* Escuela de Ingeniería Técnica Naval,\*\*\*\*Dpto. de Ingeniería Eléctrica, \*\*\*\*\*Dpto. de Filología Inglesa y Francesa,\*\*\*\*\*Dpto. de Sistemas Informáticos, \*\*\*\*\*Dpto. Física Aplicada

[joaquin.moreno@uca.es](mailto:joaquin.moreno@uca.es)

**RESUMEN:** Desarrollar la capacidad de innovación en nuestros estudiantes es un objetivo clave para la sociedad. El desarrollo personal y el desarrollo social están ligados a este intangible. La creatividad y la innovación se consideran recursos estratégicos en la sociedad del siglo XXI.

Para desarrollar innovación se necesitan un conjunto de habilidades y competencias. No es un aprendizaje simple. La innovación es creatividad con impacto social. Por tanto, además del talento creativo se necesita desarrollar otras competencias, entre ellas la capacidad de colaboración y la de comunicación.

Para fomentar el crecimiento de estas competencias clave es necesario crear entornos que animen su práctica (la única forma de desarrollarlas). Entornos que estimulen la creación, el intercambio, en donde se vea lo que se crea. Ese es el enfoque y el objetivo del proyecto de innovación docente C<sup>3</sup>IR-Creatividad, Colaboración y Comunicación en el Grado de Ingeniería Radioelectrónica.

El Grado en Ingeniería Radioelectrónica está relacionado con las tecnologías de las comunicaciones y la navegación y su aplicación el sector marítimo. Se trata de un Grado con poco conocimiento social y que sin embargo contiene interesantes potencialidades (tecnologías que abarca, sector al que va dirigido, escasez de oferta académica...), que C<sup>3</sup>IR quiere ayudar a desarrollar.

La metodología del proyecto se basa en generar actividades, materiales y experiencias de valor (creatividad, colaboración), visualizarlas y compartirlas (comunicación).

El trabajo presenta las ideas anteriores, las orientaciones metodológicas y los resultados obtenidos hasta el momento

**PALABRAS CLAVE:** Creatividad, Innovación, Colaboración, Comunicación, Cambio.

## INTRODUCCIÓN: VIVIMOS EN LA SOCIEDAD DE LA INNOVACIÓN

Innovar es aportar valor basado en el conocimiento. Se basa en la creatividad, pero tiene una clara orientación al impacto social. Es creatividad con repercusión. Vivimos en una sociedad en la que la capacidad de desarrollar innovación se ha convertido en un recurso estratégico, tanto para las personas como para las organizaciones. La innovación no hay que entenderla como una cuestión tecnófila, sino más bien como una actitud mental de apertura a la diversidad (1).

Si repasamos el informe European Innovation Scoreboards 2015 que estudia el nivel de innovación en la Unión Europea (2), en base a en base al estudio de 27 indicadores que se agrupan en siete ejes estratégicos, observamos como las naciones, y las regiones, con mayores niveles de innovación son asimismo sociedades con mayor desarrollo, bienestar social, nivel educativo, con más niveles de empleo. España (Figura 1) no está entre los dos primeros grupos de países, los líderes y los seguidores en innovación, sino en el tercer grupo, los moderados, con un nivel de innovación por debajo de la media, y con una tendencia de crecimiento, factor tan importante o más como el nivel de innovación, también por debajo de la media de la UE-27.

EU MEMBER STATES' INNOVATION PERFORMANCE



**Figura. 1** Niveles de innovación en la Unión Europea

El sistema educativo, y la Universidad en particular, no pueden estar alejados de esta realidad. El desarrollo social y el personal de nuestros estudiantes, ambos directamente

relacionados, están en juego. Cuando se habla de la necesidad de cambio en el modelo productivo en nuestro país, estamos hablando de cambio en la forma de entender, formar y desarrollar la innovación en productos, servicios, modelos de negocios etc. Sin olvidar que la innovación no es solo innovación tecnológica, sino innovación social, innovación cultural, innovación educativa, entre otras.

## ¿QUÉ ENTORNOS PARA INNOVAR?

La actividad innovadora es compleja. Se necesita, al menos, capacidad de percibir oportunidades y problemas, entenderlos bien, generar ideas y alternativas, evaluarlas, diseñar planes de acción (proyectos), ejecutarlos, comunicarlos... (3). Todas estas actividades necesitan espacios creativos que las alimenten, que las estimulen y que reconozcan adecuadamente sus práctica.

