

# PROYECTO DE INNOVACION DOCENTE

## "LA TUTORIZACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS POR ALUMNOS DE 1º Y 2º DE BACHILLERATO EN LA UPCT DURANTE EL CURSO 2015/16"

**Equipo de docentes que han participado:**

**Coordinador:**

José Luis Serrano Martínez

**Componentes del equipo:**

José Alberto Acosta Avilés

Alfonso Aniorte Carbonell

Francisco Javier Bayo Bernal

José Maria Carrillo Sánchez

Enrique Castro Rodríguez

Héctor Miguel Conesa Alcaraz

M<sup>a</sup> Dolores Gómez López

Silvia Martínez Martínez

José Jorge Morales Domingo

José Manuel Moreno Angosto

Alfredo Palop Gómez

Isabel María Párraga Aguado

Jose Victor Rodríguez Rodríguez

Juan Francisco Sánchez Pérez

Juan Suardíaz Muro

# ÍNDICE

<b>1- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
A-UPCT: institución que fomenta la investigación .....	5
B-¿Qué es el bachillerato de investigación BI?.....	5
C-Acuerdos de colaboración entre UPCT y los IES que imparten BI	7
D- procedimientos de trabajo.....	8
E- Establecimiento de contactos entre IES y UPCT.....	9
F-Divulgación de resultados: congresos .....	10
G- Conclusiones.....	12
<b>2- ANEXOS.....</b>	<b>14</b>
ANEXO 1. Modelo de acuerdo de colaboración UPCT/IES.....	14
ANEXO 2. Pautas orientativas trabajo investigación en IES.....	20
ANEXO 3. Calendario genérico para proyectos de 1º Bachillerato..	21
ANEXO 4. Calendario genérico para proyectos de 2º Bachillerato..	22
ANEXO5. Procedimiento para proponer trabajo de colaboración desde IES.....	23
ANEXO 6. Procedimiento para proponer trabajo de colaboración desde UPCT.....	24
ANEXO 7. Propuesta de reglamento de trabajos colaborativos de investigación.....	25
ANEXO 8. INFORME PROYECTO: Estudio de la aplicación de un fitofortificante en las propiedades físico-químicas y biológicas de suelo implicadas en la dinámica del nitrógeno y el fósforo en el sistema suelo-planta en los cultivos de maíz y melón.....	31
ANEXO 9. INFORME PROYECTO: Evaluación de Enmiendas Orgánicas para la Restauración Ambiental de Depósitos Mineros de la Sierra de Cartagena-La Unión.....	35
ANEXO 10. INFORME PROYECTO: Análisis bacteriológico del yogur ¿realmente caduca?.....	39
ANEXO 11. INFORME PROYECTO: Presas y resaltos hidráulicos.....	42
ANEXO 12. INFORME PROYECTO: Propiedades organolépticas y físico- químicas del agua desalada. ....	46
ANEXO 13. INFORME PROYECTO: La física en el teléfono móvil y estudio de la obsolescencia programada .....	48

ANEXO 14. INFORME PROYECTO: Técnicas geofísicas para el cálculo de volúmenes de depósitos de estériles mineros. ....	50
ANEXO 15. INFORME PROYECTO: Efecto Doppler .....	53
ANEXO 16. INFORME PROYECTO: Contaminación Acústica en el Isaac Peral.. .....	56
ANEXO 17. INFORME PROYECTO: La antimateria como fuente de energía .....	59
ANEXO 18. INFORME PROYECTO: Medida de la Velocidad de la Luz en diversos Medios a través de diferentes Métodos .....	64
ANEXO 19. INFORME PROYECTO: Desarrollo de un sistema robótico basado en la plataforma Arduino .....	70
ANEXO 20. Díptico congreso SIMIP'16 .....	75
ANEXO 21. Cartel IDIES 16 y listado proyectos IDIES .....	79
ANEXO 22. Reportaje en prensa suplemento La Verdad "Nuestra Tierra" con proyectos relacionados con el medio ambiente.....	83

## 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de innovación docente tiene como objetivo principal establecer las bases que faciliten el desarrollo de trabajos de investigación conjuntos entre centros que imparten bachillerato de investigación en la Región de Murcia y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Estos trabajos los llevan a cabo alumnos de 1º/2º de bachillerato, y pueden implicar el uso de equipos e instalaciones de la UPCT además del apoyo o asesoramiento de personal investigador de ésta. Como experiencia piloto se han desarrollado en el curso 2015/2016 12 trabajos de investigación con alumnos y tutores de los IES San Isidoro, Isaac Peral y Mediterráneo de Cartagena, Domingo Valdivieso de Mazarrón y Floridablanca de Murcia, en los que han participado los 15 profesores de la UPCT que componen este equipo.

Los trabajos se han llevado a cabo participando en las dos iniciativas regionales que agrupan a varios IES trabajando de forma conjunta, con pautas comunes, y que dan lugar a congresos en los que se exponen los trabajos de investigación de los alumnos: la iniciativa SIMIP que agrupa a los tres IES de Cartagena con Bachillerato de Investigación, y la iniciativa IDIES que agrupa IES de toda la región en torno a proyectos desarrollados principalmente en el CEBAS-CSIC, aunque con participación de algunos centros de la UMU.

Los proyectos se han desarrollado dentro del marco de colaboración entre la UPCT y los IES que imparten el bachillerato de investigación, establecido mediante la firma de un acuerdo bilateral entre ambos.

El desarrollo de esta experiencia piloto ha permitido establecer determinadas condiciones de trabajo, así como procedimientos y protocolos que faciliten los contactos y la colaboración entre el personal de los IES y el de los departamentos universitarios implicados. En concreto se han plasmado los resultados de la experiencia piloto en tres documentos que puedan servir de guía a los compañeros en el futuro y que permitan hacer de esta colaboración una actividad sostenible y duradera, con las premisas de no suponer un gran esfuerzo añadido a las tareas convencionales en la UPCT y de estar reconocida adecuadamente.

Los tres documentos generados por el equipo son a) un reglamento con las normas básicas de participación y desarrollo de las colaboraciones. b) un modelo de ficha con la oferta de proyecto desde la UPCT que será la parte visible para los IES en web, email etc. c) Un anexo individual detallado, que recoge datos y reflexiones sobre la experiencia que ha tenido cada profesor UPCT cotutorizando un proyecto de investigación durante el curso 2015/16, y que incorpora la ficha de oferta.

## **A. UPCT: INSTITUCIÓN QUE FOMENTA LA INVESTIGACIÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA**

La UPCT es una Institución dotada de personalidad jurídico-pública para el cumplimiento de sus fines, entre los que se incluyen con carácter prioritario la educación, el desarrollo de la ciencia, la técnica y la cultura a través del estudio y la investigación. En concreto, sus estatutos propician su proyección externa a través del establecimiento de relaciones con instituciones del entorno regional, nacional e internacional.

En el artículo 2 de los estatutos de la UPCT se desarrollan las funciones de esta universidad, entre las que cabe destacar en relación a este Proyecto de Innovación Docente las siguientes:

- a) La creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, la técnica y la cultura.
- b) La preparación para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos y técnicos, y para la creación artística.
- c) La difusión, valorización y transferencia del conocimiento científico y técnico al servicio de la sociedad, de la cultura, de la calidad de vida y del desarrollo económico, en particular de la Región de Murcia.
- d) La mejora del sistema educativo de la Región de Murcia.

La Universidad Politécnica de Cartagena desarrollará por tanto otras actividades más allá de la docencia y la investigación convencionales dirigidas a la sociedad en general, que tendrán como finalidad proyectar las funciones y los servicios de la Universidad al entorno social.

## **B. ¿QUÉ ES EL BACHILLERATO DE INVESTIGACIÓN?**

La Región de Murcia es pionera en el desarrollo de un itinerario de bachillerato basado en la metodología científica.

La normativa actual que organiza el bachillerato de investigación en la Región de Murcia es el Decreto n.º 221/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, donde en su artículo 14 regula la modalidad del Bachillerato de Investigación dentro de la Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE).

Algunos aspectos organizativos de este bachillerato se siguen basando en la Orden de 27 de julio de 2009, de la Consejería de Educación, Formación y Empleo, por la que se regula, para la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, la organización del Bachillerato de Investigación.

El Bachillerato de Investigación pretende conciliar la formación generalista imprescindible, que es el objetivo del Bachillerato, con la capacidad para ahondar en el conocimiento y la práctica de la investigación en su más amplio sentido. Con tal fin, el Bachillerato de Investigación pretende facilitar al alumnado el desarrollo de una preparación rigurosa en las distintas materias, mediante el acercamiento práctico a la metodología investigadora propia de los estudios más exigentes, propiciando asimismo, la igualdad de género como un elemento esencial en el desarrollo de habilidades y potencialidades de dicho alumnado. Además, el Bachillerato de Investigación contribuirá a:

a) Promover la vocación del estudiante hacia la investigación científica, humanística, técnica o artística, mediante una metodología que le facilite la incorporación y adaptación a la enseñanza universitaria.

b) Favorecer una mentalidad científica, rigurosa, ordenada, crítica.

c) Proporcionar una relación más estrecha entre el profesorado y el alumnado en aras a la elaboración de investigaciones de forma conjunta.

El principio metodológico básico de este Bachillerato será la investigación. Los alumnos integrarán, como parte de su desarrollo formativo, aquellos métodos de trabajo próximos a la dinámica universitaria que les permitan adquirir hábitos en el manejo de fuentes documentales y bibliográficas. Con este fin, los alumnos deberán ser capaces de elaborar, exponer y argumentar de forma razonada proyectos de investigación -individual o colectivamente- que sean resultado de una metodología de estudio científica.

En todas las materias se potenciarán los trabajos de investigación, desarrollados progresivamente a lo largo del curso, y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. En las materias de la modalidad de Ciencias y Tecnología las tareas y prácticas de laboratorio constituirán el aspecto esencial de su metodología. En las materias de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales y Artes, la metodología se basará fundamentalmente en el análisis de textos completos y obras diversas, la realización de trabajos de investigación y la introducción a la elaboración de ensayos que permitan al alumnado profundizar en un aspecto concreto o descubrir las líneas maestras de las distintas materias.

La estructura del bachillerato de investigación, en cuanto a materias, se distingue del bachillerato ordinario en la inclusión de dos materias de libre configuración autonómica, y que son las siguientes:

- 1º bachillerato: Investigación Aplicada
- 2º bachillerato: Proyecto de investigación.

Los alumnos de 2º de bachillerato deberán presentar un proyecto de investigación individual que será evaluado por un tribunal formado por profesores que participan en este programa. Las pautas para la realización del trabajo de investigación en 2º de bachillerato vienen reguladas, y se muestran en el **Anexo 2**.

En cuanto a los alumnos de primero de bachillerato realizarán trabajos de investigación con estructuras diferentes, en función del centro donde lo realicen. Hay IES que proponen trabajos de investigación grupales en 1º de bachillerato, e individuales en segundo. Hay otros centros que inician los trabajos de investigación en primero y los finalizan en segundo. Este aspecto no está regulado en primero de bachillerato, y los centros tienen libertad para organizarlo.

En la práctica de los últimos años, llevar a cabo estos proyectos no ha sido una tarea sencilla para el profesorado. El desarrollo de trabajos de investigación con los alumnos de esta modalidad de bachillerato supone hacer uso de recursos materiales (material de laboratorio, instrumental, software ...) que en muchos IES están obsoletos o no existen. Los profesores tutores de proyectos en los IES no disponen de horas, en el horario oficial de docencia, para trabajar con los alumnos a los que les dirigen el trabajo. De este modo esas horas las suelen conseguir de su tiempo libre en el centro, o en otros casos, asistir por las tardes a los centros educativos para desarrollar tareas correspondientes al desarrollo de los trabajos.

En la región de Murcia, los centros que imparten el bachillerato de investigación son los siguientes:

CENTRO	LOCALIDAD
IES ALCÁNTARA	ALCANTARILLA
IES ISAAC PERAL	CARTAGENA
IES MEDITERRÁNEO	CARTAGENA
IES SAN ISIDORO	CARTAGENA
IES SAN JUAN DE LA CRUZ	CARAVACA DE LA CRUZ
IES INFANTA ELENA	JUMILLA
IES FRANCISCO ROS GINER	LORCA
IES DOMINGO VALDIVIESO	MAZARRÓN
IES FRANCISCO DE GOYA	MOLINA DE SEGURA
IES FLORIDABLANCA	MURCIA
IES INFANTE D. JUAN MANUEL	MURCIA
IES JUAN CARLOS I	MURCIA
IES MARQUÉS DE LOS VÉLEZ	EL PALMAR
IES RUIZ DE ALDA	SAN JAVIER
IES LUIS MANZANARES	TORRE PACHECO

### C. ACUERDOS DE COLABORACIÓN ENTRE LA UPCT Y LOS IES QUE IMPARTEN BI.

La UPCT ha firmado acuerdos de colaboración con diversos IES en los que se imparte dicho bachillerato. En el **Anexo 1** se muestra un modelo de este convenio de colaboración.

El objetivo de dichos acuerdos es establecer un marco de colaboración entre la universidad y los centros de enseñanza secundaria que propicie el desarrollo de actividades que fomenten el uso del método científico y que los alumnos desarrollen competencias investigadoras.

Los objetivos principales de este acuerdo de colaboración son:

- Acercar al alumno de secundaria a las Ciencias y la Tecnología a través del contacto con el ámbito universitario.
- Facilitar al profesorado y a los alumnos de secundaria la posibilidad de participar en las distintas fases de una investigación con los procedimientos y métodos necesarios.
- Desarrollar y fomentar en los alumnos una serie de procedimientos característicos de las ciencias y la tecnología como el dominio de la observación, la actitud interrogativa, la objetividad y el análisis crítico.

Como consecuencia de los anteriores objetivos, se podrá facilitar el desarrollo de los siguientes extremos:

- Una mayor integración entre Ciencias-Tecnología y la Sociedad.
- El fomento de la motivación y excelencia académica en los alumnos de secundaria que persigue el Bachillerato de Investigación.
- Una visión directa en las universidades de cómo llegan los alumnos a la misma.
- La posibilidad de una continua actualización científica del profesorado de secundaria e incluso la del inicio de una carrera docente desde otra perspectiva.

Como se comentó en la introducción, el Modelo de Acuerdo durante el curso 2015/16 fue facilitado por el Vicerrectorado de Estudiantes y Extensión Universitaria, ya se había utilizado de forma puntual para un proyecto realizado con el IES Alcántara años atrás y se basa en los acuerdos que regulan la estancia de alumnos de Ciclos Formativos de Formación Profesional que realizan su periodo de Formación en Centros de Trabajo en la UPCT. En el curso 2015/16 la firma de un acuerdo de este tipo entre el IES y la UPCT fue la condición imprescindible establecida por el Vicerrectorado de Estudiantes y Extensión Universitaria para realizar los proyectos colaborativos.

El objetivo de estos acuerdos que se han utilizado es regular y normalizar la situación de los alumnos de bachillerato de investigación en su paso por las instalaciones de la UPCT. En este sentido, desde el Vicerrectorado se sugería además incorporar al citado acuerdo anexos individuales para cada proyecto, en los que consten los nombres de alumnos y profesores implicados, el título del proyecto y una breve descripción de las tareas a realizar y las fechas en las que los alumnos visitarán las instalaciones de la UPCT, con mención expresa a las coberturas frente a accidentes que estarán operativas en cada momento. Ésta probablemente es la parte más sensible de la colaboración, y debería constar expresamente en cualquier fórmula alternativa que se pueda plantear como marco de las colaboraciones.

En el futuro, sería deseable y recomendable que estos acuerdos se sustituyesen por un convenio entre la Consejería de Educación y la UPCT, que cubriese las acciones con cada uno de los IES y diera un carácter más general a la actividad, abriéndola incluso a centros que no impartan Bachillerato de Investigación pero sí otros afines como el Bachillerato Internacional o el Bachillerato Tecnológico.

#### **D. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

Los IES tienen establecidos unos calendarios académicos que son la referencia para establecer los calendarios de trabajo para el desarrollo de los trabajos de investigación que los alumnos realizan en este itinerario de bachillerato.

Existen pequeñas diferencias entre el calendario establecido para primero y segundo de bachillerato debido a que en segundo de bachillerato se establece que el alumno debe haber presentado su trabajo y evaluado por un tribunal, antes de que acabe el segundo trimestre del curso. Esta condición limita el calendario de trabajo.

En primero de bachillerato, los alumnos que realicen trabajo de investigación durante ese curso, pueden desarrollarlo durante todo el curso académico.

Otros factores que influyen en el calendario de desarrollo de los trabajos de investigación son los congresos en los que se suelen presentar los resultados de dichos trabajos.

- Para primero de bachillerato existen algunos eventos, no genéricos, como pueden ser el SIMIP localizado en la UPCT y el IDIES localizado en el CEBAS-CSIC. Estos eventos se suelen



organizar en mayo o junio, por lo que obliga a que los trabajos estén terminados para esos meses.

- Para segundo de bachillerato hay un evento generalizado para todos los centros que imparten este bachillerato, y es el Congreso de Investigadores Junior, organizado por la CARM y la UMU. Este evento suele ser en el mes de abril.

A modo de ejemplo, en los **anexos 3 y 4** se muestran dos calendarios genéricos para trabajos de investigación de primero y segundo (ejemplo del IES San Isidoro de Los Dolores).

Estos calendarios de trabajo deberán estar sincronizados con los periodos de trabajo en la UPCT, y en algunos casos implicará que se inicien los trabajos antes de que comience el curso escolar. Esto suele ocurrir con los trabajos de 2º de bachillerato, que en los IES suelen estar asignados a los alumnos a finales del curso de primero de bachillerato, y en algunos casos y dependiendo de la disciplina, se suelen iniciar durante el verano anterior a comenzar segundo de bachillerato. Se inicia la revisión bibliográfica, y en algunos casos la parte práctica del trabajo. Todo esto supondría unos primeros contactos entre IES y UPCT justo antes del verano.

## **E. PROPUESTAS DE ESTABLECIMIENTO DE CONTACTOS ENTRE IES Y UPCT**

Debido a las diferencias en los calendarios de trabajo que existen para el desarrollo de trabajos de investigación en 1º y 2º de bachillerato, existen diferentes momentos en los que se deben iniciar los contactos entre los profesores de los IES y los de la UPCT.

Para los trabajos de 2º de bachillerato se deben establecer unos primeros contactos en el mes de mayo o junio, ya que generalmente los alumnos que inician el curso en septiembre deben haber empezado las primeras fases de sus trabajos de investigación, o las iniciaran en breve. Por este motivo, los tutores del IES se deben haber reunido con los profesores universitarios para establecer, como mínimo:

- Objetivos del trabajo.
- Metodología.
- Calendario de actividades de toma de datos.
- ...

Por ello, se debe establecer un procedimiento en el IES para asignar los trabajos a los alumnos. Este procedimiento no está reglado, por lo que cada centro tiene establecido unos mecanismos, aunque suelen existir similitudes.

Un procedimiento genérico podría ser el mostrado en el **Anexo 5** (ejemplo IES San Isidoro). En el **anexo 6** se sugiere el procedimiento desde el punto de vista del profesor universitario.

Para trabajos de 1º de bachillerato, las propuestas de trabajos de investigación deberán realizarse al inicio del curso, durante los meses de septiembre u octubre. Esto supondrá que el inicio de contactos entre los profesores de la UPCT y los IES se deberán establecer durante esas fechas, nunca más tarde del mes de noviembre.

Desde la UPCT se debería tener disponible en una web abierta al público un catálogo con la oferta de proyectos de colaboración a desarrollar en el siguiente curso académico, que recogiese una

variedad de proyectos representativa del mayor número de centros y áreas de conocimiento de la UPCT. Esta oferta idealmente debería estar disponible a finales de mayo o principios de junio (no más tarde de finales de octubre) para que la pudiesen consultar desde los IES los tutores y alumnos interesados en colaborar en un proyecto de investigación con la UPCT tanto de 1º como de 2º de bachillerato.

La oferta UPCT se realizaría de acuerdo a un modelo común de ficha, que aparece adjunta a modo de ejemplo en cada uno de los proyectos piloto que se han desarrollado en el curso 2015/2016. De forma general, cada oferta de proyecto la realizarán uno o dos profesores de la UPCT, sobre un trabajo que se integre bien en las líneas de investigación de esos profesores (recomendado para 2º de bachillerato) o en prácticas de las asignaturas del Área UPCT (recomendado para 1º de Bachillerato). De este modo se conseguiría hacer de esta colaboración una actividad sostenible y duradera, al no suponer un gran esfuerzo añadido a las tareas convencionales en la UPCT ni requerir un presupuesto específico, puesto que se utilizarían equipos, instalaciones y material ya disponibles para los profesores que hacen la propuesta. En cualquier caso, los objetivos, metodología y calendario se deberán acordar para cada proyecto en las reuniones iniciales entre tutor IES y tutor UPCT.

De forma más concisa el reglamento adjunto en el Anexo 7 concreta los detalles de la colaboración.

Los Anexos 8-20 presentan un informe detallado para cada uno de los proyectos realizados., Se recogen datos y reflexiones sobre la experiencia que ha tenido cada profesor UPCT cotutorizando un proyecto de investigación durante el curso 2015/16.

## **F. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN DE RESULTADOS DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

Una de las fases a la que deben enfrentarse los alumnos del bachillerato de investigación, es la de divulgación de resultados, la cuál es muy importante para la formación de éstos en competencias expositiva o síntesis de la información.

En este aspecto la UPCT puede ofrecer un entorno fundamental para la organización y desarrollo de actividades de divulgación científica.

La Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, en colaboración con la Universidad de Murcia, organizan todos los años el Congreso de Investigadores Junior CARM/UMU, dónde participan alumnos de segundo de bachillerato de todos los centros que imparten bachillerato de investigación (15) y bachillerato internacional (3). Por cada centro se seleccionan 6 ponencias orales y dos pósteres.

Para alumnos de primero de bachillerato han ido surgiendo propuestas más locales, ya que no hay nada establecido para este nivel.

En el presente curso se ha desarrollado una propuesta, a partir de los acuerdos de colaboración firmado con la UPCT, con los IES de Cartagena que imparten esta modalidad de bachillerato: IES Isaac Peral, IES Mediterráneo e IES San Isidoro. Estos tres centros llevaban cinco años organizando unas jornadas de exposición de trabajos de primero de bachillerato en el salón de grados de la

Escuela de Telecomunicaciones. Este año se han organizado con estructura de Congreso, con ponencias orales y defensa de pósteres (**anexo 22**, díptico del evento). Este evento denominó SIMIP, acrónimo de los nombres de los tres IES. Se realizaron 25 ponencias orales en el salón de actos de Ingeniería Agronómica, se realizaron las defensas de los pósteres en la nave de Arquitectura. Y además el evento permitió interrelacionar a los alumnos de los tres centros. Tras una encuesta realizada a éstos, la valoración general del evento fue muy positiva.



Por otra parte, dentro de este proyecto de innovación docente se ha comenzado este curso la colaboración con la asociación IDIES en su tercera edición. Éste es un proyecto educativo de iniciación a la investigación cuyo objetivo principal es mostrar al alumnado de primero de Bachillerato qué es la investigación y cómo se practica, haciéndole partícipe y colaborador en proyectos dirigidos por investigadores de reconocido prestigio nacional e internacional. En el curso 2015/16 participan en IDIES los Institutos de Educación Secundaria Valdivieso (Mazarrón), Juan Carlos I (Murcia), Floridablanca (Murcia), Alcántara (Alcantarilla), San Juan Bosco (Lorca), Infante Don Juan Manuel (Murcia).

En dos ediciones anteriores se han celebrado congresos IDIES, con la participación de los IES Juan Carlos I (Murcia), Domingo Valdivieso (Mazarrón), San Juan Bosco (Lorca), Alcántara (Alcantarilla) y las instituciones CEBAS-CSIC y Universidad de Murcia. En estos congresos, los resultados más relevantes obtenidos por los alumnos durante su investigación, fueron presentados de forma oral y en posters. En su tercera edición, el Proyecto de Investigación y Desarrollo en Secundaria, además de contar con la participación del CEBAS-CSIC y las facultades de Medicina e Informática de la Universidad de Murcia, ha incorporado al Centro Estudios sobre la Memoria Educativa (CEME), así como la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO), de manera que IDIES se amplía a otros ámbitos del conocimiento.

