

# Formación en Ingeniería y Cooperación Internacional: Diseño de drones acuáticos para monitorización de variables ambientales

Manuel A. Perales Esteve  
dept. Ingeniería Electrónica  
Escuela Superior de Ingeniería de  
Sevilla  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, España  
mperales@us.es

Sergio Toral Marín  
dept. Ingeniería Electrónica  
Escuela Superior de Ingeniería de  
Sevilla  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, España  
storal@us.es

Daniel Gutiérrez Reina  
dept. Ingeniería Electrónica  
Escuela Superior de Ingeniería de  
Sevilla  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, España  
dgtierrezreina@us.es

**Abstract—** La Oficina de Cooperación de la Universidad de Sevilla (US) financia anualmente actividades de voluntariado asociadas a proyectos de cooperación internacional. Este trabajo describe las experiencias de cooperación internacional realizadas a través de un proyecto de cooperación para la medida de la calidad del agua en el lago Ypacaraí, Asunción, Paraguay, mediante el uso de vehículos no tripulados de superficie. En los últimos tres años, un total de 8 alumnos de ingeniería han participado en actividades de voluntariado en este proyecto, incorporándose al grupo de trabajo contraparte en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA) y participando en tareas de cooperación y desarrollo.

**Keywords—** Cooperación Internacional, Aprendizaje-servicio, Vehículos no tripulados, sostenibilidad

## I. INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta la experiencia formativa de un conjunto de alumnos que en los últimos tres años han participado en actividades de voluntariado financiadas por la Oficina de Cooperación de la Universidad de Sevilla (US). Con estas actividades se consigue un doble objetivo: en primer lugar, la formación y sensibilización en materia de cooperación como formación integral del alumno en competencias transversales [1] y, en segundo lugar, el aprendizaje de ingeniería basado en un proyecto con un servicio social [2]. Sin embargo, hasta ahora no se ha evaluado la experiencia en cuanto a formación específica de ingeniería. En este artículo se realiza un pequeño estudio (dado el tamaño de la muestra) sobre la percepción que los cooperantes tienen del resultado de aprendizaje conseguido. Para ello, se ha realizado una encuesta anónima a los cooperantes, en la que se les ha preguntado expresamente por la experiencia formativa, usando como epígrafes fundamentales los que se deducen de los resultados de aprendizaje EUR-ACE para ingenierías [3].

El resto del artículo continúa de la siguiente forma, la Sección II incluye el contexto del proyecto de cooperación, la Sección III describe el proceso de selección de los cooperantes. La Sección IV contiene la descripción de los drones acuáticos desarrollados en los proyectos de

cooperación. La Sección V describe los trabajos realizados por los cooperantes. Los objetivos docentes perseguidos por dichos trabajos se incluyen en la Sección VI. La Sección VII muestra los resultados obtenidos en las encuestas. Finalmente, la sección VIII incluye las principales conclusiones de este trabajo.

## II. CONTEXTO DE LA ACTUACIÓN

Paraguay es un país con gran riqueza hídrica de aguas superficiales y subterráneas, con un generoso régimen pluvial, con condiciones climáticas muy favorables y con apreciable potencial de desarrollo por su disponibilidad de recursos naturales. Entre los recursos hídricos disponibles, el lago Ypacaraí es el mayor lago de agua dulce en Paraguay, con aproximadamente 70 km<sup>2</sup>, y sus aguas sirven para consumo humano, agrícola y también como atracción turística (playa y deportes acuáticos). Un fenómeno que ocurre en este lago (y que es habitual en cuerpos de agua) es la eutrofización, que consiste en una excesiva acumulación de nutrientes debido a vertidos incontrolados que impide su ciclo de asimilación natural. Esto produce un crecimiento desmesurado de algas, que acaban por consumir el oxígeno disuelto del agua, creando unas condiciones dañinas para la ictofauna, los humanos, etc. (Figura 1). Los brotes de cianobacterias causan una severa degradación de la calidad del agua. Grandes cantidades de fitoplancton y/o peces muertos que dan lugar a olores nauseabundos, causando enfermedades en el ganado y los seres humanos, incluso la muerte [4]. La presencia de cianobacterias está en la actualidad poco documentada, y hasta la fecha sólo se han realizado análisis de muestras tomadas manualmente.

La solución propuesta consiste en el aprendizaje cooperativo de una red de Vehículos Autónomos de Superficie (ASV, por sus siglas en inglés) mediante una red inalámbrica para su despliegue adaptativo en entornos dinámicos y cambiantes como el lago Ypacaraí, donde las características del lago cambian en base a la dinámica del medioambiente.