En el ámbito educativo el desarrollo de estos espacios abiertos a la creación encuentra ciertas dificultades. Los grados se estructuran fundamentalmente en asignaturas, materias en su caso, que adolecen de cierta estanqueidad, con poca permeabilidad o conexión entre ellas. Por otro lado, en conjunto, la orientación por parte del profesorado a presentar fundamentalmente contenidos, sigue siendo probablemente la actividad docente principal. Tampoco hay un incentivo especial para cambiar, a pesar del espíritu metodológico orientado al desarrollo de competencias del planteamiento de Bolonia. La carrera, o progresión académica, se basa fundamentalmente en las publicaciones científicas. Este es un trabajo que demanda mucha energía, tiempo, dedicación, y la innovación docente, en muchos casos, pasa a un segundo plano de interés; normal, por otro lado dado que se dé este comportamiento. En otros casos, un número elevado de alumnos por clase puede ser una dificultad difícil de resolver.

Un espacio que nutra las actividades innovadoras debe fomentar la iniciativa personal, las ideas personales, la asunción de riesgos, la colaboración y el intercambio de ideas, la visualización de las mismas, el desarrollo de prototipos, la consideración de los posibles destinatarios del trabajo, la aceptación del error y del aprendizaje que se basa en esos errores. Un ejemplo, en cierta medida ya tradicional, de entornos de trabajo orientados a la innovación, en el campo del diseño, se puede apreciar en el caso de IDEO, empresa líder mundial (4). El mundo empresarial, y las organizaciones en general, en la medida en que viven de y para la innovación, entendida fundamentalmente como aportación de valor, cada vez establecen más patrones de comportamiento y de organización del trabajo, orientados a fomentar los entornos creativos. Por supuesto que también hay organizaciones con estructuras organizativas tradicionales. Pero no serán las mayoritarias en el futuro si están basadas en el conocimiento y la innovación. Debemos preparar, por tanto, a nuestros estudiantes para incorporarse a esas organizaciones. Es lo que corresponde al siglo XXI.

Construir espacios docentes creativos, que estimulen el desarrollo de la innovación, que sirvan para aprender a innovar, es una tarea de gestión del cambio, con la problemática propia de estos procesos (5), que en los ámbitos docentes puede incorporar dificultades adicionales como las indicadas más arriba. No por ello significa que no se haya de intentar y explorar su puesta en práctica.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO C<sup>3</sup>IR

C<sup>3</sup>IR es el acrónimo de Creatividad, Colaboración y Comunicación en el Grado de Ingeniería Radioelectrónica. C de las iniciales de las tres competencias que se intenta fomentar, tan importantes para la innovación. Las tres están íntimamente relacionadas, se realimentan, se potencian entre sí (Figura 2). De ahí el exponente al cubo del acrónimo.



Figura 2. Las tres competencias que se pretende fomentar se potencian entre sí

El Grado en Ingeniería Radioelectrónica se cursa en la Escuela de Ingenierías Marina, Náutica y Radioelectrónica de la Universidad de Cádiz. Los estudios están relacionados con las tecnologías de las telecomunicaciones, los sistemas de ayuda a la navegación, los sistemas de control y automatización y su aplicación el sector marítimo. Se trata de un Grado del que se tiene poco conocimiento social, y que sin embargo contiene interesantes potencialidades, por el tipo de tecnologías que estudia, por el sector al que va dirigido y por la escasez de oferta académica (en la península solo se oferta en la UCA). C<sup>3</sup>IR tiene como objetivo desarrollar la creatividad, la colaboración y la comunicación en este Grado, entre todos sus actores, y de esa forma mejorar su calidad y consolidarlo.

La metodología del proyecto se basa en generar actividades, materiales y experiencias de valor (creatividad, colaboración), visualizarlas y compartirlas (comunicación) entre los participantes del Grado (PDI, PAS, alumnos). Parte de una premisa fundamental, ya experimentada en otros niveles educativos (6): los espacios educativos son, pueden ser, deben de ser, espacios de creación de valor, de creación de algo interesante para alguien.

En la actividad docente se obtienen, en muchos casos, resultados de valor que, debido a la estanqueidad de esas mismas actividades, normalmente organizadas en torno a los conceptos de asignatura y clase o laboratorio, no son conocidas por el conjunto del centro o departamento; y mucho menos a nivel general de la universidad. Estos resultados se pueden entender como creatividad sin innovación, si consideramos en esta última la cualidad indicada al comienzo de este trabajo, esto es, su vocación de impacto, de tener repercusión, de difundirse entre unos potenciales destinatarios. Ahí es donde la creatividad se encuentra con la colaboración y con la comunicación, potenciando la innovación como resultado de la interacción, e iteración, de las tres.