Este año contó con la participación de 45 alumnos y alumnas de 1º de bachillerato de cinco IES de la Región de Murcia, distribuidos en 20 proyectos y dirigidos por 34 investigadores, duplicando la participación respecto a la segunda edición. Durante el curso, los alumnos han asistido a las sesiones prácticas de sus proyectos, en las que además de poner en práctica el método científico

guiados por sus investigadores, han conocido de primera mano las instalaciones y equipamientos con los que éstos desarrollan su labor. También el profesorado de secundaria ha podido colaborar desde los centros educativos en este proyecto ayudando al alumnado participante.

El 21 de Junio de 2016 tuvo lugar el tercer congreso IDIES (I+D en Institutos de Educación Secundaria) en el CEBAS-CSIC (Campus de Espinardo, edificio 25), quedando el congreso dividido en 5 sesiones temáticas: Ciencias Sociales (3 ponencias), Agricultura Y Medioambiente (7 ponencias), Alimentación y Salud (3 ponencias), Medicina (3 ponencias) e Informática e Ingeniería (4 ponencias). Los trabajos se presentaron como comunicaciones orales (10-15 minutos) y además hubo una sesión de posters. El congreso estará patrocinado por las empresas Grontal S.L., Abiopep, Proquilab, Grupo BioMaster y Fisher.

## **G. CONCLUSIONES**

La experiencia piloto realizada durante el curso académico 2015/2016 del presente proyecto de innovación docente ha cumplido con el principal objetivo del mismo: “establecer las bases que faciliten el desarrollo de trabajos de investigación conjuntos entre centros que imparten bachillerato de investigación en la Región de Murcia y la Universidad Politécnica de Cartagena”. Estas bases han sido establecidas mediante la redacción de tres documentos: a) un reglamento con las normas básicas de participación y desarrollo de las colaboraciones, b) un modelo de ficha con la oferta de proyecto desde la UPCT, y c) Un anexo individual detallado, que ha recogido datos y reflexiones sobre la experiencia que ha tenido cada profesor UPCT cotutorizando un proyecto de investigación.

Durante el curso 2015/2016 se han desarrollado 12 trabajos de investigación con 46 alumnos y 10 tutores de 5 IES, en los que han participado 15 profesores de la UPCT, y cuyos resultados fueron mostrados en el congreso final mediante 25 ponencias orales y 12 posters. Esto ha dado lugar a una importante variabilidad de situaciones en el desarrollo de las distintas colaboraciones, que han permitido establecer las bases para que esta colaboración sea una actividad sostenible y duradera entre los centros de educación secundaria y la Universidad Politécnica de Cartagena.

En lo referente a las tareas desarrolladas por los docentes de la UPCT, creemos que deben de estar reconocidas adecuadamente como mérito en cuanto a procesos de acreditación y promoción interna, así como posibles reducciones en el Plan de Ordenación Docente. Sugerimos que estas reducciones deberían computar al máximo de 2 créditos/proyecto a efectos del apartado “Participación durante el año anterior en proyectos conjuntos de investigación e innovación educativa a desarrollar entre profesores universitarios y de educación no universitaria (podrán incluirse proyectos de captación de alumnos): 2 créditos (a repartir entre los profesores de la UPCT participantes)”. Proponemos además que esta actividad esté reconocida como participación en un Proyecto de Innovación Docente en cada edición, y que los profesores participantes se puedan beneficiar de los méritos que puedan generarse de los congresos finales SIMIP e IDIES: publicaciones, libro de abstract etc.

La realización de actividades colaborativas entre investigadores universitarios y alumnos de bachiller puede favorecer positivamente el interés de estos últimos por aspectos científicos y estimular vocaciones en dichos ámbitos.

Desde el punto de vista del profesorado universitario estas actividades permiten innovar en aspectos metodológicos al necesitarse una adaptación pedagógica.

Por último destacar la importancia de una mayor comunicación entre el profesorado de bachiller y el universitario para conseguir un adecuado seguimiento de los proyectos desarrollados.

MODELO DE ACUERDO DE COLABORACIÓN UPCT/IES



**ACUERDO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA Y EL I.E.S. “ISAAC PERAL” DE CARTAGENA PARA ACTIVIDADES DE I+D+I Y DE ÁMBITO FORMATIVO**

# **ACUERDO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA Y EL I.E.S. “ISAAC PERAL” DE CARTAGENA PARA ACTIVIDADES DE I+D+I Y DE ÁMBITO FORMATIVO**

En Cartagena a      de              de 20..

## **REUNIDOS**

De una parte, la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, con sede en Cartagena, edificio "Rectorado", Plaza del Cronista Isidoro Valverde, s/n y en su nombre y representación D. José Antonio Franco Leemhuis, Sr. Rector Magnífico de la misma (Decreto 56/2012, de 20 de abril, del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia), con poderes suficientes para la celebración de este acto en virtud de lo establecido en el artículo 20 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, y en el Decreto del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 72/2013, de 12 de julio, por el que se aprueba el texto integrado de los Estatutos de la Universidad Politécnica de Cartagena (en adelante UPCT).

Y de otra parte, el IES “Isaac Peral”, con Sede en CARTAGENA en el Paseo Alfonso XIII número 59, y en su nombre y representación D. José Martínez Hernández, que actúa en nombre y representación del mismo/a, nombrado mediante Resolución de 10 de junio de 2015, de la Dirección General de Recursos Humanos, por la que se publica la relación de directores que han obtenido renovación de su nombramiento, así como las propuestas de seleccionados en el concurso de méritos para la selección y nombramiento de directores de centros docentes públicos en el ámbito de gestión de esta comunidad autónoma.

Intervienen en función de sus respectivos cargos y en el ejercicio de las facultades que para convenir, en nombre de las entidades que representan, tienen conferidas.

EXPONEN

I.- Que la UPCT es una Institución dotada de personalidad jurídico-pública para el cumplimiento de sus fines, entre los que se incluyen con carácter prioritario la educación, el desarrollo de la ciencia, la técnica y la cultura a través del estudio y la investigación. En concreto, sus Estatutos propician su proyección externa a través del establecimiento de relaciones con instituciones del entorno regional, nacional e internacional.

Que el IES Isaac Peral es un centro de titularidad pública, dotado de personalidad jurídica y plena capacidad.

III.- Que ambas partes consideran conveniente la cooperación de ambas Instituciones en el ámbito educativo, a cuyo fin resulta aconsejable establecer un Acuerdo Marco de Colaboración.

Por todo lo expuesto, la UPCT y el IES Isaac Peral suscriben el presente Acuerdo a fin de estrechar sus relaciones, aunar esfuerzos y establecer normas de actuación conjunta, de acuerdo con las siguientes

## CLÁUSULAS

### **PRIMERA.-OBJETO DEL ACUERDO**

Es objeto del presente Acuerdo establecer unos cauces para la realización en común de actividades de asesoramiento, investigación, formación o de cualquier otro tipo que redunden en beneficio de ambas partes. En concreto este acuerdo posibilita la creación de un marco de colaboración conjunto que permita alcanzar los siguientes objetivos:

- Acercar al alumno de secundaria a la Ciencia y la Tecnología a través del contacto con el ámbito universitario.
- Facilitar al profesorado y a los alumnos de secundaria la posibilidad de participar en las distintas fases de una investigación con los procedimientos y métodos necesarios.
- Desarrollar y fomentar en los alumnos una serie de procedimientos característicos de las ciencias y la tecnología como el dominio de la observación, la actitud interrogativa, la objetividad y el análisis crítico.

Como consecuencia de lo anterior el presente Acuerdo entre la UPCT y el IES Isaac Peral podrá facilitar el desarrollo de los siguientes extremos:

- Una mayor integración entre la Ciencia-Tecnología y la Sociedad.
- El fomento de la motivación y excelencia académica en los alumnos de secundaria que persigue el Bachillerato de Investigación.



- Una visión directa en las universidades de cómo llegan los alumnos a la misma.
- La posibilidad de una continua actualización científica del profesorado de secundaria e incluso la del inicio de una carrera docente desde otra perspectiva.

## **SEGUNDA.- ACTUACIONES PREVISTAS**

La colaboración entre las partes, que se promoverá a instancia de cualquiera de ellas, podrá contemplar los siguientes aspectos:

- Realización conjunta de proyectos de I+D+I en aquellas áreas que se consideren de interés común. En cada uno de los proyectos se establecerá la participación de cada una de las partes así como su responsabilidad en los mismos.
- Asesoramiento mutuo en cuestiones relacionadas con las actividades propias de ambas entidades como intercambio de información y documentación.
- Organización conjunta o invitación a jornadas, conferencias y cursos promovidos por alguna de las partes, así como desarrollo de cursos de formación dirigidos a los distintos sectores sociales (profesores, estudiantes, profesionales e interesados).
- Cooperación en el desarrollo de programas de difusión y concienciación social.
- Colaboración para la realización del trabajo de investigación obligatorio para los alumnos de segundo curso de bachillerato y que han de desarrollar en una de las materias de modalidad cursada elegida por él mismo. En este sentido, cada curso académico, la Comisión de Seguimiento creada en el presente Acuerdo, teniendo en cuenta las solicitudes de colaboración en el desarrollo de los trabajos de investigación de los estudiantes del IES, estudiará la cesión por parte de la UPCT de las instalaciones para el desarrollo de cada trabajo, dependiendo de su disponibilidad, así como hará posible la tutorización conjunta de un profesor de su Institución con uno del propio Centro.
- Cualquier otra actividad que, en el ámbito de este Acuerdo, redunde en beneficio mutuo.

## **TERCERA.- COMPROMISOS ADQUIRIDOS**

Para la realización de las actuaciones estudio del presente Acuerdo, la UPCT y el IES “Isaac Peral” pondrán a disposición las instalaciones y el equipamiento de sus Centros, Departamentos, Servicios, etc., correspondiendo a cada parte los gastos propios de su personal adscrito a las actividades objeto de este Acuerdo.

## **CUARTA.- ACUERDOS ESPECÍFICOS**

Cada uno de los supuestos concretos de colaboración entre ambas se podrá desarrollar mediante la elaboración de un Acuerdo Específico o Anexo en el que se determinarán los fines propuestos y los medios necesarios para su realización, y dónde se establecerán

detalladamente los aspectos relacionados con las aportaciones de las partes, así como calendario de actuaciones y duración de las actividades.

Las propuestas de Acuerdos Específicos serán estudiadas e informadas por la Comisión Mixta de Seguimiento antes de ser sometidas a la aprobación de los Órganos Rectores de ambas partes.

#### **QUINTA.- COMISIÓN MIXTA DE SEGUIMIENTO**

Ambas partes de común acuerdo constituirán una Comisión Mixta de Seguimiento, compuesta por un total de 4 miembros designados por los Órganos Rectores de ambas partes en representación de las mismas en régimen de paridad. En concreto, se designa al Vicerrector de Estudiantes y Extensión Universitaria, o persona en quien delegue ya un miembro de la Comunidad Universitaria designado por el Rector, por la UPCT y a D., y D<sup>a</sup>. por el IES.

#### **SEXTA.- DENUNCIA**

El presente Acuerdo podrá resolverse por denuncia de cualquiera de las partes mediante preaviso comunicado de forma fehaciente a la otra parte con, al menos, un mes de antelación a la fecha de resolución propuesta. En caso de que existiera algún Acuerdo Específico vigente al amparo de este Acuerdo, el derecho de denuncia no podrá ejercitarse en tanto no se arbitre la fórmula de resolución de los citados Acuerdos Específicos.

#### **SÉPTIMA.- VIGENCIA**

El presente Acuerdo entrará en vigor a partir de la fecha de su firma y tendrá una duración de 2 años, pudiendo ser prorrogado por acuerdo de las partes por períodos de igual duración; acuerdo que debe ser formalizado con anterioridad a la expiración del plazo convenido.

#### **OCTAVA.- RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS**

En el supuesto de controversias o litigios surgidos sobre la interpretación, modificación, resolución o efectos derivados de la aplicación del presente Acuerdo o de los Acuerdos Específicos que no hubieran podido solventarse por la Comisión Mixta de Seguimiento, o para el caso de que una de las partes incumpla las obligaciones derivadas del presente Acuerdo, será competente el Orden Jurisdiccional Contencioso-Administrativo de la ciudad de Cartagena.

#### **NOVENA: NOTIFICACIONES.**

Todas las notificaciones de carácter administrativo que cualquiera de las partes deba dirigir a la otra, se efectuarán por escrito y enviarán de forma que se tenga la seguridad de que han llegado a su destino, no pudiendo alegar, en ningún caso, remisión de las comunicaciones que no pueda demostrar que hayan sido efectivamente recibidas por la parte destinataria. Se establecen como domicilio y representante de las Partes a efectos de las notificaciones los siguientes:

Por el I.E.S. “Isaac Peral” de Cartagena

Por la UPCT

Contacto:

Contacto:

Dirección:

Dirección: Plaza Cronista Isidoro Valverde  
s/n –

C. Postal:

C. Postal: 30202 Cartagena (Murcia)

Tel.

Tel 968325676

Fax

Fax 968338945

e-mail:

e-mail: [vicalum@upct.es](mailto:vicalum@upct.es)

Y en prueba de conformidad se suscribe el presente Acuerdo, por duplicado ejemplar, en el lugar y fecha inicialmente indicados.

## PAUTAS ORIENTATIVAS PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (según Orden de 27 de julio de 2009)

El trabajo de investigación es un trabajo individual e inédito por medio del cual el alumno intenta aplicar, probar o profundizar los conocimientos adquiridos de una materia en particular. Sirve para desarrollar sus habilidades investigadoras, ampliar los conocimientos adquiridos, o más importante aún, hacer que se desarrolle en él un espíritu crítico y una actitud positiva para enfrentarse a los problemas con disciplina científica y tomar decisiones correctas.

1. Fases del proceso de investigación
  - 1.1 Planificación del esquema de trabajo.
  - 1.2 Selección de la información.
  - 1.3 Lectura y organización de la información.
  - 1.4 Síntesis y elaboración del primer borrador.
  - 1.5 Redacción definitiva.
  - 1.6 Exposición oral.
  
2. Esquema del Trabajo de Investigación
  - 2.1 Portada/Título.
  - 2.2 Agradecimientos y citas (si son necesarios).
  - 2.3 Índice (también puede colocarse tras la bibliografía).
  - 2.4 Introducción.
  - 2.5 Desarrollo del tema.
  - 2.6 Conclusiones.
  - 2.7 Referencias consultadas (bibliografía, páginas Web...).
  - 2.8 Anexos (sólo si son necesarios).

**CALENDARIO GENÉRICO PARA 1º BACHILLERATO**

**CALENDARIO DESARROLLO TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN 1º BACH**

**1º TRIMESTRE (Septiembre/Diciembre)**

- **Tarea 1: Desarrollo de la memoria del Proyecto de Investigación o Anteproyecto (Noviembre)**
  1. **TÍTULO DEL PROYECTO**
  2. **RESUMEN**
  3. **INTRODUCCIÓN**
  4. **OBJETIVOS DEL TRABAJO**
  5. **METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO**
  6. **BIBLIOGRAFÍA**
- **Tarea 2: Diseño del proceso de toma de datos (Noviembre)**

**2º TRIMESTRE (Enero/Marzo)**

- **Tarea 1: Desarrollo de la fase de toma de datos, análisis y conclusiones. (Enero/Febrero)**
- **Tarea 2: Redacción de la memoria del trabajo de investigación. (Marzo)**
  1. **TÍTULO DEL PROYECTO**
  2. **RESUMEN/ABSTRACT**
  3. **INTRODUCCIÓN**
  4. **OBJETIVOS DEL TRABAJO**
  5. **MATERIAL Y MÉTODO**
  6. **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS**
  7. **CONCLUSIONES.**
  8. **BIBLIOGRAFÍA**
  9. **ANEXOS**

**3º TRIMESTRE (Abril/Junio)**

- **Tarea 1: Preparación de la defensa del trabajo de investigación con powerpoint. (Abril)**
- **Tarea 2: Defensas de trabajos de investigación (Abril/Mayo)**
- **Tarea 3: Realización de póster del trabajo de investigación. (Mayo)**
- **Tarea 4: Realización artículo científico del trabajo de investigación. (Mayo)**
- **Tarea 5: Adjudicación trabajo de investigación para 2º curso. Preparación de material. (Junio)**

**CALENDARIO GENÉRICO PARA 2º BACHILLERATO**  
**SEGUIMIENTO TRABAJO INVESTIGACIÓN 2º BACHILLERATO**

<b>1.- Fase de documentación inicial.</b> Durante esta fase el alumno debe documentarse sobre la temática que va a abordar y debe entregar la introducción (o su esbozo) de su trabajo de investigación (con las reseñas bibliográficas) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Justificación de la importancia</li> <li>• Revisión bibliográfica (Antecedentes)</li> <li>• Fundamentos teóricos</li> <li>• Objetivos</li> <li>• Hipótesis</li> </ul> Entrega de la introducción.	Octubre
<b>2.- Diseño de la fase de muestreo y toma de datos.</b> Entrega del diseño de la fase de muestreo.	Octubre
<b>3.- Fase de toma de datos.</b> Entrega de una copia de los datos tomados sin elaborar	Noviembre
<b>4.- Fase de elaboración y valoración de los resultados</b> Se trabajarán matemáticamente los datos obtenidos (ó se redactarán los conocimientos adquiridos) y se elaborarán tablas y gráficas (y/o fotos, vídeos, dibujos) que faciliten su interpretación. Entrega de los resultados obtenidos con su interpretación (figuras, tablas y gráficas)	Diciembre
<b>5.- Elaboración y presentación del Primer Borrador.</b>	Enero
<b>6.- Entrega Memoria final del Trabajo de investigación.</b>	Febrero
<b>7.- Exposición del Trabajo de investigación.</b>	Marzo

**PROCEDIMIENTO PARA PROPONER TRABAJO DE COLABORACIÓN DESDE IES (EJEMPLO EN SAN ISIDORO DE CARTAGENA)**

1. El departamento didáctico presentará unos o varios temas de investigación a finales del mes de mayo, presentando una ficha con los siguientes datos:
  - tema de trabajo de investigación
  - disciplina o campo del conocimiento.
  - objetivos y/o hipótesis de trabajo.
  - descripción genérica del trabajo.
  - posible material a utilizar.
  - webgrafía o bibliografía básica
2. La primera semana de junio se asignarán los trabajos a los alumnos.
3. Si el trabajo es asignado, el profesor accederá a la web de colaboración con la UPCT y accederá al enlace del profesorado afín al campo del conocimiento en el que se pretende trabajar.
4. Contactará con el profesor responsable de esa línea de investigación y se le propondrá dicho trabajo de investigación
5. En el caso de llegarse a un acuerdo de colaboración, se consensuarán los objetivos del trabajo, de modo que sea factible de realización por parte del alumno de secundaria, y pueda desarrollarse con los recursos del departamento universitario correspondiente, manteniéndose la línea de trabajo de éste.
6. Tras fijarse los objetivos del trabajo, se establecerá entre ambos profesores (universitario y de secundaria) los siguientes términos:
  - a) derechos y obligaciones del alumno de secundaria para trabajar en las instalaciones universitarias.
  - b) calendario de visitas por parte del alumno y/o profesor de secundaria.
  - c) secuencia de actividades a realizar.
7. El alumno deberá informar al profesor universitario del análisis de resultados y conclusiones obtenidas para asegurar la veracidad y coherencia de éstos. así como hacer llegar una copia de la memoria final del trabajo.
8. Se hará referencia, en cualquiera de los documentos que se extraigan del trabajo (memoria, pósteres, ponencias, artículos,...), de la cotutorización en el trabajo del profesor universitario, del departamento o grupo de investigación, de la escuela o facultad y de la universidad. dichas referencias se pueden hacer de forma nominativa o en forma de logos de los centros de trabajo.

**PROCEDIMIENTO PARA PROPONER TRABAJO DE COLABORACIÓN DESDE UPCT**

1. El profesor o departamento universitario presentará una ficha (según el formato establecido) por cada propuestas de trabajo con los siguientes datos:
  - tema de trabajo de investigación
  - nivel al que va destinado (1º Bach, 2º Bach o es indiferente)
  - disciplina o campo del conocimiento.
  - objetivos y/o hipótesis de trabajo.
  - descripción genérica del trabajo.
  - posible material a utilizar.
  - webgrafía o bibliografía básica

Las propuestas deberán de realizarse cada curso hasta finales del mes de mayo, de modo que tengan validez para el curso siguiente. Estas fichas quedarán accesibles en la web de la UPCT diseñada para tal efecto.

2. Los centros IES interesados en los trabajos propuestos contactarán con el profesor universitario responsable de éste para establecer la colaboración.
3. En el caso de llegarse a un acuerdo de colaboración, se consensuarán los objetivos del trabajo, de modo que sea factible de realización por parte del alumno de secundaria, y pueda desarrollarse con los recursos del departamento universitario correspondiente, manteniéndose la línea de trabajo de éste.
4. Tras fijarse los objetivos del trabajo, se establecerá entre ambos profesores (universitario y de secundaria) los siguientes términos:
  - b) derechos y obligaciones del alumno de secundaria para trabajar en las instalaciones universitarias.
  - c) calendario de visitas por parte del alumno y/o profesor de secundaria.
  - d) secuencia de actividades a realizar.
5. El alumno deberá informar al profesor universitario del análisis de resultados y conclusiones obtenidas para asegurar la veracidad y coherencia de éstos, así como hacer llegar una copia de la memoria final del trabajo.
6. Se hará referencia, en cualquiera de los documentos que se extraigan del trabajo (memoria, pósteres, ponencias, artículos,...), de la cotutorización en el trabajo del profesor universitario, del departamento o grupo de investigación, de la escuela o facultad y de la universidad. Dichas referencias se pueden hacer de forma nominativa o en forma de logos de los centros de trabajo.



**PROPUESTA DE REGLAMENTO DE TRABAJOS COLABORATIVOS DE INVESTIGACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA Y LOS IES CON BACHILLERATO DE INVESTIGACIÓN DE LA REGION.**

**1. MARCO LEGAL**

La normativa actual que organiza el bachillerato de investigación en la Región de Murcia es el Decreto n.º 221/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, donde en su artículo 14 regula la modalidad del Bachillerato de Investigación dentro de la Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE).

Algunos aspectos organizativos de este bachillerato se siguen basando en la Orden de 27 de julio de 2009, de la Consejería de Educación, Formación y Empleo, por la que se regula, para la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, la organización del Bachillerato de Investigación

En algunos de los apartados del artículo 14, del Decreto n.º 221/2015, se establecen las condiciones del trabajo de investigación:

4. Además de las materias que el centro seleccione para favorecer sistemáticamente la capacidad del alumnado para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados, los alumnos deberán cursar una asignatura de libre configuración autonómica en cada curso: Investigación Aplicada en primer curso y Proyecto de Investigación en segundo curso.
5. El programa de Bachillerato de investigación exigirá que los alumnos de segundo curso realicen un proyecto de investigación relacionado con los aprendizajes de, al menos, una materia, preferentemente de la modalidad cursada.
6. Los profesores de las materias seleccionadas por el centro, al amparo de lo dispuesto en el apartado cuarto del presente artículo, deberán colaborar con el profesor de la materia Proyecto de Investigación en la dirección del proyecto de los alumnos que se determine, en los términos que establezca la Consejería competente en materia de educación.
7. En función de la organización del centro, los alumnos podrán decidir la materia objeto de su proyecto de investigación, el cual será tutelado por el profesor de la misma.

En la Orden de 27 de julio de 2009 hay apartados que siguen siendo vigentes en cuanto a la finalidad, estructura del trabajo de investigación y metodología del Bachillerato de Investigación.