Los primeros prototipos se realizaron con financiación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y, desde el curso 16/17 y durante 4 años consecutivos, la financiación recibida de la Oficina de Cooperación de la Universidad de Sevilla ha permitido la realización de movilizaciones de investigadores de la Universidad de Sevilla (US) y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA) así como la participación de un total de



Fig. 2. Presencia de algas en el lago Ypacarai.

8 cooperantes repartidos a lo largo de estos últimos 4 años. En la actualidad y desde marzo de 2019, se cuenta con una financiación recibida de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) a través de un consorcio liderado por la Universidad de Sevilla y el que participan la Universidad Loyola de Andalucía, la Fundación ETEA y la Fundación Ayesa, así como la FIUNA de la Universidad Nacional de Asunción y Alter Vida como socios locales.

### III. SELECCIÓN DE COOPERANTES

La oferta de voluntariado se oferta a través de la Convocatoria de Ayudas para el Voluntariado Internacional lanzada anualmente por la Oficina de Cooperación de la US. En el contexto del proyecto y a lo largo de los últimos años se han ofertado un total de 8 plazas de voluntariado a realizar en la FIUNA (con desplazamientos al lago) durante un período de 45 días coincidiendo con el período estival en España. La oferta se realiza en régimen de concurrencia competitiva, valorándose la afinidad con la titulación requerida (estudiantes de ingeniería) y su experiencia previa en cooperación. La financiación recibida para el voluntariado cubre el desplazamiento, alojamiento y manutención, proporcionándoles el centro receptor (FIUNA) el acceso a sus laboratorios y material necesario para desarrollar su trabajo. En media, se presentaron un total de 8,25 alumnos por plaza ofertada, lo que muestra el interés de las actividades de voluntariado entre los estudiantes de ingeniería y su disposición a desplazarse y colaborar con otros grupos extranjeros. Los perfiles de los alumnos seleccionados son muy variados, incluyendo tanto a alumnos de grado como a alumnos de máster.

### IV. DISEÑO DEL DRON ACUÁTICO

Durante los distintos proyectos de cooperación se han desarrollado hasta tres vehículos autónomos distintos denominados Cormorán I, II y III, tal y como se pueden ver en la Figura 2 (a)-(c). El nombre ha sido tomado por ave acuática proveniente de la familia Phalacrocorax. Los tipos I y II fueron desarrollados con fondos propios de la Universidad Nacional de Asunción a través de proyectos investigación financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El Cormorán I se desarrolló como prototipo y prueba de concepto, presentando muchas limitaciones en cuanto a su movilidad en lago debido a que la contaminación del mismo imposibilitaba el movimiento de la hélice de manera satisfactoria. No obstante, este diseño posibilitó la



(a) Cormorán I



(b) Cormorán II



(c) Cormorán III

Fig. 1. Fotografías de los distintos vehículos acuáticos desarrollados en los diversos proyectos de cooperación entre la Universidad de Sevilla y la Universidad Nacional de Asunción.

calibración de algunos de los sensores de calidad del agua que se han incorporado en las siguientes versiones, tales como pH, oxido disuelto, temperatura, y conductividad. Otro problema detectado con este prototipo fue la necesidad de diseñar una carcasa común a todos los sensores para evitar que las turbulencias en el agua provocadas por el movimiento del vehículo afecten a las medidas tomadas por los sensores. Esta primera versión estaba controlada remotamente por un mando de control y la autonomía de este era muy limitada 20-30 minutos. En cuanto a la participación de los cooperantes, se diseñaron algoritmos de planificación de movimientos utilizando algoritmos genéticos y se desarrolló un diseño de carcasa para los sensores.