El proyecto se sostiene en base a otras orientaciones metodológicas (Figura 3) igualmente importantes:

- Enfoque global del grado. El proyecto va dirigido potencialmente a todo el profesorado vinculado al grado, y así se ha planteado y difundido.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje se considera un proceso activo e interactivo, y por lo tanto puede y debe generar resultados de valor, aportaciones de las participantes en el proceso, sean tanto PDI como PAS o alumnos.
- Visualizar las aportaciones. Forma parte de la función de comunicación y resulta básico para crear un entorno educativo creativo. La visualización de los resultados de la actividad docente resultan estimulantes, ayudan a continuar una línea de trabajo, sugieren otras ideas. Sin olvidar que suponen un importante factor de reconocimiento a sus autores..
- Proceso de cambio. Los alumnos y los profesores son los autores de la creación de valor, pero los profesores son los actores fundamentales del cambio. Se necesita implantar, para ellos, acciones que ayuden a la gestión del cambio, básicamente con tres acciones fundamentales: comunicación, formación y acompañamiento (5).



Figura. 3 Un esquema del planteamiento general del proyecto

Entidades básicas del proyecto son las actividades, experiencias o materiales que generan resultados de valor. En general se planifican al final del curso anterior, aunque no es en absoluto una planificación cerrada. La dinámica del curso generará resultados inesperados, otras actividades, otras experiencias. Pero la acción de planificación, como tarea colectiva y al tiempo con definición de responsables de cada actividad, es en sí misma una ayuda a consolidar el proyecto. Sitúa la reflexión sobre qué acciones se van a desarrollar, dónde se puede obtener valor y de qué tipo puede ser; es además de ser una actividad compartida; la planificación se hace pública entre los participantes en el proyecto. Estas actividades se diseñan, ejecutan y finalmente todos o parte de sus resultados son visualizados, lo que ayuda a compartir la experiencia y estimula la generación de nuevas ideas, cerrando así el ciclo del proceso, que por otro lado se entiende como iterativo (Figura 4)

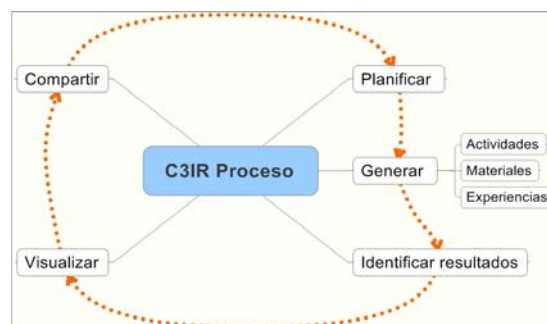


Figura 4. El proceso del proyecto C<sup>3</sup>IR es un ciclo de actividades que se realimentan y se repiten iterativamente

## RESULTADOS

El proyecto C<sup>3</sup>IR comenzó en el curso 2014 y continúa en la actualidad. Participan en el curso 2015-16 doce profesores de cinco departamentos y seis áreas de conocimiento diferentes y un PAS. Esta participación, amplia por su multidisciplinariedad ya es un resultado no desdeñable. Pero uno de las consecuencias del proyecto es también identificar qué tipos de resultados de valor se generan, o se pueden generar, para el colectivo del Grado en particular, y para la comunidad universitaria en general. Porque el proyecto tiene una vocación clara, a veces un tanto ausente en la práctica educativa, como es la de tratar de orientar las actividades y las experiencias docentes de manera que puedan producir algo objetivable, que aporte valor, y que pueda ser difundido.

Parte de sus resultados, hasta el momento, se pueden ver en la web del proyecto (7). En la Figura 5 se muestra la página inicial del espacio web.



Figura 5 Página inicial de la web del proyecto

Los resultados publicados son variados, en su tipología y contenidos, reflejando la diversidad de aportaciones de valor que se pueden obtener. Creemos que esta es una aportación interesante, porque, probablemente, algunos profesores quizás no contemplan la amplia gama de resultados que la actividad docente puede aportar, y ser de interés, para muchos otros miembros de la comunidad universitaria.

Una breve clasificación de parte de los resultados identificados y publicados, de cara a tener un esquema general de los mismos que ilustre y estimule su producción, puede ser la siguiente lista:

- a) Presentaciones (sobre salidas profesionales, creatividad)
- b) Vídeos en YouTube (sobre instrumentación electrónica, prácticas)
- c) Canales Facebook (para egresados)

- d) Diseños de los alumnos (basados en micro-controladores y en Arduino, entre otros).
- e) Prácticas de interés realizadas.

En la web, estos resultados se clasifican en función de la competencia (creatividad, comunicación, colaboración) más directamente visible en la aportación, aunque estas competencias están interrelacionadas, y en algunos casos esta clasificación es difícil de determinar.