**Artículo 2. Finalidad.**

El Bachillerato de Investigación pretende conciliar la formación generalista imprescindible, que es el objetivo del Bachillerato, con la capacidad para ahondar en el conocimiento y la práctica de la investigación en su más amplio sentido. Con tal fin, el Bachillerato de Investigación pretende facilitar al alumnado el desarrollo de una preparación rigurosa en las distintas materias, mediante el acercamiento práctico a la metodología investigadora propia de los estudios más exigentes, propiciando asimismo, la igualdad de género como un elemento esencial en el desarrollo de habilidades y potencialidades de dicho alumnado. En este sentido el Bachillerato de Investigación contribuirá a:

- a) Promover la vocación del estudiante hacia la investigación científica, humanística, técnica o artística, mediante una metodología que le facilite la incorporación y adaptación a la enseñanza universitaria.

- b) Favorecer una mentalidad científica, rigurosa, ordenada, crítica.
- c) Proporcionar una relación más estrecha entre el profesorado y el alumnado en aras a la elaboración de investigaciones de forma conjunta.

### **Artículo 3. Ordenación de las enseñanzas.**

En este artículo sigue siendo vigente que el alumnado de 2º de bachillerato deberá realizar un trabajo de investigación que se deberá entregar y exponer de manera oral, antes de la finalización de la 2ª evaluación.

Y se establecen como pautas orientativas para la realización de este trabajo, las siguientes:

El trabajo de investigación es un trabajo individual e inédito por medio del cual el alumno intenta aplicar, probar o profundizar los conocimientos adquiridos de una materia en particular. Sirve para desarrollar sus habilidades investigadoras, ampliar los conocimientos adquiridos, o más importante aún, hacer que se desarrolle en él un espíritu crítico y una actitud positiva para enfrentarse a los problemas con disciplina científica y tomar decisiones correctas.

1. Fases del proceso de investigación
  - 1.1 Planificación del esquema de trabajo.
  - 1.2 Selección de la información.
  - 1.3 Lectura y organización de la información.
  - 1.4 Síntesis y elaboración del primer borrador.
  - 1.5 Redacción definitiva.
  - 1.6 Exposición oral.
2. Esquema del Trabajo de Investigación
  - 2.1 Portada/Título.
  - 2.2 Agradecimientos y citas (si son necesarios).
  - 2.3 Índice (también puede colocarse tras la bibliografía).
  - 2.4 Introducción.
  - 2.5 Desarrollo del tema.
  - 2.6 Conclusiones.
  - 2.7 Referencias consultadas (bibliografía, páginas Web...).
  - 2.8 Anexos (sólo si son necesarios).

### **Artículo 4. Metodología.**

1. El principio metodológico básico de este Bachillerato será la investigación. 2. Los alumnos integrarán, como parte de su desarrollo formativo, aquellos métodos de trabajo próximos a la dinámica universitaria que les permitan adquirir hábitos en el manejo de fuentes documentales y bibliográficas. Con este fin, los alumnos deberán ser capaces de elaborar, exponer y argumentar de forma razonada proyectos de investigación -individual o colectivamente- que sean resultado de una metodología de estudio científica.

3. En todas las materias se potenciarán los trabajos de investigación, desarrollados progresivamente a lo largo del curso, y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

4. En las materias de la modalidad de Ciencias y Tecnología, los trabajos de investigación y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, así como las tareas y prácticas de laboratorio constituirán el aspecto esencial de su metodología.

5. En las materias de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales y Artes, la metodología se basará fundamentalmente en el análisis de textos completos y obras diversas, la realización de trabajos de investigación y la introducción a la elaboración de ensayos que permitan al alumnado profundizar en un aspecto concreto o descubrir las líneas maestras de las distintas materias y utilizando para ello las tecnologías de la información y la comunicación.

Por otra parte, en el curso 2015/16 los acuerdos de colaboración firmados entre la UPCT y los IES que imparten el bachillerato de investigación fueron los documentos que regularon la posibilidad

de que los trabajos de investigación se desarrollasen en colaboración con departamentos universitarios, contemplando tareas como:

- Realización conjunta de proyectos de I+D+I en aquellas áreas que se consideren de interés común. En cada uno de los proyectos se establecerá la participación de cada una de las partes así como su responsabilidad en los mismos.
- Asesoramiento mutuo en cuestiones relacionadas con las actividades propias de ambas entidades como intercambio de información y documentación.
- Organización conjunta o invitación a jornadas, conferencias y cursos promovidos por alguna de las partes, así como desarrollo de cursos de formación dirigidos a los distintos sectores sociales (profesores, estudiantes, profesionales e interesados).
- Cooperación en el desarrollo de programas de difusión y concienciación social.
- Colaboración para la realización del trabajo de investigación obligatorio para los alumnos de segundo curso de bachillerato y que han de desarrollar en una de las materias de modalidad cursada elegida por él mismo.
- Cualquier otra actividad que, en el ámbito de este Acuerdo, redunde en beneficio mutuo. En este punto se puede considerar incluida la colaboración en trabajos grupales de 1º de bachillerato.

En el curso 2015/16 la firma de un acuerdo de este tipo entre el IES y la UPCT fue la condición imprescindible establecida por el Vicerrectorado de Estudiantes y Extensión Universitaria para realizar los proyectos colaborativos. Se sugería además incorporar al citado acuerdo anexos individuales para cada proyecto, en los que consten los nombres de alumnos y profesores implicados, el título del proyecto y una breve descripción de las tareas a realizar y las fechas en las que los alumnos visitarían las instalaciones de la UPCT, con mención expresa a las coberturas frente a accidentes que estarán operativas en cada momento. Ésta probablemente es la parte más sensible de la colaboración, y debería constar expresamente bien en un deseable Convenio más amplio entre la Consejería de Educación y la UPCT o en cualquier fórmula alternativa que se pueda plantear como marco de las colaboraciones.

## **2. OBJETO**

La presente normativa tiene por objeto establecer los aspectos generales sobre la realización de trabajos de investigación colaborativos entre profesorado de la UPCT y profesores y estudiantes de bachillerato de investigación de la Región de Murcia.

De forma general, cada oferta de proyecto la realizarán uno o dos profesores de la UPCT, sobre un trabajo que se integre bien en las líneas de investigación de esos profesores (recomendado para 2º de bachillerato) o en prácticas de las asignaturas del Área UPCT (recomendado para 1º de Bachillerato). De este modo se conseguiría hacer de esta colaboración una actividad sostenible y duradera, al no suponer un gran esfuerzo añadido a las tareas convencionales en la UPCT ni requerir un presupuesto específico, puesto que se utilizarían equipos, instalaciones y material ya disponibles para los profesores que hacen la propuesta. En cualquier caso, los objetivos, metodología y calendario se deberán acordar para cada proyecto en las reuniones iniciales entre tutor IES y tutor UPCT.

## **3. PROPUESTAS DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

### **A. TIPOLOGÍA DE TRABAJOS:**

Las propuestas de trabajos de investigación podrán realizarse desde ambas entidades colaboradoras.

**Propuestas desde la UPCT:** Los profesores universitarios implicados en este proyecto de colaboración ofrecerán propuestas de trabajos de investigación, que generalmente guardarán

relación con las líneas de investigación o a las clases prácticas que desarrollan habitualmente. Estas propuestas serán centralizadas y divulgadas por los medios que la UPCT crea oportunos. Desde la UPCT se debería tener disponible, en una web abierta al público, un catálogo con la oferta de proyectos de colaboración a desarrollar en el siguiente curso académico, que recogiese una variedad de proyectos representativa del mayor número de centros y áreas de conocimiento de la UPCT. Se recomienda que esta oferta esté disponible a finales de mayo o principios de junio para trabajos destinados a alumnos de segundo de bachillerato, y no más tarde de comienzos de octubre para los de primero de bachillerato, para que la pudiesen consultar desde los IES los tutores y alumnos interesados en colaborar en un proyecto de investigación con la UPCT.

La oferta de propuestas UPCT se realizaría de acuerdo a un modelo común de ficha que se muestra como anexo a esta normativa junto a la memoria individual de cada proyecto realizado.

**Propuestas desde los IES:** Los IES realizarán propuestas de trabajos de investigación a partir de los intereses de los propios alumnos, y de las materias y campos de trabajo de sus profesores tutores. En los propios IES se consensuarán los términos de los trabajos, y a partir del campo del conocimiento en el que se encuentre dicho trabajo, el profesor tutor contactará con el profesor universitario afín (por los medios que la UPCT tenga establecidos, principalmente a través de su catálogo con oferta de proyectos donde aparecen los datos de contacto), y se acordará la posibilidad de colaborar o no en la realización del trabajo.

## **B. CALENDARIO DE PROPUESTAS**

Debido a las diferencias en cuanto al calendario de presentación de trabajos en 1º y 2º de bachillerato, se establecen los siguientes calendarios de presentación de propuestas:

- **Para trabajos de 1º de bachillerato,** las propuestas de trabajos de investigación deberán realizarse al inicio del curso, durante los meses de septiembre u octubre. Esto supondrá que el inicio de contactos entre los profesores de la UPCT y los IES se deberán establecer durante esas fechas, nunca más tarde del mes de noviembre.
- **Para trabajos de 2º de bachillerato,** las propuestas de trabajos de investigación deberán realizarse al final del curso en el que los alumnos finalizan primero de bachillerato, durante los meses de mayo o junio. Esto supondrá que el inicio de contactos entre los profesores de la UPCT y los IES se deberán establecer durante esas fechas, nunca más tarde del mes de junio.

## **C. VIGENCIA DE LAS OFERTAS DE LOS TRABAJOS**

La vigencia de las propuestas de los trabajos de investigación por parte de la UPCT será de un curso académico, pudiendo ofertarse en años sucesivos si no se ha realizado con ese mismo centro. Alumnos de un mismo centro podrán repetir temas de investigación ofrecidos por la UPCT, siempre que haya una diferencia, como mínimo, de tres cursos académicos.

## **D. ESTABLECIMIENTO DE TÉRMINOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

En el caso de llegarse a un acuerdo de colaboración, se consensuarán los objetivos del trabajo, de modo que sea factible de realización por parte del alumno de secundaria, y pueda desarrollarse con los recursos del departamento universitario correspondiente, manteniéndose la línea de trabajo de éste.

Tras fijarse los objetivos del trabajo, se establecerá entre ambos profesores (universitario y de secundaria) los siguientes términos:

- a) derechos y obligaciones del alumno de secundaria para trabajar en las instalaciones universitarias.
- b) calendario de visitas por parte del alumno y/o profesor de secundaria.
- c) secuencia de actividades a realizar.
- d) calendario de entregas y criterios de evaluación.

Todos los acuerdos se realizarán entre el profesor tutor del IES y el profesor universitario colaborador, y de forma general se contempla el siguiente reparto de funciones.

#### **4. FUNCIONES DE LOS ALUMNOS Y TUTORES DE LOS TRABAJOS**

##### **ALUMNOS INVESTIGADORES:**

- Antes de venir a las instalaciones de la UPCT deben confirmar que su visita está contemplada en el IES y cuenta con los permisos y coberturas que se establezcan, bien en el Acuerdo modelo que aquí se presenta o bien por otros mecanismos.
- Deberán cumplir todos los plazos establecidos entre los profesores tutores, tanto en las sesiones de trabajo (calendario, horario, ...), como en la entrega de documentos.
- Deberán seguir las normas de seguridad establecidas en los espacios de trabajo de la UPCT.
- El alumno antes de proceder a la fase de redacción y poster, y previo filtro por el tutor del IES, deberá informar al profesor universitario del análisis de resultados y conclusiones obtenidas para asegurar la veracidad y coherencia de éstos y recibir su visto bueno.. así como hacer llegar una copia de la memoria final del trabajo.
- Se estima que 4 visitas a la UPCT es el número mínimo para desarrollar los proyectos, incluyendo en éstas una visita inicial al CRAI para informarles y darles un tutorial sobre las bases de datos y bibliografía que la UPCT pone a su disposición para la elaboración de los proyectos. Las fechas y objeto de las se acordarán por los tutores en las reuniones previas.
- Toda la comunicación con el profesor UPCT debe ir en copia a los dos tutores.

##### **TUTOR DEL IES:**

- Deberá ser de una materia afín y dirigir al alumno en el desarrollo del trabajo, sobre todo en el aspecto formal.
- Conseguir los recursos materiales y bibliográficos necesarios para el desarrollo del trabajo.
- Mantener una relación fluida y consensuar con el tutor de UPCT todos los detalles del trabajo de investigación (objetivos, metodología, criterios de evaluación, calendario, sesiones, presentación final...)
- Como mínimo se proponen tres reuniones, una inicial, otra durante la toma de datos y una última reunión antes de la redacción final y la elaboración del abstract y poster.
- En la medida de lo posible, deberán acompañar a los alumnos en las visitas a la UPCT.
- Velar para que los documentos cumplan unos requisitos mínimos fijados en la reunión inicial
- Corregir los documentos resultantes del trabajo de investigación (memoria, exposición, póster,...).considerando la valoración de los tutores en base a un cuestionario acordado en la reunión inicial.

##### **TUTOR DE LA UNIVERSIDAD:**

- Orientar al alumno en el desarrollo del trabajo, sobre todo en el aspecto científico.

- Comunicar al tutor IES su valoración del desempeño de alumno en base a unos indicadores elaborados en el IES.
- Mantener una relación fluida y consensuar con el tutor del IES todos los detalles del trabajo de investigación (objetivos, metodología, calendario, sesiones,...)
- Recibir y supervisar al alumno para la parte experimental del trabajo que se desarrolle en la UPCT de acuerdo al calendario acordado en la reunión inicial.
- Revisar el tratamiento de los datos obtenidos en la UPCT y la presentación de los mismos. Dar el visto bueno a los documentos derivados del trabajo.
- Participar en algún evento relacionado con el bachillerato de investigación en el centro del alumno investigador. Sería recomendable al menos una visita de acuerdo con los responsables del IES para conseguir un mayor alcance de la acción, por ejemplo reuniendo en un salón de actos a los alumnos de cursos inferiores que estén en situación de elegir la opción del bachillerato de investigación.

## **5. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

Los trabajos de investigación serán presentados, para su evaluación, en el IES correspondiente, según los procedimientos establecidos por estos. La legislación vigente establece que solamente en 2º de bachillerato el trabajo será evaluado por un tribunal establecido para ello, compuesto por profesores del centro donde esté matriculado el alumno. En el caso de los trabajos de 1º de bachillerato, cada centro tendrá establecido el procedimiento correspondiente para su calificación.

Las fechas de presentación de los trabajos serán establecidas por los centros a los que correspondan los alumnos.

Los trabajos de investigación serán evaluados por los descriptores aprobados por los centros a los que corresponda el alumno.

La duración de la exposición de los trabajos de investigación estará establecido por los centros correspondientes, y será de entre 10 y 20 minutos, seguida de un turno de defensa para responder a las cuestiones que planteen los profesores evaluadores.

Es recomendable que los profesores universitarios cotutores asistan a la defensa de los trabajos de investigación.

## **6. DIVULGACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

Se hará referencia, en cualquiera de los documentos que se extraigan del trabajo (memoria, pósteres, ponencias, artículos,...), a la cotutorización en el trabajo del profesor universitario, del departamento o grupo de investigación, de la escuela o facultad y de la universidad. Dichas referencias se pueden hacer de forma nominativa o en forma de logos de los centros de trabajo.

## COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

### 1. Título del proyecto

Estudio de la aplicación de un fitofortificante en las propiedades físico-químicas y biológicas de suelo implicadas en la dinámica del nitrógeno y el fósforo en el sistema suelo-planta en los cultivos de maíz y melón.

### 2. Nombre Instituto de Educación Secundaria

IES. Issac Peral

### 3. Alumnos

Elia del Castillo Sobrinos

María Cela García

Laura García del Cerro

Alicia Fernanda Cislema

Ana Zamora Ibañez

Antonio Barrio Pujante

### 4. Tutor IES

Dña. Pilar Rubio

### 5. Tutores UPCT

Dra. M<sup>a</sup> Dolores Gómez López

Dr. José Alberto Acosta Avilés

Dra. Silvia Martínez Martínez

### 6. Breve descripción del trabajo (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno)

Tanto el tutor como los alumnos del instituto aceptaron el realizar el proyecto dentro del marco de un contrato de investigación que los tutores de la UPCT estaban realizando en ese momento. Por lo que todas las actividades a desarrollar por los alumnos fueron programadas por los tutores de la UPCT, para ello se tuvo en cuenta el tiempo hasta el congreso, los conocimientos de los alumnos y la disponibilidad de los mismos y los tutores para realizar las actividades programadas.

Estas actividades se dividieron en tres partes, la primera de ellas consistía tanto en una búsqueda bibliográfica preliminar de aspectos relacionados con el proyecto, como la toma de datos en laboratorio. La segunda parte consistió en la interpretación de dichos datos y la redacción del informe a presentar en el instituto. Y la tercera parte se centró en la preparación del congreso, lo que incluyó tanto la realización del abstract como la presentación oral.

### 7. Cronograma detallado con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, n<sup>o</sup> y contenido de visitas alumnos a UPCT, n<sup>o</sup> de visitas al IES.

#### **Periodo septiembre-diciembre**

- Reunión UPCT con profesorado del IES Isaac Peral (6 de noviembre de 2015). En esta reunión se presentó a los profesores del IES el proyecto que podrían desarrollar sus alumnos, el cual les pareció adecuado sin ninguna aportación adicional a las sugerencias de los tutores de la

UPCT. Se decidió realizar una reunión con el tutor del IES y los alumnos para mostrar el proyecto y planificar las actividades a realizar.

- Reunión con alumnos y tutora del IES. (9 de noviembre 2015). En esta ocasión se presentó el proyecto mediante ppt tanto a alumnos como al tutor del IES, no existiendo ninguna aportación adicional por parte de los mismos a las actividades propuestas por los tutores de la UPCT, posteriormente se realizó una visita a laboratorios donde en días posteriores se realizarán los análisis para la toma de datos.
- Búsqueda bibliográfica por parte de los alumnos a sugerencia de los tutores de la UPCT sobre aspectos relacionados con el proyecto, y puesta en común (13 de noviembre 2015).
- Memoria y presentación a mostrar en el IES (10 de diciembre 2015). Mediante diversos emails se revisaron e hicieron correcciones tanto de la presentación ppt como de la memoria que tuvieron que presentar los alumnos dentro de la asignatura que cursan en su centro.
- Siguiendo con las actividades programadas, los alumnos vinieron a la UPCT los viernes de 17:30-19h de forma alternada con el fin de realizar análisis de laboratorio, donde se les enseñó a analizar muestras de suelo, planta y lixiviados:
  - 1º día: medida de pH, CE y Eh de muestras de lixiviados (20 de noviembre)
  - 2º día: tamizado, molido de suelo, y determinación de pH y CE en muestras de suelo (27 de noviembre 2015).
  - 3º día: molido de muestras de planta de los cultivos (4 de diciembre de 2015)
  - 4º día: determinación de carbonatos en suelos (18 de diciembre 2015)
  - 5º día: determinación del carbono orgánico del suelo (15 de enero de 2016).

#### **Periodo enero-marzo**

- Durante este periodo se concluyó con los análisis de laboratorio, y se comenzó con la interpretación de resultados. De igual modo, se revisó y corrigió la memoria que los alumnos tenían que presentar en el IES. Para ellos se realizaron las siguientes actividades:
  - 6ª día: interpretación de resultados (29 de enero de 2016).
  - 7º día: determinación de la textura del suelo (4 de febrero de 2016).
  - 8º día: calidad de melón y maíz (19 de febrero de 2016)
  - 9º día: tratamiento de datos y preparación de memoria para instituto (26 de febrero de 2016).
  - 10º día: revisión de memoria realizada por los alumnos (2-3 marzo de 2016).
  - 11º día: planificación actividades hasta el congreso (11 marzo de 2016).

#### **Periodo abril-mayo**

- Durante este periodo se realizaron los subgrupos de trabajo y se realizaron los materiales para presentar al congreso:
  - 12ª día: explicación sobre como estructurar presentaciones (18 de abril de 2016).
  - 13º día: realización de poster (25 de abril 2016).
  - 14º día: realización de presentación oral (2 de mayo de 2016)
  - 15º día: ultimas correcciones de presentación oral y poster (12 de mayo de 2016).

#### **8. Abstract y poster generado (en documento adjunto)**

Se ha estudiado el efecto del fortificante (bacterias, *Pseudomonas fluorescens*) en las propiedades físico-químicas y microbiológicas/bioquímicas de suelo rizosférico y no rizosférico implicadas en la dinámica del fósforo y nitrógeno en los cultivos de maíz y melón. Se ha podido constatar que la presencia de una mayor cantidad de nitrógeno total en el suelo no rizosférico en ambos cultivos estimula su crecimiento, además el aumento de fósforo asimilable en el suelo rizosférico promueve la liberación de fósforo por lo que incrementa su biodisponibilidad en el suelo.

En cuanto a la calidad del producto en el cultivo de maíz se ha podido deducir que el peso de las mazorcas ha aumentado considerablemente, obteniendo de estas un mayor número de granos



de maíz. Con respecto a la calidad de los frutos en el cultivo de melón se ha podido apreciar un aumento considerable en el grosor de la corteza y la pulpa, en los grados Brix, así como en el peso de los frutos recolectados, debido al adelanto de la cosecha.

Se ha realizado el estudio de lixiviación en columnas de suelo inalterado donde se han ensayado diferentes dosis de bacterias para estudiar las características físico-químicas de los lixiviados implicados y su influencia en la dinámica del fósforo y del nitrógeno obteniendo resultados antes de comenzar con los tratamientos y después de ellos.

En las columnas de lixiviados ha disminuido considerablemente la conductividad en todos los tratamientos, observándose los mayores valores en el tratamiento con dosis 3D, en cuanto a la evolución de las concentraciones y las cantidades acumuladas en los iones, tanto en los cloruros, fosfatos y nitritos lixiviados han decrecido rápidamente con las primeras lixivitaciones.

## **9. Impresión general de la actividad desarrollada**

La actividad en general nos parece adecuada y necesaria para fomentar e incentivar a los alumnos de bachillerato el interés por la investigación, y por las titulaciones que se ofertan en la UPCT.

En nuestro caso particular querríamos destacar que:

- El número de visitas a la UPCT creemos que ha sido demasiado alto, al menos para alumnos de 1º de bachillerato.
- No ha existido una puesta en común inicial y una planificación de trabajo y contenidos, entre profesorado de instituto y UPCT, con lo que hemos caído en contradicciones, que creemos que los alumnos han aprovechado para justificar sus carencias o retrasos.
- La implicación de los tutores de la UPCT ha sido excesiva, ya que, quizás fruto de esa falta de concreción inicial con el profesorado del instituto, se han tenido que rehacer documentos y presentaciones.
- El proyecto realizado creemos que ha sido demasiado ambicioso, y hubiera sido preferible haber reducido el número de análisis de laboratorio.

## **10. Sugerencias de mejora**


En nuestro caso en particular querríamos destacar los siguientes aspectos:

- 1.** La oferta de proyectos debe de ser realizada desde la UPCT, es decir, las actividades a realizar por los alumnos deben de ser propuestas por los tutores de la UPCT, y aceptadas (quizás con matizaciones) por los tutores/alumnos del instituto.
- 2.** La oferta desde la UPCT debe de diferenciar entre alumnos de 1º y 2º de bachillerato, ajustándose dicha oferta a los conocimientos de los alumnos y su disponibilidad, por lo que deberían acotarse (al menos de forma aproximada) las visitas y definir claramente la implicación de los tutores tanto de la UPCT como del centro en el proyecto a desarrollar en cada caso (1º o 2º de bachillerato).
- 3.** En relación con lo anterior, la oferta a alumnos de 1º debe de implicar una menor profundidad en las tareas de investigación, un menor número de visitas a la UPCT por parte de los alumnos, una mayor implicación de los tutores del IES, y la elección de proyectos con un carácter más divulgativo, si es posible con temas de actualidad en cada uno de los campos de investigación que se planteen. Se debe de tener en cuenta que los proyectos, en este caso, los van a desarrollar por grupos de alumnos, lo que dificulta realizar encuentros entre estos y los tutores de la UPCT fuera del horario de los IES.
- 4.** Por su parte, la oferta a alumnos de 2º, debido a que son trabajos individuales, puede ser más específica y ajustarse más a las inquietudes de los alumnos. De igual modo, puede ser una investigación algo más profunda, donde la implicación del tutor de la


UPCT puede ser mayor. Las visitas a la UPCT por parte del alumno también pueden ser más frecuentes, ya que resultará más fácil concertar dichas visitas.

5. El tutor del IES debe ser del área de conocimiento donde se enmarque el proyecto a realizar, de este modo podrá ayudar/guiar a los alumnos en la realización de, al menos, algunas tareas planteadas en el proyecto (ej. búsquedas bibliográficas, interpretación de datos, correcciones de informes, etc.).
6. Dotar al programa de unas guías básicas sobre metodología científica, así como de unas plantillas de documentos y presentaciones, con el fin de buscar homogeneidad de vocabulario, contenidos entre UPCT e institutos y entre nosotros mismos también.

## 11. Propuesta de ficha para ofertar proyecto.



Universidad Politécnica de Cartagena



ETSIA

### Proyectos de Colaboración con EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN “GESTIÓN, APROVECHAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS Y AGUAS”


Los proyectos se desarrollarán dentro de las siguientes áreas temáticas:

- Evaluación de las propiedades físico-químicas y concentración de metales pesados en suelos, aguas o residuos.
  - Ej: Evaluación de la concentración de metales pesados en los suelos del instituto: análisis de riesgos.
- Utilización de sensores climáticos para monitorizar variables ambientales a escala de laboratorio.
  - Ej: Evaluación del efecto de la concentración de CO<sub>2</sub> y la vegetación en la variación de la temperatura y la humedad del aire: simulación del efecto invernadero.


Instalaciones:

- Laboratorios de geoquímica y física ambiental.
- Equipos para determinación de propiedades físico-químicas de aguas, suelos y residuos.
- Sensores para determinar variables ambientales (Tº, humedad y radiación).

PERSONA DE CONTACTO UPCT  
Jose Alberto Acosta Avilés  
Teléfono 968325667  
e-mail: ja.acosta@upct.es



GARA  
Sección Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas



Departamento de Ingeniería de los Alimentos y del Equipamiento Agrícola

**COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**CURSO 2015-2016**

1. **Título del proyecto** (indicar si es de 1º ó 2º de Bachillerato)  
1º Bachillerato del Instituto Isaac Peral de Cartagena  
*Evaluación de Enmiendas Orgánicas para la Restauración Ambiental de Depósitos  
Mineros de la Sierra de Cartagena-La Unión*
2. **Alumnos:**  
Ángela Díaz Martínez, Richlove Abdulahi, Christian Rodríguez Martínez, Ainhoa Vera  
Rodríguez
3. **Tutor IES:**  
Isabel Castejón

**Tutores UPCT**

Héctor Miguel Conesa Alcaraz  
Isabel María Párraga Aguado

4. **Breve descripción del trabajo** (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno)

El trabajo surge de la reunión inicial entre los profesores del Instituto Isaac Peral con los investigadores de la UPCT Héctor Conesa e Isabel Párraga. Dicha reunión tuvo lugar el miércoles 4 de noviembre en la Sala de Juntas de la ETSIA. En la misma los investigadores de la UPCT propusieron la realización de un experimento dentro de las líneas de investigación que actualmente dirigen en la UPCT. Estas líneas resultaron interesantes para los profesores de instituto y propusieron una segunda reunión, esta vez ya con el grupo de alumnos de 1º de Bachillerato, donde los investigadores de la UPCT concretaron el trabajo específico a realizar. El tema de investigación resultó de interés para los profesores de instituto y los alumnos al combinar aspectos de medio ambiente con temas de interés local, lo que dotó de cercanía al trabajo a realizar por los alumnos. Estos lo vieron como una manera de conocer más en profundidad aspectos medioambientales de su municipio.

5. **Cronograma detallado** con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, nº y contenido de visitas alumnos a UPCT, nº de visitas al IES).

*Finales Octubre 2015*

El Vicerrectorado de Profesorado se pone en contacto con el investigador de la ETSIA Héctor Conesa con el fin de solicitarle su colaboración en la tutorización de trabajos de investigación de alumnos del Bachillerato de Investigación. Héctor Conesa acepta la proposición e incluye en la misma a la Dra. Isabel María Párraga Aguado, también de la ETSIA.

La profesora María José Fernández Cañavate manda un correo electrónico al investigador Héctor Conesa con el fin de concertar una reunión.

*Miércoles 4 de noviembre 2015*

Toma de contacto entre profesores de Bachillerato del Instituto Isaac Peral y tutores UPCT (Héctor Conesa e Isabel Párraga) en la Sala de Juntas de la ETSIA. En esta reunión los investigadores de la UPCT exponen los posibles temas de trabajo dentro de sus líneas de investigación. Los profesores de instituto asignan un grupo de cinco alumnos de 1º de Bachiller para la realización de dicho trabajo y establecen las fases del trabajo: una primera consistente en la elaboración de un proyecto de investigación (plazo hasta diciembre) y una segunda en la que se llevará a cabo el trabajo experimental (hasta mayo). Se concreta una reunión para el lunes 9 de noviembre para presentar la propuesta de trabajo a los alumnos.

*Lunes 9 de noviembre de 2015*

El lunes 9 de noviembre los investigadores de la ETSIA Héctor Conesa e Isabel Párraga realizan dos presentaciones en las que exponen sus líneas de investigación y la propuesta de trabajo. A la reunión asiste la profesora María José Fernández y cinco alumnos.

*Miércoles 11 de noviembre de 2015*

Con el fin de que los alumnos elaboren el documento de proyecto de investigación se envía información por e-mail a los cinco alumnos con copia a la profesora María José Fernández.

*Viernes 4 de diciembre de 2015*

Los alumnos contactan por correo electrónico con la investigadora de la ETSIA Isabel Párraga solicitando ayuda para la realización del documento del proyecto de investigación. Los alumnos especifican que el trabajo tiene que ser presentado el jueves 10 de diciembre (siendo 7 y 8 festivos).

*Martes 8 de diciembre de 2015*

El día 8 de diciembre (martes) la investigadora Isabel Párraga recibe por correo electrónico el trabajo para su corrección.

*Miércoles 9 de diciembre de 2015*

El día 9 se envía por correo electrónico a los alumnos el trabajo corregido. En dicho correo además se le incluyen unas explicaciones de los cambios y correcciones realizadas.

*Miércoles 12 de enero de 2016*

Nos ponemos en contacto con la responsable del instituto con el fin de fijar los días y horario para llevar a cabo los experimentos en laboratorio. Dichos días quedan fijados para la primera semana de febrero (del 1 al 4 de febrero y en horario de 16:00 a 18:00).

*Semana del 1 al 4 de febrero de 2016*

*Día 1 febrero, lunes (16:00 a 18:00).* Primer día de trabajo en el laboratorio. Los alumnos de instituto toman contacto con el laboratorio. Los tutores de la UPCT, Héctor Conesa e Isabel Párraga llevan a cabo una breve charla sobre las medidas de seguridad

del laboratorio y las diferentes metodologías que van realizar. Se inician los procedimientos analíticos preparando el material de trabajo y el pesado de las muestras.

Día 2 febrero, martes (16:00 a 18:00). Se lleva a cabo el filtrado de las muestras y medición de pH y conductividad eléctrica.

Día 3 febrero, miércoles. (16:00 a 18:00). Se preparan los extractos para la medición de carbono orgánico soluble, iones y metales.

Día 4 febrero, jueves (16:00 a 18:00). Los tutores de la UPCT, Héctor Conesa e Isabel Párraga, llevan a cabo una clase práctica acerca del modo de tratar los datos y presentación de resultados. Con esto, quedan con los alumnos en que elaboren una pequeña memoria. Los datos analíticos serán mandados por los tutores de la UPCT a los alumnos una vez recibidos del servicio de instrumentación de la UPCT.

#### *Marzo de 2016*

Se reciben correos de los alumnos del instituto con unas dudas acerca de plantear el trabajo práctico que tienen que presentar en clase.

#### *Abril de 2016*

Los tutores de la UPCT visitan el instituto con el fin de que la tutora del instituto, Isabel Castejón, nos guíe acerca de los contenidos que tiene que incluir el trabajo a realizar por los alumnos. Los tutores de la UPCT, solicitan a los alumnos por e-mail el documento de trabajo y la presentación. Una vez recibidos les envían los comentarios con las pautas para su realización y quedan con ellos un día para visitarles en el instituto y ayudar con las posibles dudas.

#### *Mayo de 2016*

Los tutores de la UPCT visitan el instituto con el fin de ayudar a los alumnos a preparar el documento de trabajo definitivo, el póster y la presentación a realizar en el I Congreso SIMIP a celebrar el día 25 de mayo de 2016. Dicho día los tutores de la UPCT acompañan a los alumnos durante la mañana en la que exponen sus trabajos.

#### **6. Abstract y poster generado (Adjuntamos a este informe)**

Este trabajo trató sobre la restauración ambiental de depósitos de residuos mineros abandonados que se encuentran en la Sierra Minera de Cartagena-La Unión mediante el empleo como enmiendas edáficas de subproductos obtenidos a partir de la reutilización de residuos urbanos o generados por actividades agrícolas. El objetivo principal de este trabajo fue mejorar las propiedades de los residuos mineros para favorecer el establecimiento de una cubierta vegetal estable, que de esta manera procure una mayor protección frente a los agentes erosivos. Para ello, se planteó un experimento en macetas utilizando varias mezclas de un residuo minero con dos tipos de enmienda orgánica: biochar y residuos sólidos urbanos. Se evaluó la mejora de la fertilidad mediante la determinación de diversos parámetros químicos.

**PALABRAS CLAVE:** Contaminación; Enmienda; Biochar; Residuos Mineros; Residuos sólidos urbanos.

#### **7. Impresión general de la actividad desarrollada**

La actividad realizada ha sido enriquecedora para los tutores de la UPCT al poder comprobar el elevado interés mostrado por los alumnos. Los tutores de la UPCT creen que los alumnos han visto incrementado su interés por la ciencia además de que se ha

contribuido a mejorar sus capacidades en relación a la realización de trabajos en equipo y presentación de trabajos en público.

## 8. Sugerencias de mejora

La propuesta de participación en estos trabajos tiene que ser realizada con más antelación (principio de curso) con el fin de mejorar la organización de nuestras actividades de investigación.

Los investigadores deberíamos conocer las fechas de entregas de trabajos así como los criterios que se va a seguir para evaluarlos.

## 9. Propuesta de ficha para ofertar proyecto.

Adjuntamos a este informe



PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA ( GRUPO DE AGROQUÍMICA, TECNOLOGÍA Y MANEJO DE SUELOS Y SUSTRATOS

**Palabras clave:**  
Contaminación de suelos; Fitomanejo; Fertilidad del suelo; Desarrollo Sostenible; Restauración Ambiental; Caracterización de Suelos

**Asignaturas/Materias Afines:**  
Química, Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, Biología

**Ejemplo de proyecto a desarrollar:**  
Empleo de enmiendas orgánicas para mejorar la fertilidad de suelos degradados por actividades mineras.

**Breve resumen de actividades a realizar y competencias adquiridas:**  
Búsqueda bibliográfica; trabajo de laboratorio (4 sesiones de aprox. 2 horas); manejo de instrumentos de laboratorio; interpretación de resultados analíticos; presentación de resultados en público.

**Página web del grupo de investigación:**  
[http://gruposinvestigacion.upct.es/grupos\\_ID/info\\_grupo.php?id=69](http://gruposinvestigacion.upct.es/grupos_ID/info_grupo.php?id=69)

**PERSONAS DE CONTACTO UPCT:**

Héctor Miguel Conesa Alcaraz	Isabel María Párraga Aguado
Teléfono 968327034	Teléfono: 968325447
e-mail: <a href="mailto:hector.conesa@upct.es">hector.conesa@upct.es</a>	e-mail: <a href="mailto:Isabel.Parraga@upct.es">Isabel.Parraga@upct.es</a>

**COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**CURSO 2015-2016**

**1. Título del trabajo de investigación:**  
**Análisis bacteriológico del yogur ¿realmente caduca?** (2º de Bachillerato)

**2. Alumno:** Iván Suárez Vera

**3. Tutor IES:** Begoña Chacón Moreno

**4. IES:** San Isidoro de Los Dolores (Cartagena)

**5. Tutor Universidad:** Alfredo Palop Gómez

**6. Breve descripción del trabajo:**

El objetivo del presente trabajo fue realizar análisis microbiológicos sobre distintas marcas comerciales de yogur, para conocer las diferencias existentes entre ellas. Los análisis se realizaron sobre yogures dentro de su fecha de consumo y una vez sobrepasada esta fecha para conocer la influencia de este parámetro en la estabilidad de los microorganismos responsables de la fermentación del yogur.

El trabajo fue idea original del alumno. La tutora del IES dio el visto bueno al trabajo y buscó la colaboración de la Universidad. El tutor de la UPCT puso el laboratorio y los medios necesarios a disposición del alumno y de su tutora. La fase experimental fue realizada por el alumno, bajo la supervisión directa de ambos tutores. La redacción de la memoria fue realizada por el alumno, y fue revisada por su tutora del IES.

**7. Cronograma detallado:**

24/11/2015 – Aceptación de mi participación como tutor del trabajo de investigación arriba indicado.

25/11/2015 – e-mail de puesta en contacto por parte del coordinador del proyecto en la UPCT, José Luis Serrano, dirigido a mi, al coordinador del Bachillerato de Investigación en el IES, Alfonso Anierte, y a la profesora del IES que dirige el trabajo, Begoña Chacón.

27/11/2015 – e-mail de la profesora del IES solicitando concertar una reunión conmigo para concretar los detalles de la colaboración.

30/11/2015 – e-mail mío de respuesta, fijando la fecha y hora de la reunión.

01/12/2015 – Reunión con la profesora del IES a las 17:30 en mi despacho de la ETSIA. En esa reunión concretamos los detalles del trabajo de investigación a desarrollar por el alumno en la UPCT y fijamos las fechas en las que lo va a realizar. Además aprovechamos para visitar el laboratorio y ver los equipos de que disponemos.

02/12/2015 – e-mail mío a la profesora del IES en el que adjunto el protocolo para el trabajo de investigación a desarrollar por el alumno, según lo acordado el día anterior.

02/12/2015 – e-mail mío al coordinador del proyecto en la UPCT, al coordinador del Bachillerato de Investigación en el IES y a la profesora del IES, informando que hemos iniciado la colaboración.

- 04-09/12/2015 – La profesora del IES y yo intercambiamos varios e-mails para ponernos de acuerdo sobre detalles concretos del protocolo experimental a seguir.
- 10/12/2015 – Primera sesión experimental en el laboratorio con el alumno y la profesora del IES: preparación de medios de cultivo y determinación de pH y acidez de la mitad de las muestras de yogur.
- 15/12/2015 – Segunda sesión experimental en el laboratorio con el alumno y la profesora del IES: siembra en medios de cultivo y determinación de pH y acidez de la mitad restante de las muestras de yogur.
- 17/12/2015 – Tercera y última sesión experimental en el laboratorio con el alumno y la profesora del IES: recuento de microorganismos viables del yogur e interpretación de los resultados obtenidos.
- 14-16/03/2016 – El IES San Isidoro organizar unas Jornadas de Investigación, a las que somos invitados José Luis Serrano y yo para impartir la charla inaugural. Tras la inauguración, asistimos a las dos primeras presentaciones, entre las que se incluye la del alumno que he tutelado.

Además de estas acciones, he asistido a:

- dos reuniones de los miembros del Proyecto de Innovación Docente “Colaboración con Bachillerato de Investigación” convocadas en la UPCT los días 21/12/2015 y 17/03/2016 para tratar distintos temas relacionados con el desarrollo de este Proyecto.
- Primer congreso de jóvenes investigadores celebrado en la UPCT el 26 de mayo de 2016.

#### 8. **Abstract y póster\* generado:**

Las bacterias ácido lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos cuatro milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados, siendo el más destacado el yogur. Estas bacterias constituyen un conjunto de microorganismos benignos que se complementan con las bacterias presentes en nuestra flora intestinal y contribuyen al buen funcionamiento del aparato digestivo. Ante la creciente demanda de los consumidores, cada día más preocupados por la salud, el mercado internacional del yogur, entre otros productos fermentados, no cesa de incrementarse, pues sus propiedades contribuyen a preservar y mejorar la salud. Sin embargo, estas bacterias no viven eternamente, y por tanto la eficacia de los beneficios del yogur es menor conforme disminuyen en número. Por ello, se plantea este trabajo con el objetivo de comprobar cuánto varía el contenido bacteriológico entre yogures caducados pocos meses y otros sin caducar, de diferentes marcas, y hallar a su vez cuáles son, según la cantidad de bacterias ácido lácticas que contengan, los más beneficiosos para la salud. Para ello se ha llevado a cabo una metodología basada en la preparación de medios de cultivo y su posterior recuento bacteriano. Asimismo se propone la medición de la acidez de los yogures para determinar sus efectos frente a la proliferación de patógenos. Se pretende así determinar si los yogures caducan o no pasados pocos meses

\* La memoria completa se adjunta como pdf

#### 9. **Impresión general de la actividad desarrollada:**

La valoración global de la actividad es muy positiva por los siguientes aspectos:



- Ha habido una gran implicación por parte de la tutora del IES, la cual ha asistido a todas las actividades presenciales programadas con el alumno y le ha dirigido adecuadamente.
- No ha supuesto una carga de trabajo excesiva por mi parte.
- El alumno ha mostrado gran interés por la investigación desarrollada.

10. **Sugerencias de mejora:**

No las hay. Únicamente se recomienda limitar el número de trabajos a tutorizar por profesor, con el objetivo de que la carga de trabajo no sea excesiva.

11. **Propuesta de ficha para ofertar proyecto:**

## PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

MATERIAS AFINES BACHILLERATO: **BIOLOGÍA**

Palabras clave: **Microbiología; Conservación de alimentos.**

Ejemplos de proyectos a desarrollar:

- Comparación de la carga microbiana de diferentes marcas de ensaladas listas para el consumo.
- Evolución de la carga microbiana de ensaladas listas para el consumo a lo largo de su vida útil.
- Efecto de compuestos antimicrobianos naturales en la vida útil de los alimentos.
- Efecto de la limpieza y la desinfección en la contaminación microbiana de las superficies.
- Contaminación microbiana de distintos ambientes.

Objetivos:

- **Conocer las técnicas y metodologías microbiológicas a nivel de laboratorio**
- **Conocer las bases microbiológicas de la conservación de los alimentos**

Página web del grupo de investigación: <http://www.upct.es/~ifsagiid/>

PERSONA DE CONTACTO UPCT: Alfredo Palop Gómez  
Teléfono 968325762  
e-mail: [alfredo.palop@upct.es](mailto:alfredo.palop@upct.es)

COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CURSO 2015-2016

**1 Título del proyecto**

Presas y resaltos hidráulicos

**2 Instituto**

I.E.S. Domingo Valdivieso - Mazarrón (1º de Bachillerato)

**3 Alumnos**

José María Celdrán Haro

Javier Morenilla Pérez

**4 Tutor IES**

Miguel López Espejo

Correo: miguel.lopez4@murciaeduca.es

**Tutor UPCT:** José María Carrillo Sánchez

**1 Breve descripción del trabajo**

El trabajo fue propuesto por la los investigadores de la UPCT. El tutor del IES se encarga de acompañarlos en las dos primeras ocasiones hasta que los alumnos conocen las instalaciones y ya los traen sus padres.

El proyecto se ha dividido en diversas fases:

- Búsqueda bibliográfica sobre la importancia de las obras hidráulicas en general, y de las presas en particular. Incluye funciones de las presas, componentes principales, tipos de presas y ejemplos de presas reales.
- Búsqueda bibliográfica de resaltos hidráulicos como elementos de disipación de energía a pie de presa.
- Estudio experimental en laboratorio de distintos resaltos hidráulicos, obtenidos en dos canales diferentes, y comparación de los resultados con los existentes en la bibliografía.
- Conclusiones.
- Preparación de la presentación y del póster a mostrar en el Congreso IDIES, celebrado en el CEBAS (21 de junio de 2016). Además se prepara un documento de texto.

## 2 Cronograma detallado

Visita 1 a la UPCT	12/11/2015	Despacho UPCT	30 minutos
Videoconferencia desde Ecuador para presentarles el proyecto y las fases a realizar Asiste el tutor del IES			
Visita 2 a la UPCT	25/01/2016	Despacho UPCT	30 minutos
		Laboratorio de Hidráulica de la UPCT	1 hora 30 minutos
Primera mediciones de resaltos hidráulicos en el canal de laboratorio de 12 m En los primeros 30 minutos asiste el tutor del IES			
Visita 3 a la UPCT	23/02/2016	Laboratorio de Hidráulica de la UPCT	2 horas
Medición de resaltos hidráulicos en el canal de laboratorio de 12 m y en el canal de laboratorio de 5 m. Comparación de resultados y resolución de dudas generadas.			
Reunión coordinación	04/04/2016	CEBAS (Murcia)	2 horas
Puesta en común con otros investigadores tutores dentro del programa IDIES. Preparación del congreso IDIES de junio			
Visita 4 a la UPCT	07/04/2016	Laboratorio de Hidráulica de la UPCT	1 hora
Comparación de resultados y resolución de dudas generadas.			
Visita 5 a la UPCT	12/05/2016	Despacho UPCT	1 hora
Revisión de la memoria y resolución de dudas			
Online	06/06/2016		2 horas
Revisión y corrección del póster y el trabajo			
Online	10/06/2016		2 horas
Revisión y corrección del póster, la presentación y el trabajo			
Congreso	21/06/2016	CEBAS (Murcia)	10 horas
Congreso IDIES en Murcia			
TOTAL HORAS DEDICADAS (aprox.)			22.5 horas

Comunicaciones por correo electrónico:

- 27 correos con los alumnos con resolución de dudas puntuales a medida que iban surgiendo y para planificar las visitas.
- 8 correos con el tutor para planificar primeras visitas y seguimiento de los estudiantes.

## 3 Abstract y poster generado

En una primera fase, los estudiantes analizaron la importancia vital que juegan las obras hidráulicas en la sociedad actual. Comprendieron que las presas, además de producir

energía hidroeléctrica, se emplean como almacenamiento de agua para riego, abastecer a poblaciones e industrias, proteger frente a inundaciones, usos recreativos, etc.

En la siguiente fase, los estudiantes realizaron medidas de resaltes hidráulicos en dos canales hidrodinámicos de la UPCT (de 5 y 12 m de longitud).

Finalmente, compararon sus resultados con los publicados por diversos investigadores, analizando las posibles causas de las diferencias.

El póster generado se adjunta por separado.

#### **4 Impresión general de la actividad desarrollada**

- Miguel es profesor de Matemáticas, aunque en este curso no les ha dado clases.
- Francis es profesor de Física y Química.
- El trabajo les cuenta 3 puntos sobre la evaluación final (1 punto calificado con nota de suficiente, 2 puntos con notable, 3 puntos con sobresaliente).
- Por lo que comentan los investigadores del CEBAS, el investigador revisa todo el trabajo, lo corrige y lo tutoriza. El profesor del centro es quien les apoya y les guía para que cumplan el objetivo, pero por lo general no entra a valorar el contenido.
- Los proyectos los propone el investigador y los centros se adaptan a las propuestas existentes.
- Los estudiantes y el tutor se muestran contentos con el avance y el tema planteado. El tutor espera sólo que se lo pasen bien y si además aprenden, eso que se llevan.
- Según la experiencia del CEBAS, los estudiantes les visitan unas 6-7 veces en su centro para preparar ensayos y realizar los trabajos.
- Cuesta que los estudiantes realicen algunos cambios de formato de gráficas y texto. Las primeras versiones del documento de texto eran copia y pega de internet.
- Hay que ponerles más empeño en el póster y en la presentación y vigilar con cuidado lo que van a presentar. En mi caso, presentaron la versión 0 de su Power Point, y se saltaron los cambios que les hice para que el trabajo fuese con un mínimo de rigor. Hubo cosas que se corrigieron hasta 5 veces y al final se presentaron mal, por lo que hubo bastante dejadez al final por los estudiantes.
- Quitando esta parte que fue algo frustrante y hasta su presentación no me enteré, el resto fue muy bien.
- En el congreso, la mayoría de los estudiantes presentaron con mucha soltura y tablas. La mayoría de las introducciones y conclusiones fueron en inglés, con un nivel muy elevado de fluidez y pronunciación.
- Algunos de los trabajos presentados eran realmente buenos. Se notaba la implicación de los estudiantes/profesores/investigadores, aunque algunos temas quizás eran demasiado técnicos científicamente para estudiantes de bachillerato.
- El trato con los investigadores del CEBAS fue muy cordial y con mucha predisposición. Los investigadores de la UMU no sabemos si aparecieron a lo largo de la jornada, aunque sus trabajos tenían elevada calidad.

#### **5 Sugerencias de mejora**

- El proyecto a proponer debe ser lo suficientemente flexible para poder adaptarlo durante el curso académico.
- El proyecto se dirige y se corrige totalmente por el investigador responsable.
- El profesorado del instituto muestra predisposición, y en algunos casos les ayuda y les indica a los estudiantes, pero hay que tener en cuenta que el profesorado de la asignatura de "Introducción a la Investigación" y su tutor de proyecto de investigación pueden ser de cualquier especialidad.
- Es recomendable que los estudiantes hagan una presentación previa al investigador para saber que lo que van a presentar es la versión correcta. El póster y la presentación

se deberían trabajar desde las primeras fases, olvidando el documento de texto si no se va a exigir.

## 6 Propuesta de ficha para ofertar proyecto.

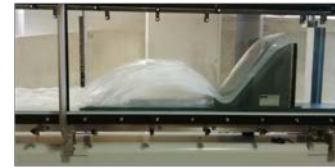
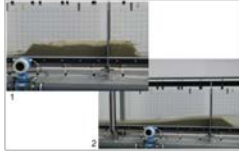
# PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA HIDRÁULICA

Palabras clave:

Obras hidráulicas; Canales; Presas; Centrales hidroeléctricas; Hidráulica fluvial.

Ejemplo de proyectos a desarrollar:

Resaltos hidráulicos, disipadores de energía a pie de presa, trampolines de lanzamiento, aforadores de caudal, evolución de ríos, erosiones locales en pilas de puentes, zonas inundables, etc.



Página web del grupo de investigación:  
<http://www.upct.es/hidrom/>

PERSONA DE CONTACTO UPCT: José María Carrillo Sánchez.

Teléfono 868071289

e-mail: jose.carrillo@upct.es

**COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**CURSO 2015-2016**

- 1 **Título del proyecto:** PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DESALADA. 1º Bachillerato
- 2 **Alumnos:** María Muñoz Martínez; Juan Moreno Hontecillas y Antonio Molina García
- 3 **Tutor IES:** Alfonso Aniorte y Antonio Espín (IES San Isidoro).
- 4 **Tutor UPCT:** José Manuel Moreno Angosto y Francisco Javier Bayo Bernal.
- 5 **Breve descripción del trabajo**  

El trabajo se ha centrado en una caracterización físico-química del agua de entrada y salida de una desaladora, en la que los alumnos previamente habían descrito las etapas por las que pasaba el agua, para que fueran comprendiendo lo que sucedía en cada una de ellas, hasta llegar finalmente al agua de salida (agua tratada)

La aportación del tutor de la UPCT ha sido la de explicarles el fundamento teórico de algunos de los equipos que los alumnos han utilizado para su caracterización, obtención de resultados e interpretación de los datos obtenidos. El tutor IES se ha centrado fundamentalmente en ayudarles a describir el proceso de desalación, resolución de dudas de alumnos y orientarles para su redacción final. La aportación de los alumnos ha consistido en obtención de las muestras de agua bruta y tratada, realización de algunas caracterizaciones en los laboratorios de la UPCT, redacción del trabajo y establecimiento de conclusiones.
- 6 **Cronograma detallado**  

Diciembre 2015. Primer contacto por email entre el tutor del IES y el tutor UPCT.

Enero 2016. Nuevo contacto por teléfono para concretar el trabajo a realizar y posible fecha de visita de los alumnos a la UPCT.

Nuevo contacto por email para concretar fecha de visita de los alumnos a la UPCT.

Febrero 2016. Visita de los alumnos a la UPCT con el tutor IES y con las muestras de agua. Vinieron los alumnos del trabajo y 10 alumnos más, un total de 13 alumnos.

Visita de los laboratorios del Grupo de Investigación Ingeniería Ambiental.

En grupos de 3-4 alumnos, procedieron a la caracterización físico-química de las muestras que habían traído.

Otras caracterizaciones quedaron pendientes de realizar en el SAIT de la UPCT.

Marzo 2016. Envío de resultados del SAIT al tutor IES para ir redactando el trabajo

Abril 2016. Varios emails para ir concretando el trabajo final y redacción final del mismo.

Mayo 2016. Finalización del trabajo de investigación.

Junio 2016. Presentación del póster sobre el trabajo de investigación.
- 7 **Abstract y poster generado**

Se ha realizado una caracterización físico-química de algunos parámetros de muestras de agua bruta y trata de una desaladora, para comprender el funcionamiento de las principales operaciones que se tienen lugar en una desaladora.

## 8 Impresión general de la actividad desarrollada

La impresión general de la actividad desarrollada muy grata, pues se ha tratado de un grupo de alumnos reducido con una gran motivación por el trabajo a desarrollar, por conocer el funcionamiento de los equipos que tuvimos que emplear, con un gran número de curiosidades y, en definitiva, una actividad que según ellos mismos les ha resultado muy enriquecedora para su formación, para tener un pequeño conocimiento de la Universidad y para enfrentarse a un primer trabajo de investigación, en donde el proceso de aprendizaje les ha resultado un tanto diferente a lo que muchas veces se tienen que enfrentar diariamente.

## 9 Sugerencias de mejora

Establecer un cronograma al inicio de la actividad entre IES y UPCT.

## 10 Propuesta de ficha para ofertar proyecto.



PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE

Palabras clave:  
Caracterización físico-química de aguas; Depuración de aguas residuales; Tratamiento del agua natural; Desalación

Ejemplo de proyecto a desarrollar:  
Caracterización físico-química de aguas para evaluar el funcionamiento de una ETAPs, EDARs, etc.

Página web del grupo de investigación:  
[http://gruposinvestigacion.upct.es/grupos\\_ID/info\\_grupo.php?id=37](http://gruposinvestigacion.upct.es/grupos_ID/info_grupo.php?id=37)

Enlace a un trabajo fin de estudios reciente: [\[http://gruposinvestigacion.upct.es/grupos\\_ID/revistas.php?id=37\]](http://gruposinvestigacion.upct.es/grupos_ID/revistas.php?id=37) Enlace a una publicación reciente:

PERSONAS DE CONTACTO UPCT: José Manuel Moreno Angosto/Francisco Javier Bayo Bernal  
Teléfono 968327077--968325480  
e-mail: [jm.angosto@upct.es](mailto:jm.angosto@upct.es)/ [Javier.Bayo@upct.es](mailto:Javier.Bayo@upct.es)

**COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**CURSO 2015-2016**

Juan Francisco Sánchez Pérez  
Dpto. de Física Aplicada

- 1 **Título del proyecto** (indicar si es de 1º ó 2º de Bachillerato)  
La física en el teléfono móvil y estudio de la obsolescencia programada  
2º Bachillerato
- 2 **Alumnos:**  
Lucía Franciso Fernández
- 3 **Tutor IES:**  
Enrique Díaz Marín
- 4 **Breve descripción del trabajo** (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno)  
El trabajo consistió en el estudio de la obsolescencia programada y su posible relación con la telefonía móvil. Secundariamente, se buscó conocer más información sobre el teléfono móvil, historia, evolución, funcionamiento, composición y repercusión medioambiental.  
La idea originaria fue de la alumna, a la que nos adaptamos los dos tutores. El tutor UPCT diseñó un experimento de obsolescencia programada sobre las baterías de móviles en desuso para demostrar que aún eran válidas. El cual consistía en desarmarla y medir su resistencia interna para comprobar su utilidad. Una vez demostrada la misma, volver a cargarla con un cargador standard y comprobar su funcionamiento en un circuito.  
Además, se desarrollaron sesiones de búsqueda bibliográfica donde la alumna aprendió el uso de los buscadores de artículos más comunes.  
La redacción del proyecto siguió los estándares de un TFG y fue supervisado en su corrección por los dos tutores.  
La supervisión del proyecto tuvo carácter semanal donde se desarrollaban las actividades anteriormente descritas, búsqueda bibliográfica, experimento, etc.
- 5 **Cronograma detallado** con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, nº y contenido de visitas alumnos a UPCT, nº de visitas al IES.  
septiembre-diciembre: Toma de contacto entre los tutores y el alumno para decidir las líneas a seguir en el planteamiento del proyecto. Comienzo de búsqueda bibliográfica. Periodicidad semanal, alternante entre e-mail, whatsapp y presencial  
enero- marzo: Desarrollo del grueso del proyecto. Se acentúa la búsqueda bibliográfica, se desarrolla el ensayo experimental y comienza la redacción del proyecto. Periodicidad presencial de carácter semanal. Entre semana contactos por email y whatsapp.  
abril-junio: Redacción del proyecto hasta su presentación en powerpoint. Se mantiene la periodicidad hasta su finalización.
- 6 **Abstract y poster generado** (poster iría adjunto)  
No se presentó poster. Fue presentación oral
- 7 **Impresión general de la actividad desarrollada**



La actividad supuso el mismo trabajo que un TFG, ya que para el desarrollo se requería de reuniones semanales y supervisión del proyecto. El tutor del instituto tuvo una gran implicación en el desarrollo del proyecto.

**8 Sugerencias de mejora**

El proyecto debe adecuarse a las líneas de trabajo de los profesores para no suponerles trabajo extra.

**9 Propuesta de ficha para ofertar proyecto.**

Para el curso que viene propongo el desarrollo de uno de estos tres proyectos para alumnos de 2º de Bachillerato integrados en mis líneas de investigación:

- a. Simulación de terremotos en edificios.
- b. Evaluación de los riesgos de los contaminantes atmosféricos.
- c. Determinación de profundidad y características de un terreno de una sola capa



PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE FÍSICA APLICADA

**Palabras clave:**  
Programación y simulación numérica en problemas de física y/o química; Estudios de corrosión; Caracterización de suelos; Simulación de terremotos en edificios

**Ejemplos de proyectos a desarrollar:**  
Simulación de terremotos en edificios.  
Evaluación de los riesgos de los contaminantes atmosféricos.  
Determinación de profundidad y características de un terreno de una sola capa

PERSONA DE CONTACTO UPCT: Juan Francisco Sánchez Pérez.  
Teléfono 968325479  
e-mail: [juanf.sanchez@upct.es](mailto:juanf.sanchez@upct.es)

COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CURSO 2015-2016

- 1 **Título del proyecto:** Aplicación de técnicas geofísicas para el cálculo de volúmenes de depósitos de estériles mineros.  
1º de Bachillerato
- 2 **Alumnos:**  
Gloria Muñoz Méndez y Antonio Moreno Ruz
- 3 **Tutor IES:**  
Jesús Martínez Rosso  
  
**Tutor UPCT:** Marcos Martínez Segura
- 4 **Breve descripción del trabajo** (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno)

Por parte del tutor de la UPCT:

Dentro de la amplia gama de equipos y técnicas disponibles para el estudio y análisis del subsuelo con la utilización de técnicas no destructivas, sobresalen, por la característica física que van a medir, su versatilidad, fiabilidad en los resultados, rapidez de puesta en el terreno, etc., los equipos encuadrados en los métodos de exploración geoelectrónicos, más concretamente los equipos de tomografía eléctrica.

La tomografía eléctrica permite alcanzar la profundidad de investigación deseada, sin llegar a ser necesaria la excavación del terreno y sin reducción de su resolución vertical y horizontal. Estas técnicas deberán caracterizar geoelectrónicamente los materiales que forman el subsuelo y los fluidos contenidos en ellos, y así, poder extraer una información que va a ser útil para describir geológicamente el subsuelo.

La técnica de tomografía eléctrica va a llevar a cabo medidas indirectas del valor de la resistividad aparente (Ohm-m) existente en diferentes puntos y profundidades del subsuelo. Este parámetro es una propiedad fundamental del material que es atravesado por la corriente eléctrica que se crea con el equipo.

En el trabajo se propone la búsqueda de bibliografía más relevante, varias salidas al campo para la toma de datos y un uso del software más adecuado en función del problema a tratar.

El trabajo gira en torno a un objetivo principal: cálculo del volumen de depósitos mineros debido a las diferentes características que ofrecen los materiales estudiados, estériles mineros y sustrato, con respecto al paso de la corriente eléctrica.

Al igual que la tomografía eléctrica, existen otras técnicas no destructivas como el MASW. Es una técnica sísmica que calcula las velocidades con las que se propagan las Ondas S por el subsuelo, permitiendo establecer la situación del sustrato en función de la diferente velocidad del paso de las ondas a través del estéril minero y del sustrato.

Lo que se pretende es calcular la cantidad de volumen de estos depósitos de estériles utilizando ambos métodos, pudiendo comparar los resultados y validar el uso del MASW como método para el cálculo de volúmenes.

Ante la necesidad de encontrar un lugar en el que poder aplicar los métodos y que los resultados obtenidos fuesen fiables, y tras una búsqueda comparando diferentes áreas, se estimó oportuno, como mejor opción, realizar las mediciones en el depósito de estériles mineros llamado "Brunita". Este emplazamiento se sitúa próximo a la localidad de La Unión. Asimismo, disponemos de sondeos realizados anteriormente que nos permiten conocer la composición de los materiales a estudiar, información relevante para dicho estudio.

La técnica MASW ha quedado pendiente para realizar el curso siguiente y poder comprobar si es una alternativa válida a la tomografía eléctrica en cuanto al cálculo de los volúmenes de depósitos.

#### Por parte del tutor del IES:

Una vez comenzados los trabajos de campo que consistían, entre otras actividades, en desplegar una manguera de aproximadamente unos 200 metros de longitud en línea recta, surgió el problema, por parte del alumnado, de que al realizar las mediciones sin tener ningún punto de referencia al que dirigirse, no mantenían la linealidad.

Para solucionarlo se marcó como un nuevo objetivo del proyecto, desarrollar una aplicación para el móvil, con la cuál sean capaces de realizar la medición de una distancia determinada siguiendo un punto de origen y una orientación.

- 5 **Cronograma detallado** con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, nº y contenido de visitas alumnos a UPCT, nº de visitas al IES.

Visitas a los laboratorios de la UPCT: 4

Visitas de campo para la toma de datos: 1

- 6 **Abstract y poster generado** (poster irá adjunto)

- 7 **Impresión general de la actividad desarrollada**

En línea general, la actividad ha sido positiva. Los alumnos han podido ver de primera mano los trabajos de investigación que desarrollamos y poder tener una visión más cercana de la universidad. Asimismo, es una buena herramienta para aquellas titulaciones más desconocidas, muestra de ello es el comentario que realizan en el

trabajo los alumnos del Instituto Domingo Valdivieso *“Nos llamó mucho la atención el tema del trabajo que hoy presentamos puesto que, en ese momento, desconocíamos todo lo que englobaba el campo de la ingeniería de minas y más específicamente la tomografía eléctrica.”*

Hay que destacar, en el caso concreto de nuestro trabajo, que los dos alumnos que han participado de manera activa y no ha supuesto ningún inconveniente para el tutor de la UPCT.

## 8 Sugerencias de mejora

## 9 Propuesta de ficha para ofertar proyecto.

# PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE MINAS

MATERIAS AFINES BACHILLERATO: **CIENCIAS APLICADAS**

Palabras clave: **Resistividad; Velocidad sísmica.**

Ejemplos de proyectos a desarrollar:

- Exploración de acuíferos. Control de espesores
- Localización y delimitación de zonas contaminadas.
- Localización de huecos y cavidades. Construcciones antiguas enterradas.
- Estudios sobre mejora de cimentaciones. Caracterización de vertederos.
- Exploración minera.
- Estudios agrícolas sobre rendimientos de cultivos.
- Etc.

Objetivos:

- **Conocer y aplicar las técnicas y metodologías geofísicas.**

Página web del grupo de investigación: <http://www.upct.es/~dimgc>

PERSONA DE CONTACTO UPCT: Marcos A. Martínez

Teléfono 968327033

e-mail: [marcos.martinez@upct.es](mailto:marcos.martinez@upct.es)

COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CURSO 2015-2016

**Título del proyecto** (indicar si es de 1º ó 2º de Bachillerato): Efecto Doppler (1º de Bachillerato).

1. **Alumnos:** Carlos Amador, Yassine Majdoubi, Pedro José Mancha, Dennis Jara.
2. **Tutor IES:** Enrique Díaz Marín  
  
**Tutor UPCT:** Enrique Castro Rodriguez
3. **Breve descripción del trabajo** (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno):

Es un estudio sobre el efecto Doppler. La idea surgió de los propios alumnos, al darse cuenta de que las sirenas de las ambulancias sonaba un poco diferente al acercarse que al alejarse. Investigando sobre esto descubrieron que era debido al efecto Doppler y decidieron investigarlo. Es un trabajo más bien descriptivo de que es el efecto Doppler, sus aplicaciones y una comprobación experimental del mismo en el laboratorio de Física Aplicada de la UPCT. La labor del tutor UPCT ha sido diseñar el experimento y supervisar su realización y el desarrollo del trabajo. El tutor IES ha supervisado la realización del trabajo, organizando y participando en todas las reuniones con el tutor UPCT.

4. **Cronograma detallado** con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, nº y contenido de visitas alumnos a UPCT, nº de visitas al IES.

Periodo septiembre-diciembre:

6 de noviembre: reunión con la coordinadora de investigación del IES Isaac Peral para que me explique en qué consiste el bachillerato de investigación y los proyectos que tienen en mente.

9 de noviembre: reunión con el tutor IES y los alumnos para conocernos y perfilar el proyecto.

15 de diciembre: realización del experimento en el laboratorio. Se marchan con los datos obtenidos.

Periodo enero-abril:

3 de febrero: Reunión con los alumnos. Me presentan una exposición pero sin incorporar los resultados experimentales. Les digo que los presenten también y otras sugerencias de mejora.

27 de abril: Reunión con los alumnos para revisión del trabajo

Periodo mayo-junio

Envío de diferentes versiones del trabajo por correo electrónico.

13 de mayo: última reunión de revisión del trabajo.

25 de mayo: exposición del trabajo en el congreso.

5.

6. **Abstract y poster generado** (poster iría adjunto)

El **efecto Doppler**, llamado así por el físico austríaco Christian Andreas Doppler.

Consiste en la variación de la frecuencia de una onda producida por un móvil respecto de un receptor estático o en movimiento.

Mientras el foco emisor permanece en reposo, los frentes de onda son concéntricos alrededor de él y tienen la misma separación en todas las direcciones. En cualquier lugar, la longitud de onda y la frecuencia recibidas son iguales a las emitidas. No se produce efecto *Doppler*. Sin embargo, cuando el foco se desplaza va emitiendo los frentes de onda sucesivos desde diferentes posiciones. Como la velocidad de propagación de la onda es independiente de ese movimiento del foco, los frentes de onda dejan de ser concéntricos: se aprietan en el sentido hacia donde avanza el foco y se separan en el sentido desde donde se aleja dicho foco. En consecuencia, la longitud de onda recibida es mayor en las zonas que ven alejarse al emisor y es menor en las zonas que lo ven acercarse. Lo contrario le ocurre a la frecuencia.

Pueden darse 2 situaciones(son consideradas ejemplos):

- **El emisor de ondas se acerca al receptor:** cuando el coche va acercándose al receptor, las ondas sonoras se comprimen como un muelle produciendo una distancia entre crestas muy pequeñas (disminuye la longitud de onda). Como hemos dicho, cuando sucede esto, la frecuencia aumenta y el sonido se percibe más agudo.
- **El emisor de ondas se aleja del receptor:** cuando el coche se aleja, las ondas sonoras se alargan (seguid pensando en un muelle), produciendo longitudes de ondas grandes, frecuencias pequeñas y por lo tanto sonidos más graves.

**Palabras clave:** Efecto Doppler, emisor de ondas, receptor, onda, longitud de onda, cresta de onda, frecuencia.

7. **Impresión general de la actividad desarrollada**

La impresión general no ha sido muy satisfactoria. La relación con los alumnos ha sido buena, pero al tratarse de un trabajo más bien descriptivo no ha habido un auténtico trabajo de investigación ni de análisis de los resultados. Los alumnos se han centrado sobre todo en las aplicaciones y no han querido hacer mucho más. El tema les gustaba, pero han realizado más bien un trabajo “de clase”.

8. **Sugerencias de mejora**

El tema venía elegido por los alumnos, pero no ha dado mucho juego para hacer investigación. En un futuro habría que pensar en las posibilidades de investigación de los temas propuestos, sobre todo si es por parte de los alumnos.

9. Propuesta de ficha para ofertar proyecto.



**PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE FÍSICA APLICADA. EFECTO DOPPLER**

**Palabras clave:**  
Acústica; Programación y simulación numérica en problemas de física. Medición experimental

**Ejemplos de proyectos a desarrollar:**  
Comprobación del efecto Doppler.  
Simulación del efecto Doppler

**Enlaces a trabajos de bachillerato de investigación del área:**  
<http://repositorio.upct.es/handle/10317/4500>

**PERSONA DE CONTACTO UPCT:** Enrique Castro Rodríguez.  
Teléfono 868071105  
e-mail: [enrique.castro@upct.es](mailto:enrique.castro@upct.es)

**COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**CURSO 2015-2016**

10. **Título del proyecto** (indicar si es de 1º ó 2º de Bachillerato): Contaminación Acústica en el Isaac Peral. 1º de Bachillerato.  
**Tutor UPCT:** Enrique Castro Rodriguez.
11. **Alumnos:** Ainhoa Pedrero, Pedro José Navarro, Iván Fuentes, Yoel Vera, Daniel Martínez
12. **Tutor IES:** Enrique Díaz Marín
13. **Breve descripción del trabajo** (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno):
14. El trabajo consiste en la medición de la contaminación acústica que sufre el IES Isaac Peral. La motivación del trabajo parte de los propios alumnos, que notan la gran cantidad de ruido que sufren en su centro y se proponen medirlo. Aplicando el convenio firmado con la UPCT piden ayuda al departamento de Física Aplicada y, dado que imparto docencia en una asignatura de Acústica y dispongo de sonómetros, accedo a ayudarles.
- Después de una sesión de formación en acústica y manejo del sonómetro por parte del tutor UPCT, los alumnos elaboran un plan de medidas en el instituto que llevan a cabo con la colaboración del tutor IES. Así mismo, elaboran una encuesta para conocer la opinión del alumnado y docentes sobre el nivel de ruido y sus causas. El contenido de la encuesta es revisado por ambos tutores.
- El producto final de la investigación son las medidas realizadas y los resultados de la encuesta. Como conclusiones obtienen el ruido medio en su instituto, el que hay en cada zona, el día y lugar más ruidosos, lo que opinan los usuarios del centro sobre la contaminación acústica en el centro y cuáles son las causas, así como aportar recomendaciones para disminuir la contaminación acústica. Como conclusión sorprendente para ellos, la fuente principal de ruido no es el tráfico sino los propios alumnos.
15. **Cronograma detallado** con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, nº y contenido de visitas alumnos a UPCT, nº de visitas al IES).
- Periodo septiembre-diciembre:
- 6 de noviembre: reunión con la coordinadora de investigación del IES Isaac Peral para que me explique en qué consiste el bachillerato de investigación y los proyectos que tienen en mente.



- 9 de noviembre: reunión con el tutor IES y los alumnos para conocernos y perfilar el proyecto. Aprovecho para explicarles cosas de acústica.
- 15 de diciembre: reunión donde les explico conceptos necesarios para el trabajo, les enseño a manejar el sonómetro y se los dejo para que hagan las medidas.

Periodo enero-abril:

- 3 de febrero: Reunión con los alumnos para presentar los resultados y la encuesta que han elaborado.
- 24 de febrero: Reunión con los alumnos para presentar los resultados de la encuesta.
- 27 de abril: Reunión con los alumnos para revisión del trabajo

Periodo mayo-junio

- Envío de diferentes versiones del trabajo por correo electrónico.
- 13 de mayo: última reunión de revisión del trabajo.
- 25 de mayo: exposición del trabajo en el congreso.

#### 16. **Abstract y poster generado** (poster iría adjunto)

Resumimos este trabajo de investigación como un estudio sobre la contaminación acústica en diferentes secciones del centro en horarios variados, los efectos que causa esta contaminación sobre el profesorado y alumnado, y su rendimiento. Para conocer el grado de contaminación hemos realizado diversas mediciones a horas concretas siempre en las mismas zonas del centro con un sonómetro que nos ha sido cedido por la Universidad Politécnica de Cartagena, y para conocer la concienciación del conjunto escolar sobre este problema, hemos repartido en algunas clases de cada uno de los diferentes cursos unos cuestionarios de los que sacar esta información, además de entregárselo al profesorado y empleados del centro.

#### 17. **Impresión general de la actividad desarrollada**

La impresión general es positiva. Los alumnos están muy motivados al principio para hacer el proyecto, ya que parte de una iniciativa suya, y se toman interés en hacer las medidas y las encuestas. Después el interés parece que decae, es más difícil hacer las reuniones y el tema de analizar los resultados, sacar conclusiones y escribir el trabajo les cuesta más. Se limitaban a poner los números, no los comentaban. La relación con el tutor IES ha sido buena, supervisaba a los alumnos, tenía interés en aprender los conceptos que no conocía, organizaba las reuniones con los alumnos y procuraba hacerme partícipe de todos los pasos que daban los alumnos.

#### 18. **Sugerencias de mejora**

Debería empezar antes el proyecto, quizás a principios de noviembre. Las medidas se realizaron cuando no tenían clase, por lo que no se midió el ruido cuando si había clase. Quizás entonces sí que tenga más importancia el ruido de tráfico.

## 19. Propuesta de ficha para ofertar proyecto.



### PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE FÍSICA APLICADA

**Palabras clave:**  
Acústica; Programación y simulación numérica en problemas de física y/o química; Estudios de corrosión; Caracterización de suelos; Simulación de terremotos en edificios; Radiación electromagnética; Radiogalaxias; Quasares; Blazars; Agujeros negros; Radiación sincrotrón.

**Ejemplos de proyectos a desarrollar:**  
Evaluación de ruido ambiental.  
Simulación de terremotos en edificios.  
Evaluación de los riesgos de los contaminantes atmosféricos.  
Determinación del índice espectral de radiofuentes naturales.

**Enlaces a trabajos de bachillerato de investigación del área:**  
<http://repositorio.upct.es//handle/10317/4500>

**PERSONA DE CONTACTO UPCT:** Enrique Castro Rodríguez.  
Teléfono 868071105  
e-mail: [enrique.castro@upct.es](mailto:enrique.castro@upct.es)

COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CURSO 2015-2016

**Título del proyecto:** La antimateria como fuente de energía

**Alumnos:** Pablo Pérez Colao (2º de Bachillerato)

**Tutor IES:** Jesús Quintana Ruiz. Dpto. de Matemáticas

**Tutor UPCT:** José Jorge Morales Domingo. Dpto. Física Aplicada

**Breve descripción del trabajo** (incluyendo origen del mismo con las aportaciones de tutor UPCT, Tutor IES y alumno)

El tema del trabajo parte del alumno, que presentaba su interés acerca de la antimateria. Pretendía realizar un trabajo de descripción de la misma y sus características, descubrimiento, etc., y además tocando aspectos de la cultura popular (cine, televisión, ciencia ficción, libros, etc.), donde se habla de ella.

Como tutor de la UPCT, me pareció interesante la idea, pero reconduje el trabajo, con el objetivo de hacerlo más adecuado al nivel académico del alumno, para que no se convirtiese simplemente en una enumeración de propiedades y características con una escasa comprensión, y finalmente encaminarlo para darle un trasfondo práctico, dentro de las grandes limitaciones que impone el tema. Otro de los objetivos fue alejarlo de tratar las ideas populares y erróneas que sobre la antimateria existe en la cultura pseudocientífica que impera en los medios de comunicación de masas.

El papel del tutor del IES ha consistido en ayudar y cotutorizar al alumno en el ámbito más próximo del instituto. Además ha dirigido el desarrollo matemático a un nivel adecuado para 2º bachillerato, de la obtención de la expresión para el campo magnético en una bobina de Helmholtz. Además, su papel ha sido preponderante en la preparación de la exposición del tema.

El trabajo finalmente se ha concretado en un artículo y una presentación que ha consistido en un resumen del primero, simulando al mismo tiempo como se presenta a un congreso científico una comunicación científica o incluso un artículo de investigación en una revista especializada. Dicho trabajo se ha articulado comenzando con una introducción sobre que es la antimateria, su descubrimiento teórico y experimental, y algunas de sus propiedades más simples. Posteriormente se ha hablado de la estructura de la materia que conocemos y el papel que tiene la antimateria en el Universo conocido, de acuerdo con el conocimiento actual. En el segundo bloque se ha analizado brevemente los modos en los que nuestra civilización obtiene energía, principalmente por reacciones de combustión y fisión nuclear, y otros procesos actualmente no desarrollados tecnológicamente como pudieran ser la fusión nuclear y la aniquilación de materia-antimateria. Se han realizado los cálculos oportunos para estimar que “combustible” es el que contiene más energía por unidad de masa, y se han discutido brevemente sus pros y contras. También se ha hecho uso de la

termodinámica para poner de relieve la imposibilidad de aprovechar totalmente la energía liberada, cosa que impide la segunda ley de la termodinámica. Tras este análisis se ha visto que el “combustible” ideal sería la antimateria.

En este punto se ha analizado la cuestión nada baladí acerca de la cual, la primera ley de la termodinámica hace prácticamente inviable poner a punto un sistema de creación de antimateria para luego utilizarla como combustible, dejando patente que el éxito de este sistema se basaría en el descubrimiento y explotación de “fuentes naturales de antimateria”. A pesar de la intrínseca inestabilidad de la antimateria en presencia de materia, unos últimos descubrimientos parecen indicar que podría haber una formación continua de ciertas cantidades en los cinturones de Van Allen, abriendo la puerta a que en un futuro remoto se pudiera aprovechar como fuente de energía.

En la última parte se ha intentado dar un giro experimental al trabajo, aprovechando la simetría en el comportamiento entre el electrón y su antipartícula en positrón. Es decir los dos tienen un comportamiento similar bajo ciertas circunstancias. Por ello se han estudiado en principio los sistemas de alto vacío en un laboratorio, algo esencial para el trabajo con haces de electrones. Finalmente se ha aprovechado un dispositivo experimental del laboratorio para medir una de las primeras características descubiertas del electrón, su relación carga/masa, que evidentemente es la misma que la del positrón en valor absoluto, y con ello ha concluido el trabajo.

**Cronograma detallado** con los momentos relevantes en cada uno de los 3 periodos que comento arriba (contactos relevantes en reuniones, emails, llamadas, nº y contenido de visitas alumnos a UPCT, nº de visitas al IES.

30/10/15 El director del departamento de Física Aplicada ofrece a quién esté interesado participar como tutor en este programa.

09/11/15 Se pone en contacto conmigo Dña. María José Fernández, Jefe de estudios del IES para concertar una entrevista presencial.

10/11/15 Entrevista personal en el Departamento Física Aplicada 30 min aprox. Acude Dña. María José Fernández, el director del Isaac Peral y el alumno. Se plantea la posibilidad de hacer el mencionado trabajo, y como orientar al alumno para su realización. Se acuerda concertar otra reunión con el alumno y el tutor del IES. El alumno me enviará por correo el trabajo que ya tiene hecho.

16/11/15 Reunión con el alumno 2 h aprox. Revisamos lo trabajado por el alumno y se organiza la estructura del trabajo y sus posibilidades y variantes. Hay varias explicaciones formales sobre cuestiones particulares. El alumno queda emplazado a comenzar con las indicaciones dadas.

10/12/15 Reunión con el alumno y su tutor del IES. (2,5 h aprox). Se revisa lo que lleva realizado, se planifica el trabajo y visitamos el laboratorio y el instrumental que está previsto utilizar en el trabajo. Se ve su funcionamiento y como se insertaría en el trabajo.

Se emplaza la siguiente reunión para enero. Se acuerda realizar un seguimiento a través del correo electrónico.

30/12/15. Hasta la fecha el número de comunicaciones por correo electrónico han sido 34, donde se ha revisado el trabajo del alumno y se le ha reorientado.

19/01/16: Trabajo experimental en el laboratorio, midiendo la relación carga masa del electrón 3 h

25/01/16: Visita al laboratorio de alto vacío conducidas por el profesor de Física Aplicada D. José Abad López, y medidas del consumo eléctrico de la bomba turbomolecular. 2 h

07/03/16: Reunión para ultimar detalles y cerrar trabajo 2 h aprox.

31/03/16: El alumno está preparando la exposición con ayuda de su tutor IES. Se resuelven dudas a través del correo electrónico. La exposición está prevista para el miércoles 6 de abril.

06/04/16: El alumno expone el trabajo con ayuda de una presentación power point.

07/04/16: Recibo un mensaje donde me informa que la impresión del alumno sobre la exposición ha sido muy buena.

21/05/16: Recibo el artículo y la presentación. A la finalización del trabajo he recibido un total de 59 mensajes electrónicos por parte del alumno.

#### **Abstract y poster generado (poster iría adjunto)**

Se adjunta:

**antimateria.pdf**, con el artículo final

**presentacionantimat.pdf** con la presentación utilizada por el alumno.

#### **ABSTRACT**

*Uno de los pilares fundamentales en los que se cimenta la existencia de nuestra civilización son los recursos energéticos y el consecuente consumo de energía. Existe una relación directa entre la potencia económica e industrial de un país, el nivel de vida y bienestar de sus ciudadanos y su riqueza en general, con el consumo energético. Desafortunadamente dicha utilización de la energía tiene efectos colaterales adversos como son, la contaminación del medio ambiente, el agotamiento irreversible de las fuentes no renovables, y probablemente el más grave de todos, el cambio climático en curso. La obtención y explotación de una fuente energética sostenible, y poco contaminante es uno de los temas prioritarios que debemos abordar como especie dominante del planeta, si queremos un futuro halagüeño para finales de éste siglo y para las generaciones futuras. El problema es de tal magnitud, que nos estamos jugando la pervivencia de nuestra civilización tal y como la conocemos. Consecuentemente en este trabajo se pretende analizar la posibilidad, ventajas e inconvenientes de utilizar la antimateria como fuente de energía. Además este tipo de materia, detectada en 1932, es de gran interés en el campo de la astrofísica y física de partículas debido a su papel en la comprensión de la estructura de la materia y del Universo conocido, con algunos aspectos aún no totalmente aclarados, como la asimetría que presenta con la materia, hecho relevante para la comprensión de la composición actual del Cosmos. Por otro lado, en la cultura*

*popular se ha transmitido éste concepto, sobre todo de la mano del cine, aunque eso sí, de un modo poco riguroso y a veces erróneo. Su popularidad entre los escritores de ciencia ficción se debe a que suena muy exótica, pero no lo es en absoluto, únicamente es muy rara.*

## **Impresión general de la actividad desarrollada**

Opiniones personales sobre el proyecto:

La forma de contacto y la solicitud de la acción tutorial ha sido bastante informal, con falta de información y sobre todo falta de comunicación oficial por parte de los responsables del Bachillerato de Investigación y la Consejería de Educación, no quedando constancia en ningún lado de la participación en dicho programa.

El contacto personal con el alumno ha ido fluido y ha mostrado siempre una disposición muy activa hacia el desarrollo del trabajo, debido a su alta motivación. En la última parte del proyecto el tutor del IES ha tomado un papel preponderante en la preparación de la exposición con el alumno.

En general ha sido una experiencia muy satisfactoria, aunque sería recomendable dar más peso institucional a la participación del tutor UPCT dentro del programa de Bachillerato de investigación. El hecho de aceptar una propuesta de trabajo realizada por el alumno, supone una mayor carga de trabajo para el tutor UPCT.

## **Sugerencias de mejora**

Se debería institucionalizar o al menos realizar un protocolo de actuación donde como mínimo se contemple:

- Información por escrito sobre funcionamiento del bachillerato de investigación, plazos, procedimientos, etc.
- Reconocimiento de la labor de tutorización de forma institucionalizada y mediante procedimientos acreditables a terceras personas/entidades.

Los temas de investigación deben estar acotados de acuerdo a las posibilidades y materiales disponibles en los departamentos, así como las áreas de conocimientos. No obstante debe dejarse cierta flexibilidad para que el alumno pueda plantear un tema libre, fuera de los que se oferten, que deberá ser aceptado por el tutor UPCT responsable, previo análisis de viabilidad del mismo por parte de dicho tutor.

Se debe reforzar un protocolo por el cual el instituto y sus responsables deban informar al tutor de en qué lugares y frente a qué personas se utiliza el trabajo, así como de los resultados finales, incluyendo la nota final o valoración que se le ponga al alumno/trabajo.

También sería adecuado un reconocimiento por parte de la Consejería de Educación, y que el tutor UPCT reciba como mínimo el mismo tipo de consideración que el tutor IES, si es que éste recibe alguna.

## Propuesta de ficha para ofertar proyecto.



# PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE FÍSICA APLICADA

**Palabras clave:**  
Partículas fundamentales; antimateria; campo magnético; sistemas de vacío; producción de energía.

**Ejemplos de proyectos a desarrollar:**  
El panorama actual en la física de partículas.  
La antimateria; la otra cara de la materia.  
La antimateria como productor de energía.  
La relación carga/masa del electrón y del positrón.

PERSONA DE CONTACTO UPCT: José Jorge Morales Domingo.  
Teléfono 868 07 10 96  
e-mail: [jjorge.morales@upct.es](mailto:jjorge.morales@upct.es)

**COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA****CURSO 2015-2016****Título del proyecto:** Medida de la Velocidad de la Luz en diversos Medios a través de diferentes Métodos**Alumnos:** Antonio Roca Alburquerque, Manuel González García**Tutor IES:** Francisco Javier López Torres. IES Domingo Valdivieso, Mazarrón**Tutor UPCT:** José Víctor Rodríguez Rodríguez, Profesor Titular de Comunicaciones Ópticas de la UPCT

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

### 1.1 Introducción

Desde que Galileo se propusiera medir la velocidad de la luz a través de un experimento en el que intentó percibir el retraso que ésta sufría al encender por un momento una linterna situada a una cierta distancia (y concluir –erróneamente- que su velocidad era infinita), un gran número de métodos fueron desarrollándose con el fin de determinar la rapidez con la que viaja la luz. De esta manera, Fizeau, en 1849, fue el primero en realizar una medida directa de la velocidad de la luz en el aire gracias a un experimento en el que utilizó un espejo y un engranaje rotatorio, proponiendo un valor bastante aproximado al real de 313000 km/s. Posteriormente, el método de Fizeau fue refinado por diferentes físicos hasta que, en 1926, Michelson obtuvo el valor de 299796 km/s, prácticamente idéntico al que se conoce actualmente (299705 km/s en el aire, que es prácticamente igual a la velocidad de la luz en el vacío: 299792 km/s).

La actividad investigadora propuesta consistirá en la medida, mediante el empleo de diversos métodos, de la velocidad de la luz cuando ésta se propaga a través de diferentes medios como el aire, el agua o cristal/vidrio (fibra óptica). En este sentido, el valor de dicha velocidad se obtendrá con ayuda de una serie de experimentos y cálculos asociados.

La motivación de la elección de este proyecto de investigación por parte de los estudiantes residió en la componente de fascinación que siempre ha ejercido la luz sobre el ser humano desde que tuvo su primer contacto con ella hasta nuestros días. De hecho, la luz se encuentra presente en multitud de fenómenos que nos rodean en nuestro día a día cotidiano, ya sea en un amanecer o un atardecer, y también es el fundamento de espectaculares sucesos astronómicos y atmosféricos que pueden observarse desde nuestro planeta, como los eclipses o el arcoíris. Además, la luz está detrás de numerosas aplicaciones en el ámbito tecnológico, como las telecomunicaciones por fibra óptica.

### 1.2. Hipótesis de partida y objetivos del proyecto

#### 1.2.1 Hipótesis

¿Varía la velocidad de la luz en función del medio en el que se propaga?

#### 1.2.2 Objetivo principal

- Comprobar, de manera experimental, y a través de diferentes métodos, el valor de la velocidad de la luz en distintos medios como el aire, el agua o cristal/vidrio.



### 1.2.3 Objetivos secundarios

- Aprender en qué consiste el llamado índice de refracción de un medio y cómo afecta éste a la velocidad de la luz en ese medio.
- Familiarizarse con la instrumentación necesaria para realizar los experimentos ya mencionados de medida de la velocidad de la luz, como el osciloscopio, los emisores y receptores ópticos, etc.
- Aprender en qué consisten las fibras ópticas, ya que se utilizarán en la realización de las medidas.
- Conocer, en definitiva, los pasos que deben llevarse a cabo en toda actividad investigadora basada en el llamado método científico.

### 1.3. Resumen del Proyecto: Medida de la velocidad de la luz en diferentes medios

La actividad investigadora propuesta consistió en la medida de la velocidad de la luz cuando ésta se propaga a través de diferentes medios como el aire (método basado en el experimento de Michelson), el agua (método indirecto consistente en el cálculo del índice de refracción de dicho medio) o cristal/vidrio (método basado en fibras ópticas). En este sentido, se obtuvieron valores experimentales -cerca de los conocidos- de 308571 km/s en el aire, 212700 km/s en cristal y 228000 km/s en el agua.

### 1.4. Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos en el proyecto, y como respuesta a la hipótesis de partida que planteaba si la velocidad de la luz variaba en función del medio en el que se propague, podemos afirmar que, efectivamente, ésta tomará diferentes valores dependiendo del índice de refracción que presente el medio en cuestión. En este sentido, se ha obtenido experimentalmente la velocidad de la luz en el aire (medio que se ha asumido que presenta un índice de refracción igual a 1, como el vacío, aunque realmente es de 1.00029), con valores obtenidos de 308571 km/s (método basado en el experimento de Michelson) y 318500 km/s (método basado en el empleo de un microondas). Como puede comprobarse, se aproximan bastante al valor conocido de 299705 km/s, si bien es cierto que el segundo método es menos riguroso. Por otra parte, se ha comprobado cómo la luz reduce considerablemente su velocidad cuando se propaga por cristal (índice de refracción de 1.46) mediante un experimento basado en fibras ópticas. De esta manera, se ha obtenido un valor de la velocidad de la luz en este medio de 212700 km/s. Finalmente, se ha hallado la velocidad de la luz en el agua, de manera indirecta, a través del cálculo del índice de refracción de este líquido mediante la aplicación de las leyes de Snell. Así, se ha obtenido un valor de este parámetro de 1.308, que se aproxima razonablemente al de 1.33 conocido. Por tanto, el valor final calculado de la velocidad de la luz en el agua ha sido de 228000 km/s, mayor, pues, que el obtenido en cristal.

### 1.5. Bibliografía para llevar a cabo el Proyecto

- *Fundamentos de Comunicaciones Ópticas*. J. Capmany, F.J. Fraile Peláez y J. Martí. Ed. Síntesis, Madrid, 1998, ISBN 84-7738-599-8.
- *La Luz a través de la Historia*. Centro de Diseño y Producción de Medios Audiovisuales, UNED

Parte1:

<https://www.youtube.com/watch?v=rgh6azo9Kel>

Parte 2:

<https://www.youtube.com/watch?v=4ERlpzynyEo>

Parte 3:

[https://www.youtube.com/watch?v=8heB\\_yXcvzM](https://www.youtube.com/watch?v=8heB_yXcvzM)

- *Audios de Ciencia para Escuchar* (cienciaes.com)

<http://cienciaes.com/ciencianuestra/2009/09/12/-c-mo-se-midi-por-primera-vez-la-velocidad-de-la-luz/>

<http://cienciaes.com/neutrino/2015/10/22/velocidad-de-la-luz/>

## 2. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

*3 de noviembre 2015*

Establecimiento de contactos por teléfono e email con profesor responsable del IES y los alumnos.

*13 de noviembre 2015*

Reunión con el profesor responsable del IES Domingo Valdivieso, Mazarrón, en el propio IES, y los alumnos implicados.

- Planteamiento general del proyecto y elaboración del siguiente Plan de Trabajo a seguir:

- *Visita al IES (13 de noviembre de 2015).*

Impartición de la charla “La Magia de la Luz” por parte de José Víctor Rodríguez con motivo de la Semana dedicada a la Luz en el IES por haber sido 2015 declarado por la ONU el Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz.

- *Primera visita a la UPCT (enero de 2016).*

Introducción al proyecto. Búsqueda y análisis bibliográfico de la teoría subyacente tras la investigación que se va a llevar a cabo (el tutor de la UPCT recomienda la incluida en el punto 1.6 de este informe). Visita a la Biblioteca de la UPCT. Medida de la Velocidad de la Luz en el aire mediante el experimento basado en el método de Michelson. Medida de la Velocidad de la Luz en el vidrio mediante el experimento basado en la propagación a través de fibras ópticas.

- *Segunda visita a la UPCT (marzo de 2016).*

Medida de la Velocidad de la Luz en el aire mediante el experimento basado en un microondas. Medida de la Velocidad de la Luz en el agua. Análisis de resultados de todo el proyecto y planificación de la redacción de la memoria/póster que recoja tanto éstos como el desarrollo llevado a cabo y conclusiones.

- Impartición de la charla “La Magia de la Luz” por parte de José Víctor Rodríguez, a 70 alumnos, con motivo de la Semana dedicada a la Luz en el IES.

*27 de enero 2016*

- Visita a la Biblioteca del Edificio de Antigones de la UPCT (situado junto a la ETSIT).
- Realización del experimento de la medida de la velocidad de la luz en el aire mediante el experimento basado en el método de Michelson.
- Realización del famoso experimento de Tyndall, que ideó en 1870 el científico del mismo nombre, y que demostró que la luz podía guiarse a través de un chorro de agua gracias al fenómeno físico conocido como reflexión total interna, que, a su vez, es el fundamento de las actuales fibras ópticas.
- Realización del experimento de medida de la velocidad de la luz en cristal mediante el empleo de fibras ópticas.
- Análisis del método que se llevará a cabo para la medida de la velocidad de la luz en el agua en la próxima visita. Se decide optar por el método indirecto basado en el cálculo del índice de refracción del agua.


*13 de abril 2016*

- Medida de la velocidad de la luz en el aire mediante el método basado en el microondas.
- Medida de la velocidad de la luz en el agua mediante el método indirecto del cálculo del índice de refracción del agua.
- Análisis de resultados de todo el proyecto y planificación de la redacción de la memoria/póster.

*21 de junio 2016*

- Realización del congreso IDIES en el que se realiza una presentación del proyecto por parte de los alumnos y se expone un póster explicativo de los resultados obtenidos.

### 3. PÓSTER GENERADO



## Medida de la Velocidad de la Luz en diversos Medios a través de diferentes Métodos

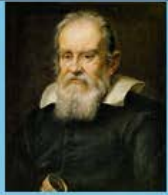
**Autores:** Antonio Roca Albuquerque y Manuel González García  
**Tutores:** José Víctor Rodríguez Rodríguez (UPCT) y Francisco J. López Torres (IES Domingo Valdivieso)

#### Introducción


La actividad investigadora propuesta consistirá en la medida, mediante el empleo de diversos métodos, de la velocidad de la luz cuando ésta se propaga a través de diferentes medios como el aire, el agua o cristal/vidrio

#### Breve recorrido histórico

- Galileo Galilei (s. XVII) → Medida de la velocidad de la luz con linternas → ¿Infinita?
- Fizeau (1849) → Experimento con espejo y engranaje rotatorio → 313000 km/s
- Michelson (1926) → Método de espejos basado en el de Fizeau → 299796 km/s
- Valor actual de la velocidad de la luz en el aire (casi igual a la del vacío) → 299705 km/s




#### Medida de la Velocidad de la Luz en el Aire (I)



- Dos pulsos de luz son generados por un emisor óptico (LED).
- Uno de ellos es reflejado por un reflector interno al bloque emisor (pulso de referencia) y el otro recorre una distancia conocida (2.16 m) hasta reflejarse en un espejo y volver al bloque inicial. Se obtendrá el tiempo de detección de los pulsos.
- Ambos pulsos son visualizados en un osciloscopio.
- La velocidad de la luz en el aire ( $n_{\text{aire}} \approx 1$ ) se obtiene como:

$$\text{velocidad de la luz en el aire} = \frac{2.16 \cdot 2}{22.8 \cdot 10^{-9} - 8.8 \cdot 10^{-9}} = \frac{4.32}{14 \cdot 10^{-9}} = 308571 \text{ km/s}$$


#### Medida de la Velocidad de la Luz en el Aire (II)



- Se introduce en el microondas una golosina alargada de regaliz.
- Al calentarse, y debido al carácter ondulatorio de la luz (ondas), aparecen unas zonas en el regaliz que se queman por coincidir con puntos en los que incide en él la onda luminosa.
- Midiendo la distancia entre estos puntos quemados del regaliz, se obtiene media longitud de onda, pudiendo deducir la longitud de onda completa de la luz ( $2 \cdot 6.5 = 13 \text{ cm}$ ).
- Como la frecuencia del microondas es conocida (2450 MHz), se puede deducir finalmente la velocidad de la luz en el aire como:

$$\text{velocidad de la luz en el aire} = 13 \cdot 10^{-2} \cdot 2450 \cdot 10^6 = 318500 \text{ km/s}$$


#### Medida de la Velocidad de la Luz en Cristal



- Se transmite un pulso de luz, emitido por un LED, a través de una fibra óptica de 20 m (cuyo interior es de cristal de silicio, con un índice de refracción de  $n_{\text{cristal}} = 1.46$ ) hasta un receptor.
- Se establece, en el osciloscopio, el tiempo empleado por dicho pulso en recorrer el tramo de fibra en cuestión calculando la diferencia temporal entre el pulso emitido y el recibido.
- La velocidad de la luz en el cristal se obtiene como:

$$\text{velocidad de la luz en cristal} = \frac{20}{108 \cdot 10^{-9} - 14 \cdot 10^{-9}} = \frac{20}{94 \cdot 10^{-9}} = 212700 \text{ km/s}$$

#### Medida de la Velocidad de la Luz en el Agua



- Se hace incidir un rayo láser en un recipiente con agua.
- Con un porta-ángulos, se mide tanto el ángulo del rayo incidente respecto a la perpendicular al borde del recipiente ( $\phi_1$ ) como el ángulo que forma la luz refractada respecto a dicha perpendicular una vez se propaga dentro del agua ( $\phi_2$ ).
- Aplicamos la ley de Snell para obtener el índice de refracción del agua ( $n_{\text{agua}}$ ):  $n_{\text{agua}} = \frac{\text{sen}(\phi_1)}{\text{sen}(\phi_2)} = \frac{\text{sen}(35^\circ)}{\text{sen}(26^\circ)} = 1.308$
- La velocidad de la luz en el agua se obtiene como:


$$\text{velocidad de la luz en el agua} = \frac{2.99 \cdot 10^8}{1.308} = 2.28 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 228000 \text{ km/s}$$

#### Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos en el proyecto, y como respuesta a la hipótesis de partida que planteaba si la velocidad de la luz variaba en función del medio en el que ésta se propaga, podemos afirmar que, efectivamente, dicha velocidad tomará diferentes valores dependiendo del índice de refracción que presente el medio en cuestión.


#### Bibliografía

- *Fundamentos de Comunicaciones Ópticas*. J. Capmany, F.J. Fraile Peláez y J. Martí. Ed. Síntesis, Madrid, 1998. ISBN 84-7738-599-8.
- *La Luz a través de la Historia*. Centro de Diseño y Producción de Medios Audiovisuales, UNED.



#### Agradecimientos

Agradecemos a la UPCT y al IES Domingo Valdivieso su colaboración en la realización de este trabajo. Concretamente, a José Víctor Rodríguez, quien ha dirigido el proyecto desde la UPCT, y a Francisco Javier López y Esperanza Rodríguez, que nos han guiado desde el IES.



### 4. IMPRESIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA

En líneas generales, la experiencia ha sido satisfactoria, si bien es cierto que el hecho de que el IES Domingo Valdivieso (Mazarrón) y la UPCT (Cartagena) se encuentren alejados ha impedido la implicación en el proyecto, por parte de los alumnos, que habría sido deseable. En

cualquier caso, ha sido muy enriquecedor haber podido colaborar en la iniciación a la investigación de estudiantes de bachillerato.

## 5. SUGERENCIAS DE MEJORA

Sería buena idea estipular, desde el primer momento, qué cometidos del proyecto corresponden al tutor de la UPCT y cuáles al del IES, con el fin de delimitar bien las tareas de cada uno y así optimizar el trabajo a realizar.

## 6. PROPUESTA DE FICHA PARA OFERTAR PROYECTO

**PROYECTO DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN INSTITUTOS**

**Título:** Medida de la Velocidad de la Luz en diversos Medios a través de diferentes Métodos



**Resumen:** Desde que Galileo se propusiera medir la velocidad de la luz a través del encendido de una linterna situada a una cierta distancia (y concluir –erróneamente– que su velocidad era infinita), un gran número de métodos fueron desarrollándose con el fin de determinar la rapidez con la que viaja la luz. La actividad investigadora propuesta consistirá en la medida, mediante el empleo de diversos métodos, de la velocidad de la luz cuando ésta se propaga a través de diferentes medios como el aire, el agua o el vidrio.

**Objetivos:**

- Calcular el valor de la velocidad de la luz en distintos medios como el aire, el agua o el vidrio.
- Aprender en qué consiste el llamado índice de refracción de un medio y cómo afecta a la velocidad de la luz.
- Familiarizarse con la instrumentación necesaria para realizar los experimentos de medida de la velocidad de la luz (osciloscopio, emisores y receptores ópticos, etc.).
- Aprender en qué consisten las fibras ópticas, ya que se utilizarán en la realización de las medidas.
- Conocer, en definitiva, los pasos que deben llevarse a cabo en toda actividad investigadora basada en el llamado método científico.

**Enlaces de interés:**  
<http://cienciaes.com/neutrino/2015/10/22/velocidad-de-la-luz/>  
*La luz a través de la Historia. Centro de Diseño y Producción de Medios Audiovisuales, UNED* [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

PERSONA DE CONTACTO UPCT: José Víctor Rodríguez. e-mail: [jvictor.rodriguez@upct.es](mailto:jvictor.rodriguez@upct.es)



COLABORACIÓN EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN ENTRE INSTITUTOS DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA Y LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CURSO 2015-2016

10. **Título del proyecto**  
Desarrollo de un sistema robótico basado en la plataforma Arduino
11. **Instituto**  
IES Floridablanca (Murcia)
12. **Tutores IES:**  
Las actividades se desarrollaron con los profesores del IES Floridablanca D. Pedro Manuel Saura Pujante y D: José Valverde Gea.
13. **Tutores UPCT:**  
El PDI implicado ha sido Juan Suardíaz Muro, profesor del Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena. También ha colaborado D. Jesús Rubio Aparicio, en calidad de investigador en formación adscrito al grupo de investigación DINTEL (División de Innovación en Sistemas Telemáticos y Tecnología Electrónica).
14. **Alumnos:**  
Ha participado en la iniciativa un conjunto de 15 alumnos de diferentes cursos del IES Floridablanca. Los responsables del IES solicitaron incluir a alumnos de diferentes cursos, de forma que los más aventajados pudieran mentorizar a los más jóvenes.
15. **Breve descripción del trabajo**  
La idea de partida surgió de colaboraciones previas ya realizadas con el citado instituto. La idea de esta iniciativa era potenciar el interés por la Tecnología en los estudiantes del IES y despertar vocaciones científicas. Para ello se pensó en proponer una actividad para el desarrollo de una plataforma robótica con la plataforma Arduino.

Arduino es una plataforma de código abierto para el aprendizaje de electrónica microcontrolada y el rápido desarrollo de prototipos electrónicos. Su empleo en la enseñanza de tecnología permite adquirir conocimientos básicos de programación, electrónica, automatización y robótica.

El trabajo se estructuró de la siguiente forma:

Se desarrollaron una serie de actividades formativas, realizadas por el tutor de la UPCT y los investigadores colaboradores comentados, donde se procedió a enseñar las bases de la plataforma Arduino, así como los fundamentos de trabajo y programación.

Las actividades formativas se 20 horas de duración distribuidas en 10 sesiones semanales de 2 horas de duración cada una.

En cada una de las sesiones se proponía completar la realización de un sistema electrónico similar a otros ya existentes en el mundo real. Para ello y haciendo uso de los medios audiovisuales, se comenzaba exponiendo los conocimientos teóricos necesarios para abordar la práctica a realizar así como las particularidades de los componentes utilizados en cada sesión. A continuación los alumnos, aplicando los

conocimientos adquiridos, efectuaban el montaje del circuito siendo supervisados y resolviendo de forma individual las dudas que pudieran plantearse.

Durante la realización del curso se habilitó una web 2.0 colaborativa a modo de aula virtual, donde los alumnos han podido disponer con antelación de los contenidos que se iban a tratar en cada sesión así como descargar la documentación presentada en cada clase. Igualmente para extender la participación de los alumnos fuera del espectro físico y temporal del desarrollo del curso, permite dar continuidad a la materia tratada y queda como material en abierto disponible para los tutores del IES a fin de utilizarlo en futuras ediciones.

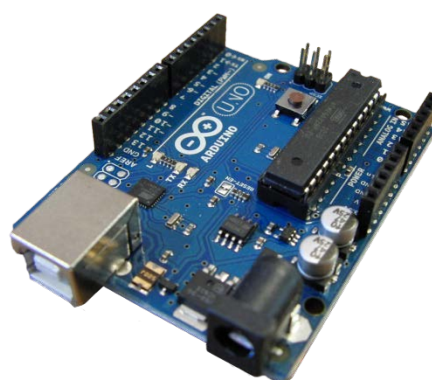
En una segunda fase, los estudiantes trabajaban con los tutores del IES desarrollando sus propias maquetas en clase y posteriormente, añadiendo la electrónica y el control necesario utilizando para ello la plataforma Arduino.

A modo de resumen, los bloques de contenidos temáticos tratados en este trabajo son los siguientes:

### **1) Análisis de la placa electrónica Arduino**

Se presenta la plataforma a través de las actividades formativas indicadas anteriormente comparándola con otras soluciones existentes en el mercado y presentando sus posibles aplicaciones para la realización de dispositivos electrónicos como los que nos rodean en la vida cotidiana. Su filosofía de código abierto y gran comunidad de usuarios en Internet ofreciendo soporte hace que la curva inicial de aprendizaje tenga una menor pendiente.

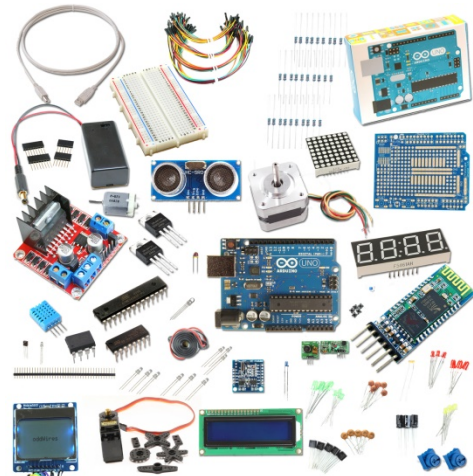
Se presenta el entorno de programación y se explican conceptos tales como el microcontrolador, entradas y salidas digitales, modulación de ancho de pulso, entradas analógicas y comunicaciones digitales.



### **2) Profundización en sensores y actuadores**

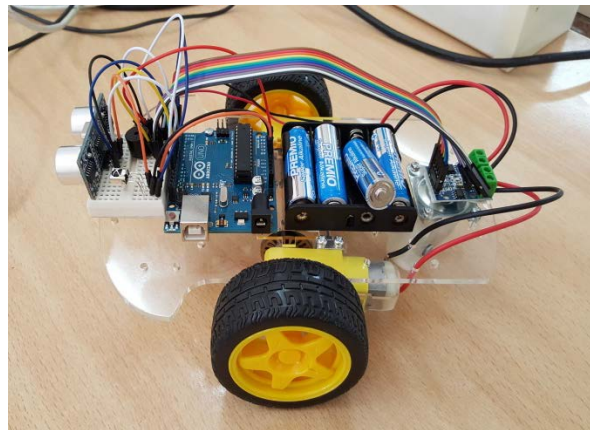
En este segundo bloque se explica cómo conectar Arduino con el mundo real haciendo uso de sensores y actuadores, cada uno con sus particularidades en cuanto a funcionamiento y modo de conexión a la placa de desarrollo, así como diferentes necesidades de programación.

Los componentes utilizados a lo largo de las diferentes sesiones han sido sensores de luminosidad, temperatura, ultrasonidos, leds RGB pulsadores, motores, servomotores, matrices de led y pantallas alfanuméricas de cristal líquido.



### 3) Kit robótico y control de maquetas.

En este último bloque se ha propuesto el montaje, programación y puesta en marcha de un micro-robot empleando los conocimientos de Arduino adquiridos durante las actividades formativas. Para ello se ha suministrado a los alumnos un kit que inicialmente se presenta desmontado y sin programar, y que finalmente convierten en un micro-robot funcional y que pueden probar en el aula. También se ha contemplado la posibilidad de que los alumnos controlen maquetas desarrolladas en colaboración con los tutores del IES Floridablanca. Esta fase ha sido supervisada y realizada en colaboración con los tutores del IES Floridablanca.







## 16. **Cronograma detallado**

Periodo Septiembre-Diciembre

Se establecen contactos con el IES Floridablanca. Se hace una visita por parte de los tutores a la UPCT (8 de octubre de 2015) para que conozcan las instalaciones y se plantean la estructura de actividades a desarrollar.

Se establece como inicio de actividades formativas después de navidades. Durante esta época los tutores del IES desarrollan en sus clases diferentes maquetas susceptibles de ser controladas electrónicamente con la plataforma Arduino.

Periodo Enero-Marzo

Se arranca la toma de contacto tras las Navidades y se establece el calendario de actividades formativas. Se organizan en sesiones de dos horas, como actividad extracurricular, los miércoles de 17:00 a 19:00. Dichas actividades se acuerda se sincronicen con la carga lectiva de los estudiantes.

A lo largo de este periodo se imparten 8 sesiones.

Periodo Abril-Julio

Se desarrollan las actividades formativas restantes y se empieza a trabajar en el montaje del sistema robótico o sensorización y control de la maqueta de trabajo elegida.

26 de mayo. Congreso SIMIP 16. Imposibilidad de asistir de los estudiantes del IES por coincidirles con época de evaluaciones en el IES.

En este periodo se tienen diferentes actividades de evaluación por lo que se debe sincronizar con los tutores del IES las fechas de cierre del proyecto. El 23 de junio se presentan los desarrollos y se cierra el proyecto.

17. **Abstract y poster generado** (poster iría adjunto)

Debido a solape de fechas con los exámenes en el IES, los alumnos no han podido participar en el congreso. No obstante, se produjo una defensa y presentación de los trabajos desarrollados en acto público en las instalaciones del IES Floridablanca, contando con un tribunal formado por los tutores de la UPCT y el IES.

18. **Impresión general de la actividad desarrollada**

La experiencia ha sido positiva, si bien ha sido complicado sincronizar los tiempos disponibles entre las actividades del IES y la disponibilidad de la UPCT. En futuras ediciones sería adecuado sincronizar las actividades con las épocas de exámenes o carga lectiva en los IES a fin de sobrecargar a los estudiantes en las épocas de mayor carga y desarrollar una planificación adecuada a sus compromisos y que no constituya estrés para ellos.

19. **Sugerencias de mejora**

Fundamentalmente lo ya comentado sobre la sincronización con los tiempos y épocas de carga en los institutos para equilibrar la carga de los estudiantes.

20. **Propuesta de ficha para ofertar proyecto.**

Se adjunta ficha asociada a la presente convocatoria. En la próxima edición se espera poder ampliar la oferta en línea con las actividades de I+D que estén vigentes en el momento de la convocatoria.



PROYECTO DE COLABORACIÓN CON EL ÁREA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Palabras clave:  
Electrónica; Robótica; Mecatrónica, Arduino, Open Hardware.

Ejemplo de proyecto a desarrollar:  
Diseño de un micro-robot controlado con la plataforma Arduino.

Página web del grupo de investigación:  
<http://www.dte.upct.es>

Enlace a un trabajo fin de estudios reciente:  
<http://repositorio.upct.es/xmlui/handle/10317/4305?show=full>

Enlace a una publicación reciente:  
[www.mdpi.com/1424-8220/13/9/12345/pdf](http://www.mdpi.com/1424-8220/13/9/12345/pdf)

PERSONA DE CONTACTO UPCT: Juan Suardiaz Muro.  
Teléfono 968325380  
e-mail: [juan.suardiaz@upct.es](mailto:juan.suardiaz@upct.es)

DÍPTICO CONGRESO SIMIP'16

CONGRESO DE JÓVENES INVESTIGADORES

**SIMIP 16**

25 de mayo de 2016

Salón de actos de la Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Organizado por:



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

## PROGRAMA

9:00 - 9:30h	<p><b>Conferencia inaugural</b>  <b>A cargo del Vicerrector de Estudiantes, Extensión Universitaria y Deportes de la UPCT:</b>  <b>Sr. D. Sergio Amat Plata.</b></p>
9:30 - 11:00 h	<p><b>Primera sesión de ponencias orales</b>  <b>Modera: Francisco Martínez</b></p>
11:00 - 11:30 h	<p><b>Descanso</b></p>
11:30 - 13:45 h	<p><b>Segunda sesión de ponencias orales</b>  <b>Moderan: M<sup>a</sup> José Fernández y José Luis Serrano</b></p>
	<p><b>Ponencia 1: Comunicación Interplanetaria.</b>                  Sandra Meroño, Monsif Ahlik, Sabina Fructuoso</p> <p><b>Ponencia 2: Tránsito de Educación Primaria a Educación Secundaria: miedos, adaptación y propuestas de acogida.</b>                  Tatiana Sánchez, Paula Carrión, Juan Noguera</p> <p><b>Ponencia 3: Evaluación de enmiendas orgánicas para la restauración de depósitos mineros.</b>                  Richlove Abdulahi, Ainhoa Vera, Ángela Díaz, Christian Rodríguez</p> <p><b>Ponencia 4: Hábitos de consumo y sensibilidad en el sector textil.</b>                  Nuria Jiménez, Esther Giró, María Martínez</p> <p><b>Ponencia 5: Aviones de la 1º Guerra Mundial: diseños y desempeño en combate.</b>                  Pablo Pérez, Javier Hernández, Antonio David Sevilla.</p> <p><b>Ponencia 6: Efecto de la aplicación de un fortificante en las propiedades del suelo.</b>                  Antonio Barrio, Elia del Castillo, María Cela, Laura García, Alicia Cislema, Ana Zamora</p>
	<p><b>Ponencia 7: Estudio de los nutrientes de las plantas en cultivos hidropónicos.</b>                  Rubén García López, Antonio Cano Hernández-Ardieta, Beatriz Castro Saura.</p> <p><b>Ponencia 8: Anorexia y Bulimia y su presencia en la red: foros "pro-Ana y "pro-Mia". Origen, terapia y perspectivas: una aproximación psicoanalítica.</b>                  Sonia Alacid, Mireya Quesada, Ángela Mellado, Aitana Barranco.</p> <p><b>Ponencia 9: ¿Un macropuerto en el Gorguel?</b>                  Sergio Juan, Carmen López, Miguel Serrano</p> <p><b>Ponencia 10: Estudio de los hábitos saludables y sus repercusiones.</b>                  Megan Kestell, Cristina Redondo, Mireia Pastorín</p> <p><b>Ponencia 11: Desaladora solar y producción de energía eléctrica.</b>                  Javier Fernández, Abdón Torresano, Sergio Salmerón, Manuel Hermida.</p> <p><b>Ponencia 12: La evolución del puerto de Cartagena desde el siglo XVI hasta la actualidad.</b>                  Lucía Gambin, Natalia Pérez, José David Campos</p>

## PROGRAMA

13:45 - 14:15 h	<p><b>Ponencia 13:</b> <i>Proteccionismo animal y protectoras en nuestra zona.</i> Fayza Masaoudi, Irene Jiménez, Mónica Lorente</p> <p><b>Ponencia 14:</b> <i>Propiedades organolépticas y físico-químicas del agua desalada.</i> María Muñoz, Juan Moreno, Antonio Molina</p> <p><b>Ponencia 15:</b> <i>Contaminación acústica en el Isaac Peral.</i> Ainhoa Pedrero, Pedro José Navarro, Iván Fuentes, Yoel Vera, Daniel Martínez</p>
14:15 - 16:00 h	<p><b>Sesión de Pósteres</b> <b>Grupo 1: 13:45 a 14:00 horas</b> <b>Grupo 2: 14:00 a 14:15 horas</b></p>
16:00 - 18:30 h	<p><b>Descanso comida</b></p>
16:00 - 18:30 h	<p><b>Tercera sesión de ponencias orales</b> <b>Moderan: Alfonso Aniorte y Francisco Roig</b></p>
18:30 - 19:00 h	<p><b>Ponencia 16:</b> <i>El sueño en los niños en sus primeros años de vida: guía de trastornos del sueño y consejos para padres.</i> Christian Beltrán, Yaiza Rascón, Ana Espejo, Francisco Blázquez</p> <p><b>Ponencia 17:</b> <i>¡Acho, me he quedao torrao!</i> Esther Barranco, María Bolívar, Lucía Legaz</p> <p><b>Ponencia 18:</b> <i>Efecto Doppler.</i> Carlos Amador, Yassine Majdoubi, Pedro José Mancha, Dennis Jara</p> <p><b>Ponencia 19:</b> <i>Parejas adolescentes y machismo: actitudes en jóvenes de nuestro entorno.</i> Celia Martínez, Paula Miguélez, Soukaina Nachi</p> <p><b>Ponencia 20:</b> <i>Expectativas de futuro de los alumnos de bachillerato del IES San Isidoro.</i> Leila El Hamri, Alberto Rubio, Jesús Sánchez</p> <p><b>Ponencia 21:</b> <i>Do you speak English? El nivel de inglés en España.</i> María Hernández, Amelia Pinillos, Elena Antón, Myriam Huéscar, Álvaro Ponce</p> <p><b>Ponencia 22:</b> <i>Rumores: difusión-propagación y modelizado matemático.</i> Nicole Vintimilla, Soledad Lorente, Dayanna Hurtado</p> <p><b>Ponencia 23:</b> <i>Estudio del nivel de competencia en lengua inglesa en las empresas del sector servicios en la ciudad de Cartagena.</i> Mario Saura, Daniel Vidal, León Moreno</p> <p><b>Ponencia 24:</b> <i>Trituradora de residuos en la Rambla de Benipila: una solución para las inundaciones.</i> Paula Pérez, Francisco Javier Melero, Adrián Llorca</p> <p><b>Ponencia 25:</b> <i>Todos somos refugiados.</i> Marta Díaz, Ana Fernández, Michael Loor</p>
18:30 - 19:00 h	<p><b>Clausura Congreso</b></p>

El **SIMIP'16** nace dentro del marco de colaboración entre la UPCT y los institutos con bachillerato de investigación de Cartagena, y se concibe como un **congreso** con el principal objetivo de **promocionar y acercar la investigación a los estudiantes preuniversitarios**. Va destinado a los alumnos de primero de bachillerato, y en este evento los alumnos tendrán la oportunidad de divulgar los resultados de sus trabajos de investigación en forma de ponencia oral y el póster correspondiente.

El Congreso **SIMIP'16** tiene otros objetivos como:

- Fomentar el método científico entre el alumnado de secundaria y promover la vocación investigadora.
- Divulgar los trabajos de investigación de los alumnos en un entorno universitario.
- Permitir el intercambio de experiencias entre los alumnos investigadores, que conozcan diferentes técnicas y metodologías de investigación aplicadas en todos los campos del conocimiento: Ciencias, Tecnología, Ciencias Sociales y Humanidades.

## COLABORAN

Vicerrectorado de Estudiantes, Extensión Universitaria y Deportes de la UPCT.

Vicerrectorado de Investigación de la UPCT.

CARTEL CONGRESO IDIES 16 Y LISTADO PROYECTOS



## **CIENCIAS SOCIALES**

### **1. “La mujer y los libros escolares de lectura en la primera mitad del siglo XX”**

Investigadores tutores en el CEME: Dres. Ana Sebastián y Salvador Ludeña

Tutora en el IES Juan Carlos I: M<sup>a</sup> Trinidad Cámara

Alumnos: Yennifer Alarcón Hidalgo, Helena Cox Caballero y Ana María Rojo Velasco.

### **2. “José Lostau: algo más que una calle de Murcia”**

Tutores del trabajo en el CEME: Dres. José Mariano Bernal Martínez y José Damián López Martínez.

Tutor en el IES Alcántara: María José Torrecillas Lajarín

Alumnos: Carlos Sánchez Navarro, Pedro Carrillo Martínez y Marta Del Carmen González Martínez.

### **3. “La mujer y los libros escolares de lectura en la primera mitad del siglo XX”**

Investigadores tutores en el CEME: Dres. Ana Sebastián y Salvador Ludeña

Tutora en el IES Domingo Valdivieso: Teresa Cifuentes Mula.

Alumnas: María Martínez Martínez y Lidia Navarro De Maya

## **AGRICULTURA Y MEDIOAMBIENTE**

### **4. “Regulación de la elongación celular mediada por la hormona giberelina en plantas mutantes de tomate”.**

Investigadores tutores en el CEBAS-CSIC: Dres. Enrique Olmos y Nieves Fernández-García.

Tutor en el IES Floridablanca: Jesús Carrillo.

Alumnos: Francisco Torres Castillo y Alejandro Rocamora Fernández.

### **5. “Puesta a punto de la infección de cucurbitáceas con el virus CABYV mediante agrobacterium”**

Investigadora tutora en el CEBAS-CSIC: Dra. Verónica Truniger.

Tutor en el IES Juan Carlos I: José María Caballero

Alumnos: José Luis de la Rocha y Luis Tortosa Díaz.



**6. “Movilización de nutrientes por erosión: papel de las prácticas de manejo del suelo”**

Tutoras en CEBAS-CSIC: Dras. María Martínez-Mena García y Elvira Díaz Pereira

Tutor en el IES Floridablanca: Jesús Carrillo.

Alumnos: Javier Soler Díaz y Eloísa Molina Martínez.

**7. “Efecto de la salinidad en plantas del género Prunus: Función de los antioxidantes”**

Investigadores tutores en CEBAS-CSIC: Dres. José Antonio Hernández Cortés y Pedro Díaz Vivancos.

Tutor en el IES Domingo Valdivieso: Francisco Javier López Torres.

Alumnas: Ana María Sánchez Matillas y Clara Pérez Zamora.

**8. “La temperatura foliar como indicador del estado hídrico de frutales”**

Tutores en el CEBAS-CSIC: Dres. M<sup>a</sup> Carmen Ruiz Sánchez y Wenceslao Conejero.

Tutor en el IES Floridablanca: Jesús Carrillo.

Alumnos: Javier Brugarolas Navarro y Marta Alcaraz Graña.

**9. “Cultivo *in vitro* del albaricoquero: efecto de la composición del medio sobre la proliferación de brotes y el enraizamiento”**

Investigadores tutores en el CEBAS-CSIC: Dres. Nuria Alburquerque y Carlos García

Tutora en el IES Juan Carlos I: José María Caballero

Alumnos: Blanca Alarcón Suances, Beatriz Sánchez Martínez y Blanca Favi Núñez.

**10. “Efectos de las enmiendas orgánicas en la rizosfera de las plantas en suelos contaminados con elementos traza”**

Investigadora tutora en CEBAS-CSIC: Dres. Pilar Bernal y Rafael Clemente

Tutor en el IES San Juan Bosco: Carlos de la Fuente y Francisco Fuentes Ortega

## ***ALIMENTACIÓN Y SALUD***

**11. “Actividad de metabolitos derivados de polifenoles en un modelo celular de enfermedad de Alzheimer. Estudios metabólicos y moleculares.”**

Investigadores tutores en el CEBAS-CSIC: Dres. Juan Carlos Espín de Gea y Antonio González-Sarrías.

Tutor en el IES Alcántara: Luis Antonio García Martínez

Alumnos: María Encarnación Martínez Madrid, Mariano Ros Martínez y Marta Ruiz Oltra

**12. “Evolución de la microbiota intestinal de animales vertebrados hacia un aumento de la biodisponibilidad de polifenoles”**

Investigadores tutores en el CEBAS-CSIC: Dres. María Victoria Selma y David Beltrán Riquelme.

Tutor en el IES Alcántara: José María Olmos Nicolás

Alumnos: Pablo Martínez Legaz, Juan Carlos Tortosa Gómez y Juan Antonio Maiquez Ceferino

**13. “ Desarrollo embrionario en doradas”**

Investigadora tutora en IEO: Dra. Alicia García Alcázar.

Tutora en el IES Domingo Valdivieso: Irene Méndez Diego.

Alumno: Alejandro Acosta García.

***MEDICINA***

**14. “Neuroestética: Miguel Ángel y Picasso”**

Investigadora tutora en Medicina: Dra. Trinidad Herrero

Tutor en el IES Juan Carlos I: José María Caballero

Alumnos: Antonio Camacho Cobarro, Jennifer Ramírez Gratcheva y Juana Navarro Aliaga.

**15. “Colores, armonía, estrés y fatiga mental”**

Investigadora tutora en Medicina: Dra. Trinidad Herrero.

Tutor en el IES Floridablanca: Jesús Carrillo.

Alumnas: Magdalena Kokot y Carmen Belando Roca

**16. “Envejecimiento y parkinsonismo experimental”**

Investigadora tutora en Medicina: Dra. Trinidad Herrero

Tutora en el IES Domingo Valdivieso: Irene Méndez Diego

Alumnas: Mónica Díaz Sánchez y María José Díaz Adán

## **INGENIERÍA E INFORMÁTICA**

### **17. “Medida de la Velocidad de la Luz en diversos Medios a través de diferentes Métodos”.**

Investigador tutor en la UPCT: Dr. José Víctor Rodríguez Rodríguez.

Tutor en el IES Domingo Valdivieso: Francisco Javier López Torres.

Alumnos: Antonio Roca Albuquerque y Manuel González García.

### **18. “Aplicación de técnicas geofísicas para la caracterización del subsuelo”**

Investigadores tutores en la UPCT: Dres. Marcos A. Martínez Segura y Pedro Martínez Pagán.

Tutor en el IES Domingo Valdivieso: Jesús Alfonso Martínez Rosso.

Alumnos: Gloria Muñoz Méndez y Antonio Moreno Ruz.

### **19. “Talleres para Estudiantes de Primaria y Secundaria Sobre la Importancia de las Obras Hidráulicas”**

Investigador tutor en la UPCT: Dr. José María Carrillo Sánchez

Tutor en el IES Domingo Valdivieso: Miguel López Espejo.

Alumnos: José María Celdrán Haro y Javier Morenilla Pérez.

### **20. “Técnicas inteligentes para el análisis de datos”**

Investigador tutor en Informática: Dr. José Palma

Tutora en el IES Juan Carlos I: María Trinidad Cámara

Alumnos: Antonio Martínez Casado y José María Sandoval Cerezo

## FORMACIÓN

PEPA GARCÍA



nuestratierra@laverdad.es

Una desaladora para uso doméstico que funciona con energía solar y que produce energía eléctrica para abaratar el coste de la producción de agua desalada y promover el uso de las energías renovables; un sistema neumático, que permite transformar los puntos de recogida de basura ordinarios en un punto de clasificación de residuos; una infraestructura que aprovecha la energía cinética de las avenidas de agua de una rambla para triturar los arastres y evitar las inundaciones... Son algunos de los proyectos innovadores y con posibilidades de aplicación real que han desarrollado alumnos de Secundaria. «Una verdadera cantera de investigadores que ya está dando sus resultados», asegura Pedro Hernández, profesor de Tecnología del IES Mediterráneo, orgulloso del trabajo sus alumnos actuales, que han recibido numerosos premios nacionales por sus proyectos, y anteriores, «algunos están integrados en grupos de investigación de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y a veces vienen a comentarme sus ideas», cuenta.

Sin haber cumplido los 17 años, se han revelado ya como brillantes investigadores capaces de sorprender a los equipos docentes de la UPCT. Los 87 estudiantes de 1º de Bachillerato de los IES de Investigación cartageneros Isaac Peral, Mediterráneo y San Isidoro han participado este año por primera vez en el Proyecto de Innovación Docente de la UPCT y han desarrollado 25 proyectos de investigación, doce tutorizados por la UPCT, en una experiencia pionera. Los presentaron en el reciente congreso SIMIP'16, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, impulsado por el Vicerrectorado de Estudiantes y la Unidad de Cultura Científica y Tecnológica de la UPCT.

«Los estudiantes se lo han tomado muy en serio y sorprenden el nivel que tienen. Saben profundizar en los temas», destaca uno de los tutores de la UPCT, Héctor Conesa, en este proyecto piloto, que coordina José Luis Serrano. «Desde la UPCT perseguimos el fomento de las vocaciones científicas y la investigación», afirma. «Sin duda la experiencia les ha permitido entrar en contacto con la universidad y acceder a material que en el colegio no tienen. Eso les motiva», dice Isa-

bel María Castejón, profesora de Investigación Aplicada del IES Isaac Peral.

«Rara vez un congreso en la UPCT aborda temáticas tan variadas», añade Serrano. De las comunicaciones interplanetarias al machismo en las parejas adolescentes, pasando por los hábitos saludables, fueron materias abordadas, con predominio de temáticas medioambientales.

### 1 Descontaminación «Nos preocupa la contaminación de los suelos en que cultivan»

El grupo formado por Richlove Abdulahi, Ainhoa Vera, Ángela Díaz y Christian Rodríguez, del IES Isaac Peral, decidieron evaluar el uso de enmiendas orgánicas (residuos sólidos urbanos y biochar -carbón biológico-) para la descontaminación de suelos mineros. Lo hicieron tutorizados por la UPCT y usando sus medios para medir los niveles de contaminación y comprobar su variación.

«Nos preocupa el estado del medio ambiente y que en algunas zonas de la Sierra Minera de La Unión-Cartagena se cultivan productos que luego comemos, lo que podría causar problemas», explica Ainhoa Vera, para quien el objetivo de su equipo era buscar soluciones para restaurar los suelos. «La experiencia ha sido muy favorable. Hemos aprendido mucho y nos ha animado bastante a dedicarnos a investigar porque se tratan temas muy interesantes», dice en nombre de sus compañeros y adelanta que seguirán investigando sobre medio ambiente.

### 2 Mejora de cultivos «La investigación es una puerta abierta para mejorar las cosas»

Antonio Barrio, Elia del Castillo, María Cela, Laura García, Alicia Cislema y Ana Zamora, también del Isaac Peral, se decantaron también por el suelo como tema central de su investigación, junto a un profesor de la UPCT, y analizaron científicamente el efecto de aplicar un fortificante (la bacteria 'Pseudomonas fluorescens'), que además regenera el suelo y es un bioestimulante del crecimiento vegetal, en cultivos de melón y maíz. «Comprobaron cómo variaba el PH del suelo y la salinidad, mejoraba la absorción de fosfatos y nitratos, aumentaba el peso de los cultivos

y el dulzor del melón -grado brix-, aclaran entre Castejón, que califica la experiencia como «muy positiva», y el estudiante Antonio Barrio, para quien, ahora más, «la investigación es una puerta abierta para mejorar las cosas. Ha despertado nuestras ganas de investigar».

### 3 Contaminación acústica «Investigar nos llena, sobre todo ayudar con el medio ambiente»

Ainhoa Pedreño, Pedro José Navarro, Iván Fuentes, Yoel Vera y Daniel Martínez, del IES Isaac Peral, investigaron sobre la contaminación acústica de su centro que, como recuerda su profesora y guía, «es muy ruidoso porque está junto a un hospital y es constante el ir y venir de ambulancias». Para

ello dispusieron del sonómetro de la UPCT: «Sin la ayuda de Enrique Castro, nuestro tutor de la UPCT, hubiera sido imposible hacer el trabajo, él nos ha guiado y ayudado a analizar los resultados», explica Yoel Vera. Durante la investigación detectaron la fuente del exceso de decibelios (70 frente a los 40 que recomienda la OMS), «provenía de las plantas de los alumnos más jóvenes»; y la solución, «insonorizar las clases, aunque es demasiado caro». Por eso proponen «realizar campañas de concienciación sobre el ruido y la importancia de reducirlo». Y aclara, «hemos visto que hay muy poco interés por cuidar el medio ambiente y la salud». Agradecen el apoyo de su profesor de Física, Enrique Díaz, y re-

conocen que «investigar es algo que nos gusta y nos llena, sobre todo para poder ayudar con el medio ambiente y la salud», concluye.

### 4 Calidad del agua desalada «Estamos orgullosos de que la UPCT nos valore»

El agua desalada fue otro de los temas tratados por los investigadores del IES San Isidoro María Muñoz, Juan Moreno y Antonio Molina, usaron los laboratorios de la UPCT para determinar la calidad del agua de las desaladoras. «Tomando como referencia los parámetros de la OMS», cuenta Alfonso Anior-te, coordinador del Bachillerato de Investigación y profesor de Tecnología Industrial del IES, y tutorizados por José Manuel Moreno, de la UPCT, han

podido comprobar que «los trabajos de investigación no están alejados de la realidad, como pensábamos. Sin el laboratorio de la universidad solo hubiéramos tenido datos pobres y una investigación precaria», valora Antonio Molina, que califica como muy gratificante la experiencia. «Nos sentimos orgullosos de que en la UPCT valoren nuestros proyectos». Trabajos que, en su caso, permiten concluir que «el agua desalada es óptima para el consumo humano, quizá algo más de sales minerales sería mejor; que para riego es necesario mezclarla con agua de pozo y que el PH del agua desalada es mejor que el de la embotellada». Unos resultados que podrían permitir a la desaladora «mejorar» la calidad de su agua.

## LOS EQUIPOS DE JÓVENES INVESTIGADORES



► **Evaluación de enmiendas orgánicas para la restauración de depósitos mineros.** Richlove Abdulahi, Ainhoa Vera, Ángela Díaz y Christian Rodríguez, de 1º de Bachillerato del IES Isaac Peral, han descubierto que las tierras contaminadas de la Sierra Minera de Cartagena-La Unión tienen remedio. Quieren mejorar la salud y el medio ambiente.



► **Efecto de la aplicación de un fortificante en las propiedades del suelo.** Ana Zamora, Alicia Cislema, Laura García, María Cela, Elia del Castillo y Antonio Barrio, de 1º de Bachillerato del IES Isaac Peral, creen que su proyecto puede ayudar y que futuras investigaciones pueden llevarles a encontrar bacterias más beneficiosas para los cultivos.



► **Contaminación acústica en el Isaac Peral.** Pedro José Navarro, Iván Fuentes, Yoel Vera, Ainhoa Pedrero y Daniel Martínez, de 1º de Bachillerato del IES Isaac Peral creen que la concienciación y la información son la mejor herramienta para evitar el ruido. «Investigar nos llena», aseguran convencidos de que así pueden ayudar.



► **Propiedades organolépticas y fisico-químicas del agua desalada.** María Muñoz, Juan Moreno y Antonio Molina, de 1º de Bachillerato del IES San Isidoro, analizaron el agua de la desaladora de Escombreras para concluir que es una solución a la escasez. «Es óptima para el consumo humano y buena para el agrícola, si se mezcla con agua de pozo».

### 5 Cultivos hidropónicos «Ya tengo ganas de hacer otro proyecto»

Guiados por profesores de Química y Biología, Rubén García, Antonio Cano y Beatriz Castro, del IES San Isidoro, estudiaron la viabilidad de los cultivos hidropónicos, «muy importantes y con posibilidades de futuro por la necesidad de suelo para producir alimentos que habrá en unas décadas», valora Aniorte. Asimismo, estudiaron cuáles eran las sales más importantes para el crecimiento de las plantas, analizando la evolución de tomates, acelgas y apio. «El nitrógeno es la sal más importante para el crecimiento de la planta; el magnesio apenas influye; y el azufre no es esencial, pero sí importante», concluye Rubén García, y confía en que su investigación ayude en el futuro a quienes desarrollen estos cultivos. «El congreso ha sido muy motivador. Antes me planteaba dedicarme a la investigación; ahora tengo ya ganas de hacer otro proyecto».

### 7 Clasificadora de residuos «Seguiremos desarrollándolo»

José Galindo, Yago Alarcón, Juan Pedro Ruiz van a 4º de la ESO del IES Mediterráneo,

pero ya han conocido las mieles del éxito con la construcción de un prototipo de una clasificadora de residuos para sistema neumático con piezas de Lego. Su innovadora propuesta, que permite adaptar un contenedor soterrado en un punto de clasificación de basuras, ha merecido el premio nacional Esdelibro, que recogerán el próximo viernes en Madrid. Cuenta Yago Alarcón que quisieron que «el moderno sistema de recogida de basuras en Santa Ana (Cartagena), en el que el reciclaje no era posible, permitiera clasificar las basuras. Lo hemos conseguido con una única clasificadora y un buzón para echar la basura, solo con un sistema que identifica el color de la bolsa y lo tira al contenedor adecuado», explica Yago, confiando en que el sistema se podría implantar, pero que su proyecto no les ha permitido hacer un presupuesto real. «El año que viene, en Tecnología Industrial, seguiremos desarrollándolo».

### 7 Desaladora y central térmica «Nuestra filosofía es de consumo responsable»

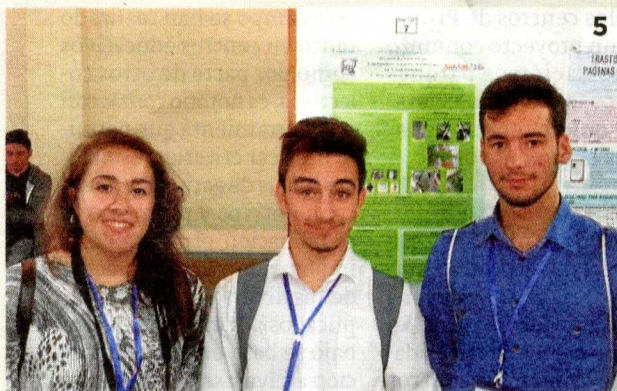
Javier Fernández, Abdón Torresano, Sergio Salmerón y

Manuel Hermida, del Mediterráneo, han desarrollado la idea, los cálculos teóricos para hallar su eficiencia, los modelados y el prototipo de una desaladora que funciona con energía solar y que produce electricidad. El prototipo, adecuado para uso doméstico, es capaz de desalar en 9 horas unos 60 litros y la caída de ese agua produce 115 julios de energía eléctrica cada hora y media. «Tenemos una filosofía de consumo responsable y de sacar la mayor rentabilidad energética promoviendo el uso de renovables», explica Abdón Torresano. Así que, con el objetivo de paliar la escasez de agua y reducir el consumo de energía de la desalinizadora, desarrollaron este proyecto, apoyados por el temario de Tecnología, que además permitiría producir electricidad para implantar un sistema de riego automático. Y avanza orgulloso Abdón, «tiene eficiencia para implementarlo en el Campo de Cartagena y hacer un diseño a gran escala».

### 8 Trituradora hidráulica «No es tan complicado mejorar las cosas»

Paula Pérez, Francisco Javier Melero y Adrián Llorca, del

IES Mediterráneo, desarrollaron a la vez que sus compañeros Azzedine Boukhliá y Salvador Conesa, de 2º de Bachillerato, un prototipo de trituradora movida hidráulicamente para instalarla en la rambla de Benipila y evitar que, con las lluvias torrenciales, se produzcan inundaciones y daños personales. El equipo de Azzedine ha conseguido una mención especial en el concurso nacional para investigadores Esdelibro. «Primero buscamos si había proyectos de este tipo y, como no había, decidimos desarrollar un prototipo, con materiales reciclados», explica. El diseño cuenta con una noria que, cuando hay lluvias torrenciales y sube el nivel del agua, se mueve con la energía hidráulica y pone en marcha dos rodillos que trituran los residuos para evitar que hagan efecto muro y se desborde el cauce. «Es autónomo, no necesita electricidad y creo que sería aplicable a la rambla de Benipila», considera Azzedine Boukhliá. «Serviría para evitar, como en el año 2000, la muerte de una persona. No es tan complicado mejorar las cosas», dice especialmente motivado por el premio recibido.



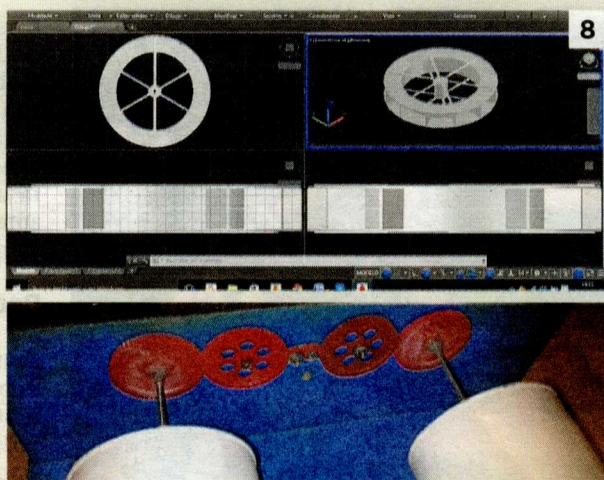
5 **Estudio de los nutrientes de las plantas en cultivos hidropónicos.** Beatriz Castro, Rubén García y Antonio Cano, de 1º de Bachillerato del IES San Isidoro, combaten la falta de suelo que en próximas décadas anuncian los científicos estudiando los cultivos hidropónicos, una apuesta de futuro y «este proyecto ayudará a que salgan mejor».



6 **Clasificadora de residuos para sistema neumático.** José Galindo, Yago Alarcón, Juan Pedro Ruiz, de 4º de la ESO del IES Mediterráneo, recogerán el próximo viernes el premio nacional del Concurso para Investigadores Esdelibro por el interesante desarrollo de un prototipo que permite clasificar la basura según el color de la bolsa.



7 **Desaladora y central eléctrica térmica ecológica.** Francisco Javier Fernández, Abdón Torresano, Sergio Salmerón y Manuel Hermida, de 1º de Bachillerato del IES Mediterráneo, han hecho un tres en uno: combatir la escasez de agua, evitar el consumo de energía eléctrica y producir nueva energía a partir de fuentes renovables. ¡Eureka!



8 **TRIMOHÍ: diseño de una trituradora movida hidráulicamente.** Azzedine Boukhliá y Salvador Conesa, de 2º de Bachillerato del IES Mediterráneo, han recibido una mención especial del premio nacional Esdelibro, que recogen el viernes en Madrid. El objetivo, evitar que los residuos taponen la rambla de Benipila y la hagan desbordarse.