El Cormoran II es un vehículo acuático de altas prestaciones (dimensiones de 4x2 m<sup>2</sup>), el cual se encuentra en fase de pruebas en estos momentos. El control de los motores del vehículo se va a realizar mediante la tarjeta Pixhawk con ardupilot. Como ordenador de a bordo se utilizará una tarjeta Nvidia Jetson TX2, la cual permitirá procesamiento de imágenes basado en redes neuronales convolucionales para la detección de obstáculos. A su vez, el vehículo dispone de otro sistema de detección de obstáculos basado en un LIDAR. Para la alimentación del vehículo, se disponen de dos baterías de 20 Ah y paneles fotovoltaicos para alargar la autonomía del mismo, tal y como se puede observar en la Figura 2(b). Los sensores de calidad del agua están basados en la plataforma Smart Water de Libelium. Esta plataforma es muy flexible y permite incorporar una gran cantidad de sensores de calidad del agua. La comunicación entre los sensores y el ordenador de a bordo se realizará mediante Zigbee para reducir el consumo de las comunicaciones y para poder colocar los sensores, y la tarjeta de control de los mismos, cerca de la superficie del lago. Para mejorar el posicionamiento mediante GPS del vehículo, se utilizará la estación base Reach RS+ basada en RTK GNSS, permitiendo una precisión de centímetros. El Cormoran II estará equipado con una sonda sumergible a distintas profundidades para tomar medias de calidad del agua distintos niveles. Por último, para implementar un sistema de telemetría remoto, el ordenador de a bordo estará equipado un módulo 4G para podemos mandar los datos a la nube y ser procesados remotamente.

En cuanto al Cormoran III, es un vehículo desarrollado por la empresa peruana 4HELIX LABS, de menores dimensiones (1.3 x 0.95 m<sup>2</sup>) con respecto al Cormoran II, Figura 2(c). No obstante, la electrónica de control y los sensores son los mismos que en el caso del Cormoran II. El ordenador de a bordo será un Nvidia Jetson Nano, aunque también se está valorando utilizar una Raspberry Pi 4. A diferencia con respecto al Cormoran II, éste no dispone de una sonda sumergible a distintos niveles y tampoco de placas fotovoltaicas, por lo que se estima la autonomía de este será de unos 90 minutos. Hay que destacar que este vehículo ha sido desarrollado con fondos del proyecto AECID. Este vehículo también se encuentra en fase de pruebas, sin embargo, la validación del mismo ha sido llevada a cabo por la empresa 4HELIX LABS, por lo que las pruebas que se están desarrollando están enfocadas a la ejecución de misiones planificadas.

## V. COOPERACIÓN INTERNACIONAL

Los 8 cooperantes seleccionados (4 hombres y 4 mujeres) proceden todos de titulaciones de ingeniería, siendo cuatro de ellos de titulaciones de grado: dos del grado de Ingeniería de la Energía, uno del grado de Ingeniería de las Tecnologías Industriales y uno del doble grado de Ingeniería Eléctrica y Mecánica, y otros cuatro estudiantes de master: dos del master de Ingeniería Industrial, uno del Master de Ingeniería de Telecomunicación y uno del master de Ingeniería Electrónica, Robótica y Automática. Todos ellos se integraron a las actividades que en cada momento se desarrollaban considerando su titulación de procedencia. Las tareas desarrolladas por los cooperantes fueron:

- Algoritmos de planificación de caminos (path planning) mediante el uso de algoritmos genéticos
- Diseño de una carcasa para los sensores

- Mejora del diseño de la sonda de sensores lacustres con profundidad ajustable
- Planificación de rutas local para evitar obstáculos
- Optimización de la eficiencia energética de paneles solares y baterías
- Optimización de la producción eléctrica de paneles fotovoltaicos mediante sistemas de refrigeración

## VI. OBJETIVOS DOCENTES PERSEGUIDOS

Cuando se plantea una experiencia de cooperación internacional, el objetivo de ésta está implícito: cooperar con otras Universidades, normalmente en países con menor desarrollo tecnológico o social, para redistribuir en la medida de las posibilidades el conocimiento y favorecer el desarrollo de las comunidades con las que se coopera. No obstante, dado que se plantea a recién egresados de los títulos de grado o a estudiantes de máster, y como actividad de la Universidad, es lógico contemplar que pueda perseguir un cierto desarrollo de la formación de los cooperantes.

En el caso de las ingenierías, esto resulta más evidente si cabe que en otras titulaciones, dado que no se contempla en los planes de estudio, de manera obligatoria, la realización de prácticas en empresa ni ningún otro tipo de *Practicum* como sí sucede en otros grados.

De manera general, el objetivo docente fundamental de esta experiencia puede ser conseguir que los cooperantes, acostumbrados a una manera de afrontar los problemas de forma académica y en un entorno controlado, comprueben que pueden desenvolverse en otras situaciones. Exponer a los alumnos a un cambio cultural (*controlado*, en el sentido de que al menos el idioma no es una gran barrera) y a un primer momento de desarrollo de sus capacidades como ingeniero (no tanto de sus conocimientos)

### A. Resultados de Aprendizaje EUR-ACE

El sello EUR-ACE(r) lo conceden las agencias de calidad a aquellas escuelas de ingeniería que acrediten que los egresados han llegado a una serie de resultados de aprendizaje [3]. Este sello de calidad tiene mucha importancia, pero en cualquier caso no es esto lo que nos interesa, sino más bien cuáles son esos resultados de aprendizaje, que la Red Europea de Acreditación de Educación en Ingeniería (ENAAE) consideran fundamentales para acreditar un título de ingeniería. Estos resultados son, de manera resumida, los siguientes:

1. Conocimiento y Comprensión. Deben poseer conocimientos de las ciencias básicas, así como de las disciplinas de ingeniería, específicas de su área así como multidisciplinarias.
2. Análisis en ingeniería. Deben ser capaces de analizar un problema de ingeniería, dividirlo en otros de menor tamaño y ser capaces de ver no sólo el aspecto técnico del problema sino también el resto de implicaciones (sociales, sanitarias, medioambientales...)
3. Diseño en Ingeniería. Deben adquirir las destrezas necesarias para realizar diseños de productos o procesos, así como para elegir las metodologías adecuadas.
4. Investigación. Deben ser hábiles para buscar y seleccionar bibliografía, normativas, etc. y realizar las

labores previas al diseño de los sistemas o procesos, así como llevar a cabo experimentos.

- 5. Práctica de la Ingeniería. De manera global, los graduados deben ser capaces de desarrollar las destrezas necesarias para la práctica de la ingeniería, como son los conocimientos técnicos, capacidad de desarrollo de proyectos, implementación de normativas, conocimiento de las implicaciones sociales de la ingeniería, o la organización de los recursos económicos necesarios para el desarrollo de proyectos industriales.
- 6. Elaboración de juicios. Deben ser capaces de elegir críticamente entre varias soluciones posibles, teniendo en cuenta no sólo aspectos técnicos sino también las implicaciones éticas o sociales de esta elección.
- 7. Comunicación y trabajo en equipo. Los graduados deben haber obtenido las destrezas necesarias para comunicar sus conclusiones y para trabajar en equipos multidisciplinares, incluso en contextos internacionales.
- 8. Formación Continua. Deben haber demostrado la capacidad de proseguir con su formación a lo largo de toda su vida profesional, de manera autónoma y no reglada o ayudándose de programas específicos de formación continua.

Se puede suponer *a priori* cuáles de estos objetivos de aprendizaje se entrenarán de una manera más efectiva en una experiencia de cooperación internacional, y resulta más complicado sin embargo desarrollar durante la formación reglada del grado. No obstante, es conveniente contrastar esta impresión con la de las personas que han realizado la experiencia de cooperación.

## VII. ENCUESTA REALIZADA

Se ha realizado una encuesta anónima a los 8 cooperantes, usando medios telemáticos (Google Docs). Para garantizar el anonimato, dado lo pequeño de la muestra, no se han realizado preguntas que pudieran conducir a la identificación de las personas han respondido, como en qué año participaron, titulación de partida o género. Esto limita el estudio de los resultados, al no poder segmentar según estas variables. En cualquier caso, dado el tamaño de la población, cualquier segmentación resulta poco útil. De los 8 cooperantes a los que se pidió que contestaran a la encuesta, 6 lo hicieron. De estos 6, 4 respondieron en menos de 24h desde que se les mandó la invitación, y los otros dos durante la semana siguiente.

La encuesta se ha dividido en tres partes. En una primera parte se realizan preguntas de índole general, para evaluar el grado de satisfacción de los cooperantes, con la experiencia de cooperación y también con el aspecto formativo de la misma. En la segunda parte se detallan los 8 resultados de formación del sello EUR-ACE, indagando sobre el grado de cumplimiento que se obtiene en cada uno de ellos. La tercera parte de la encuesta, de respuesta abierta, se ha diseñado para que los cooperantes puedan proponer mejoras o cambios en el proceso, sobre todo en lo que tiene que ver con su dimensión formativa.

En la siguiente tabla se muestran las preguntas realizadas, con indicación de si la respuesta era cuantitativa (de 1 a 5) o cualitativa (textual). El primer bloque corresponde a las preguntas de 1 a 8; el segundo bloque son las preguntas de 9 a

16; el tercer bloque lo comprenden las últimas 4 preguntas, de la 17 a la 20.

TABLE I. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

Nº	Pregunta (tipo de respuesta)
1	Expectativas de formación (1:5)
2	Realidad de la formación obtenida (1:5)
3	¿En qué aspecto ha mejorado tu formación como Ingeniero con la experiencia? (textual)
4	Valora tu colaboración con el proyecto (1:5)
5	Valora globalmente tu experiencia de cooperación internacional (1:5)
6	Valora tu convivencia con los demás cooperantes (1:5)
7	Valora tu relación con los investigadores de la Universidad de destino (1:5)
8	Valora cómo te has desenvuelto en un país extranjero (1:5)
9	Resultado 1: Conocimiento y Comprensión (1:5)
10	Resultado 2: Análisis en Ingeniería (1:5)
11	Resultado 3: Diseño en Ingeniería (1:5)
12	Resultado 4: Investigación (1:5)
13	Resultado 5: Práctica de la Ingeniería (1:5)
14	Resultado 6: Elaboración de Juicios (1:5)
15	Resultado 7: Comunicación y trabajo en equipo (1:5)
16	Resultado 8: Formación Continua (1:5)
17	Aspectos que se pueden mejorar en la selección de candidatos (textual)
18	Aspectos que se pueden mejorar en la Formación inicial de los candidatos en la Universidad de Origen (textual)
19	Aspectos que se pueden mejorar en la acogida y formación en la Universidad de Destino (textual)
20	Algún otro aspecto que pienses que puede ser importante para mejorar la experiencia, desde el punto de vista formativo (textual)

## VIII. RESULTADOS OBTENIDOS

Como se ha dicho anteriormente, la validez de los resultados se debe matizar por el tamaño de la muestra, y sólo nos interesará la existencia de tendencias que se repitan mucho, dado que 6 es un número pequeño.

A continuación se analizarán los resultados, separados en las diferentes partes de la encuesta. Se hará un análisis de las respuestas a las preguntas con valoración numérica, y se comentarán también las respuestas más recurrentes a las preguntas con contestación abierta (textual).

### A. Preguntas generales

Las dos primeras preguntas (Expectativas de formación y realidad de la formación obtenida) muestran en general unos resultados muy favorables. Es de destacar que la realidad de la formación superó la expectativa que tenían, en la gran mayoría de los casos. La media de valoración de la formación recibida llega a los 4.5 puntos sobre 5, lo que se puede considerar un muy buen resultado.

En la Fig. 3 se muestran las 6 respuestas a las dos primeras preguntas, destacando el muy buen resultado del proceso en la mayoría de los casos. Un total de 4 de los 6 encuestados valoraron con 5 la formación obtenida con la experiencia.

En la Fig. 4 se pueden ver las medias de las respuestas a las preguntas de 4 a 8. Es de destacar que, salvo en la

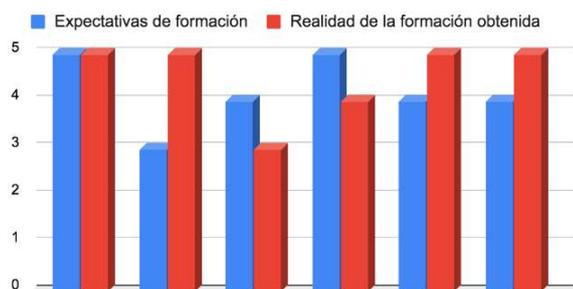


Fig. 3 Respuestas individuales a las preguntas 1 y 2.

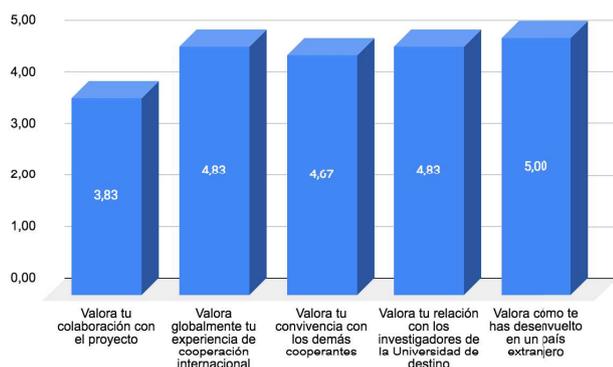


Fig. 4 Medias de las respuestas 4 a 8.

valoración de la colaboración con el proyecto, las demás consiguen puntuaciones por encima del 4.5 sobre 5. La menor puntuación de la pregunta 4 se puede deber a una visión modesta o pesimista de la contribución de su trabajo al proyecto global.

Respecto a la pregunta 3, destacaron en su mayoría que era la primera vez que aplicaban conocimientos a un problema real, y que eso les motivó mucho a la hora de buscar soluciones, viendo que no se trataba de algo teórico, sino que el dron acuático estaba allí y tenían que terminar de montarlo y calibrarlo.

### B. Resultados EUR-ACE

El segundo bloque se destinó al análisis de los resultados de aprendizaje del sello EUR-ACE, usados como métrica de lo que se espera de la formación de un ingeniero. En la Fig. 5 se muestran dichos resultados. Es significativo que todas las respuestas están, en media, por encima del 4 sobre 5. Resulta curioso que la que más puntuación obtiene es la referida al primer resultado de aprendizaje (Conocimiento y Comprensión), más por ejemplo que el resultado 4 (Investigación) o el 5 (Práctica de la ingeniería). A la vista de las respuestas, parece que los cooperantes valoran más los conocimientos adquiridos que el desarrollo práctico realizado.

### C. Propuestas de mejora

En el tercer bloque de la encuesta se les preguntó sobre posibles mejoras que viesen convenientes, sobre todo respecto a la formación recibida.

- En respuesta a la pregunta 17, todos consideraron que el proceso de selección es correcto.
- Todos ellos, igualmente, piensan que sería conveniente un pequeño curso previo para estar más al día de lo que

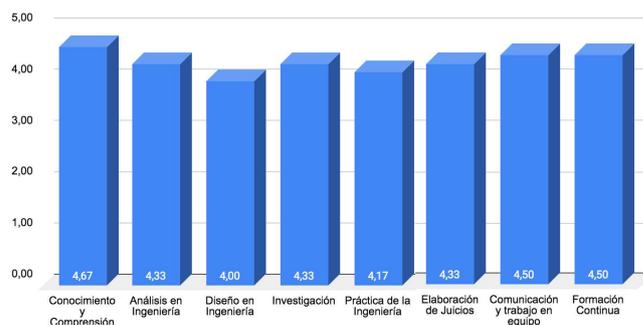


Fig. 5 Medias de las respuestas 9 a 16

se vaya a realizar en la cooperación (programación Python, sistemas de seguimiento, sensores...)

- La acogida de la Universidad de destino (pregunta 19) fue valorada como muy positiva, destacando únicamente que sería bueno disponer de ayudas para la búsqueda de alojamiento, pero nada destacable respecto a la formación.
- En la última pregunta volvieron a destacar la cuestión del alojamiento, e incluso apuntaron que la experiencia se les hizo corta (2 meses) para poder ser más práctica.

## IX. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos por la encuesta, y teniendo en cuenta el conocimiento que los profesores a cargo de la experiencia han tenido también, se pueden sacar algunas conclusiones:

- La experiencia de Cooperación Internacional llevada a cabo en colaboración con la Universidad de Asunción está dando frutos, no sólo en lo que se refiere a resultados de cooperación (transferencia de conocimiento) sino también como recurso docente.
- La implicación de los cooperantes en un proyecto de investigación ya en marcha, con resultados visibles, les resulta muy interesante y estimulante.
- Los cooperantes entienden que la experiencia les ha reportado beneficios en su formación como ingenieros, aunque inicialmente no era ese su objetivo.
- Realizando una formación inicial más específica en las tareas a desarrollar, estiman que el rendimiento de la cooperación sería mayor, su aportación al proyecto más fructífera y probablemente el resultado formativo de la experiencia también fuese más completo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con la Ayuda y financiación de la Oficina de Cooperación de la Universidad de Sevilla y los proyectos I+D+i FEDER Andalucía 2014-2020 con Ref. US-1257508 y Plan Estatal 2017-2020 Retos Ref. RTI2018-098964-B-I00, así como del Contrato de acceso al Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del programa propio de I+D+i de la Universidad de Sevilla

## REFERENCES

- [1] Chan, W. W. (2004). International cooperation in higher education: Theory and practice. *Journal of studies in International Education*, 8(1), 32-55.

- [2] Krishnan, S. (2011). Project-based learning with international collaboration for training biomedical engineers. In 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (pp. 6518-6521).
- [3] ENAAE. "Criterios y directrices. Marco EUR-ACE", disponible online: [https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2019/05/EAFSG-Word\\_Spanish\\_20190510.pdf](https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2019/05/EAFSG-Word_Spanish_20190510.pdf)
- [4] Codd, G. A., Lindsay, J., Young, F. M., Morrison, L. F., & Metcalf, J. S. (2005). Harmful cyanobacteria. In Harmful cyanobacteria (pp. 1-23). Springer, Dordrecht.