En la Sección Creatividad encontramos diseños realizados por los alumnos:

- o Fotómetro digital con LDR
- o Detección de lámpara fundida en un coche
- o Aplicación de un vehículo para un sistema de regadío basado en movimiento Ranger
- o Dispositivo medidor de distancias
- o Sistema de control de montacargas
- o Coche controlado por Bluetooth para la realización de medidas
- o Pulsera para detección de hombre al agua
- o Control de vehículo sigue líneas mediante uso de sensores RFID y de reflexión
- o SiCoSens: Sistema de Control de Sensores para un establecimiento
- o Vehículo explorador multifunción
- o ...

Como se puede deducir, en estos trabajos se desarrollan capacidades relacionadas con el diseño electrónico. Estos resultados, al visualizarse, pueden ser utilizados en otras asignaturas desde el punto de vista que el profesor considere más oportuno: ejemplos de aplicaciones, ejemplos de componentes concretos (sensores,...) etc.

En la Sección Colaboración se presentan trabajos que han necesitado la participación de varias personas. Algunos pueden ser de diseño, y estar en la Sección de Creatividad. Lo relevante en esta sección es que el trabajo está realizado en colaboración. Podemos reseñar algunos de estos resultados

- o Ensamblado e instalación de la antena del Radioclub de la Universidad de Cádiz (alumnos de 4º curso del Grado)
- o Avería en un generador de luz negra
- o Seminario Crealab de alumnos colaboradores. En donde se recogen los trabajos realizados por estos alumnos

En la Sección Comunicación recogemos aquellos resultados cuya finalidad principal es dar a conocer a otros participantes del Grado algún estudio, práctica o documento que se considere de interés, como por ejemplo:

- o Prácticas de Radiocomunicaciones (realizado por un alumno).
- o Demostrador de Conceptos de Radiofrecuencia en V-U-SHF mediante equipos SDR. Diseño y Aplicaciones Didácticas (comunicación presentada en un congreso).
- o Canal YouTube C3iR (videos sobre instrumentación electrónica básica)
- o Radiotelescopio para el seguimiento de satélites (descripción de la instalación realizada por un profesor en la cúpula del CASEM)

- o Comunicaciones marítimas (vídeo, realizado por los alumnos, con procedimientos de comunicaciones marítimas)
- o Salidas profesionales de la Ingeniería Radioelectrónica (presentación de un profesor)
- o Creatividad (presentación realizada a los profesores participantes)
- o Boletín Electrónico IRNews, dirigido a todos los profesores del Grado

## CONCLUSIONES

A partir de todo lo anterior podemos tratar de generalizar estos resultados, y el propio planteamiento del proyecto, buscando un impacto mayor a nivel universitario. En efecto, creemos que algunos de los problemas abordados pueden ser generales en la Universidad, en particular los siguientes:

- o Conocimiento estanco, parcelado en las asignaturas y materias
- o Poca difusión del valor generado
- o Poca colaboración, en general, entre profesores distintas áreas de conocimiento como equipos de profesores en la docencia habitual

El proyecto presenta resultados y ciertas soluciones respecto a estos tres problemas. Además consideramos que conviene insistir, como conclusiones, y a partir de la experiencia realizada, en los siguientes puntos:

- o La creatividad y la innovación son recursos estratégicos en el siglo XXI. Así están reconocidos en el mundo de las organizaciones y en la misma medida debe ser valorados en la universidad. En esta experiencia, y en cierto grado, se reconoce esta realidad en la práctica docente diaria.
- o La creatividad y la innovación son capacidades que se pueden desarrollar. Su complejidad hace que su práctica, y la organización de entornos en los que explícitamente se las fomente y se las valore, sean elementos imprescindibles. En este sentido C<sup>3</sup>IR experimenta con el concepto de espacio creativo a nivel del Grado

La gestión eficaz de la creatividad y de la innovación es un reto para los grados. Se trata de definitiva de generar un clima de actividad y de comunicación que permita aumentar las aportaciones de profesores y estudiantes, y compartirlas. Es una forma de ver la enseñanza no como algo rutinario sino creativo, y a la actividad docente universitaria como generadora de valor, de resultados útiles para otros.

## REFERENCIAS

1. Millan, A. F. Presionar para innovar. *El País*, 23/09/ 2003
2. Comisión Europea, (2015). *European Innovation Scoreboards*.
3. Moreno, J. (2014). Aprender a innovar: una experiencia on line. *Teoría de la Educación*, 15(3).
4. ABC (1999). *IDEO Shopping Cart: The deep dive*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=McabDMc9Z4Y>
5. Autissier, D., & Moutot, J. (2003). *Pratiques de la conduite du changement*. Dunod.
6. Moreno, J., & Castro, M. A. (2005). *CREA. Aprender para la Sociedad de la Innovación*. Universidad de Cádiz.

7. Proyecto *C3IR*. Recuperado el 3 de 02 de 2015, de <http://proyectos.uca.es/c3ir/presentacion>

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos el apoyo y la financiación del proyecto por parte de la Unidad de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz