

## **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

### **1. Título del Proyecto**

*Actividades de Introducción a la Ingeniería para Estudiantes de Bachillerato  
y Ciclos Formativos de Grado Superior  
(Colaboración Colegios/Institutos - UCO)*

### **2. Código del Proyecto**

115041

### **3. Resumen del Proyecto**

Los solicitantes del proyecto llevan tres años realizando una colaboración tendente a introducir competencias y conocimientos necesarios para primer curso de ingeniería en los estudiantes de bachillerato, secundaria y ciclos formativos de grado superior. A lo largo de estos años se han obtenido resultados esperanzadores, si bien existe una baja eficacia en el trabajo desarrollado por los profesores, tanto de institutos como universitarios, ya que el proyecto se dirigió a todos los estudiantes por igual (tanto los interesados como los no interesados en estudiar carreras de ingeniería). Por otro lado, la sistemática del proyecto exigía modificar la programación de las asignaturas en el instituto, lo que resulta muy complicado.

En este contexto se planteó para el presente curso realizar el proceso justamente inverso, es decir: dirigir las actividades que se plantean directamente a los estudiantes que manifiestan interés por las carreras de ingeniería y diseñar actividades específicamente para ellos desde los ámbitos de las áreas de conocimiento de los profesores que participan en el proyecto (Física, Química, Matemáticas, Electricidad, Mecánica, Electrónica, Máquinas y Motores y Arquitectura de Computadores). Estas actividades han sido diseñadas y coordinadas conjuntamente por profesores de universidad e instituto y han sido realizadas parte en el propio instituto y parte haciendo uso de las laboratorios de la UCO.

### **4. Coordinador del Proyecto**

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Categoría Profesional</b>
Lorenzo Salas Morera	Ingeniería Rural	67	Titular de Universidad

### **5. Otros Participantes**

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Categoría Profesional</b>
Antonio Belmonte Pérez	IES Gran Capitán (Córdoba)		Docente
Expectación Guzmán Porras	IES Medina Azahara (Córdoba)		Docente
Francisco Conejo	IES Fernando III "El Santo" (Priego de Córdoba)		Docente
Francisco Bellido Outeiriño	Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica	021	PDI
Inés Olmedo Cortés	Química Física y Termodinámica Aplicada		PDI
José Antonio Martínez Zurera	IES Marqués de Comares (Lucena)		CFGS Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica Docente

José María García Pérez IES Inca Garcilaso (Montilla) CFGS Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos de Instalaciones Térmicas y de Fluidos Docente  
José Luis Olivares Olmedilla Ingeniería Eléctrica 033 PDI  
José Manuel Palomares Muñoz Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica 030 PDI  
Josefa Andrea Leva Ramírez Mecánica 019 PDI  
Juan Carlos Gámez Granados Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica 030 PDI  
Manuel Ruiz de Adana Santiago Química Física y Termodinámica Aplicada PDI  
M<sup>a</sup> Antonia Cejas Molina Matemática Aplicada 033 PDI  
M<sup>a</sup> Dolores Atienzar Manuel de Céspedes IES Antonio Galán Acosta (Montoro) Docente  
M<sup>a</sup> Jesús Aguilera Ureña Física Aplicada 066 PDI  
M<sup>a</sup> Salud Climent Bellido Química Orgánica 019 PDI  
Manuel Jesús Salas Morera Colegio Ntra. Sra. de las Mercedes (Córdoba) Docente  
Rafael Hidalgo Fernández Expresión Gráfica en la Ingeniería PDI  
Rafael Pérez de la Lastra Gálvez Colegio Ntra. Sra. de las Mercedes Docente

## **6. Asignaturas afectadas**

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Área de conocimiento</b>	<b>Titulación/es</b>
Todas las de primer curso de carreras de ingeniería		Ingenierías

## **MEMORIA DE LA ACCIÓN**

### **1. Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

El nivel de los estudiantes preuniversitarios españoles en lectura, matemáticas y ciencias es significativamente peor que la media de la OCDE según el informe PISA (OECD, 2010). De hecho, los países dentro del nivel medio son: Estados Unidos, Suecia, Alemania, Irlanda, Francia, Dinamarca, Reino Unido, Hungría y Portugal, mientras que el país líder en esta escala continúa siendo Finlandia. Detrás de estos países se encuentra España, compartiendo grupo con Italia, Letonia, Eslovenia, Grecia, Republica Checa, Eslovaquia, Croacia e Israel. Llama poderosamente la atención el hecho de que la mayoría de los países vecinos de España, como Francia y Portugal, se encuentran en el nivel medio, mientras que España está en el nivel inferior. Estos datos son incluso más preocupantes cuando en el mismo estudio se prueba que existe una fuerte relación entre la evaluación realizada a los estudiantes y su éxito futuro en el mercado laboral. Las competencias evaluadas en el informe son muy necesarias en las carreras de ingeniería, por lo que tanto las autoridades académicas como los profesores deberían estar muy preocupados por el tema. Por otro lado, si se analiza el número de nuevas matrículas en las Universidades españolas en el periodo comprendido entre 1998 y 2008, se aprecia un descenso global del 16,6% que desagregando por áreas de conocimiento arroja los siguientes resultados: Ciencias de la Salud incrementa en un 0.53%, Ciencias Experimentales desciende en un 3.19%, Humanidades desciende en un 3.32%, Ciencias Legales y Jurídicas desciende un 3.19% y un 5.59% descienden las Ingenierías. Este hecho puede ser debido a varios factores principalmente al descenso del nivel de matemáticas y ciencias en los niveles preuniversitarios, además de a la percepción de que las carreras de ingeniería son más difíciles en comparación con otros campos de estudio. Además, hoy día existe una ignorancia generalizada sobre las tareas que desempeñan los ingenieros en las empresas, y aún más cuando hay campos emergentes como la mecatrónica, la robótica o la biónica, entre otras (Bigelow, 2010). De acuerdo con estos datos, parece necesario establecer un programa de captación de estudiantes en todas las titulaciones en general y en ingeniería en particular. Igualmente, este programa debería estar dirigido, no sólo a la captación de estudiantes, sino también a la adquisición de las capacidades mencionadas. Evidentemente, para el éxito de éstas iniciativas es imprescindible también el concurso de los profesionales y directivos de los niveles educativos inferiores (Powers, 2008).

### **2. Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia)

El objetivo principal del proyecto es el de atraer a los estudiantes de Bachillerato y Ciclos Formativos de Grado Superior a las carreras de ingeniería y mejorar su nivel en aspectos básicos de las principales materias de primer curso: matemáticas, física, química y expresión gráfica, complementadas con otras como automática, electrónica, termodinámica, electricidad y mecánica. Este objetivo se concreta en otros secundarios:

- Desmitificar las carreras de ingeniería como inaccesibles y difíciles.
- Facilitar información real a los estudiantes sobre las profesiones de ingeniería y el trabajo de los ingenieros.
- Introducir a los estudiantes en el mundo universitario permitiéndoles el acceso en condiciones reales a los laboratorios de la EPS.

### **3. Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

Para el logro de estos objetivos se planteó el siguiente programa de actividades:

### **1. Visitas a los Colegios/Institutos para presentar el proyecto a los estudiantes.**

En estas visitas se facilitó información sobre las carreras de ingeniería que se realizan en la EPS de Córdoba y se realizó una evaluación inicial del grupo completo que sirvió para seleccionar a los estudiantes participantes y para detectar las principales carencias. **Septiembre-octubre.**

### **2. Diseño de detalle de las actividades a realizar por los estudiantes.**

Una vez seleccionados los grupos de estudiantes que vayan a trabajar en el proyecto, fueron distribuidos entre los profesores de universidad para la realización de las actividades previstas. Las temáticas de estas actividades fueron: Dibujo de Figuras Geométricas con Robor LEGO, Electricidad y Magnetismo, Aplicaciones del Diseño Gráfico en la Industria, Eficiencia Energética de Instalaciones de Climatización por Aire y Radiantes, Introducción a la Mecánica de Fluidos, Análisis de Problemas Físicos mediante la Aplicación de Métodos Matemáticos: Dinámica de Poblaciones, Circuitos Eléctricos, Dispositivos y Circuitos Electrónicos Básicos. Una vez seleccionados los estudiantes y distribuidas las actividades, se realizó un diseño de detalle de las mismas en colaboración entre el profesor responsable en el instituto y el profesor de Universidad que comprendiendo: objetivos, alcance, materiales, plan de trabajo con fechas (incluyendo los días de trabajo práctico en los laboratorio de la EPS) y métodos de evaluación. **Octubre-noviembre.**

### **3. Realización de las actividades.**

Una vez completado el diseño de la actividad, ésta fue entregada inmediatamente a los estudiantes seleccionados, que la realizaron en el periodo entre la vuelta de Navidad y Semana Santa. **Enero-Abril.**

### **4. Evaluación final.**

Los estudiantes realizaron una presentación ante sus compañeros de clase y el resultado de la actividad fue evaluado conjuntamente por los profesores responsables. **Mayo.**

## **4. Resultados obtenidos y evaluación (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)**

Los estudiantes fueron evaluados al principio y al final de la experiencia por medio de un nuevo cuestionario similar al de la evaluación inicial. Como resultado más remarcable, cabe destacar que todos los grupos evaluados mejoraron sus resultados respecto al cuestionario inicial, excepto el n° 4, que a pesar de ello se mantuvo con el máximo número de respuestas correctas. Para comparar los resultados iniciales y finales se realizó un test  $\chi^2$  (tabla 1). La tabla muestra el número total de respuestas correctas (C), incorrectas (I) y en blanco (NS/NC). Los grupos 1 y 2, que fueron los dos peor evaluados en la evaluación inicial, mostraron mejoras significativas en la evaluación global. El grupo 3 mejoró los resultados respecto al primer test, aunque las diferencias encontradas no fueron significativas, mientras que el cuarto grupo sufrió un descenso significativo de las evaluaciones a pesar de que se mantuvo con el mayor número de respuestas acertadas. Cabe mencionar que el grupo n° 4 estaba formado por estudiantes de segundo de bachillerato y que todos estaban cursando una asignatura optativa de introducción a la ingeniería, por lo que sus posibilidades de mejora con el proyecto eran sustancialmente menores que las del resto de los grupos.

Tabla 1.- Resultados del test  $\chi^2$  de comparación de los resultados iniciales y finales.

GRUPO 1					GRUPO 2				
Observado	C	I	NS/NC	Total	Observado	C	I	NS/NC	Total
INICIAL	297	198	405	900	INICIAL	442	374	34	850
FINAL	450	360	90	900	FINAL	510	263,5	76,5	850
Total	747	558	495	1800	Total	952	637,5	110,5	1700
Esperado	C	I	NS/NC		Esperado	C	I	NS/NC	
INICIAL	373.5	279	247.5		INICIAL	476	318.75	55.25	
FINAL	373.5	279	247.5		FINAL	476	318.75	55.25	
(O-E) <sup>2</sup> /E	C	I	NS/NC	Total	(O-E) <sup>2</sup> /E	C	I	NS/NC	Total
INICIAL	15.67	23.52	100.23	139.41	INICIAL	2.43	9.58	8.17	20.18
FINAL	15.67	23.52	100.23	139.41	FINAL	2.43	9.58	8.17	20.18
Total	31,34	47,03	200.45	278.82	Total	4.86	19.15	16.35	40.36
			P-Value					P-Value	
			$X^2(2) = 278.82$	<b>0.0000</b>				$X^2(2) = 40.36$	<b>0.0000</b>
GRUPO 3					GRUPO 4				
Observado	C	I	NS/NC	Total	Observado	C	I	NS/NC	Total
INICIAL	560	380	60	1000	INICIAL	390	150	60	600
FINAL	590	340	70	1000	FINAL	360	198	42	600
Total	1150	720	130	2000	Total	750	348	102	1200
Esperado	C	I	NS/NC		Esperado	C	I	NS/NC	
INICIAL	575	360	65		INICIAL	375	174	51	
FINAL	575	360	65		FINAL	375	174	51	
(O-E) <sup>2</sup> /E	C	I	NS/NC	Total	(O-E) <sup>2</sup> /E	C	I	NS/NC	Total
INICIAL	0.39	1.11	0.38	1,89	INICIAL	0.60	3.31	1.59	5.50
FINAL	0.39	1.11	0.38	1,89	FINAL	0.60	3.31	1.59	5.50
Total	0.78	2.22	0.77	3,77	Total	1.20	6.62	3.18	11.00
			P-Value					P-Value	
			$X^2(2) = 3.77$	<b>0.1515</b>				$X^2(2) = 11.00$	<b>0.0041</b>

Como complemento a las evaluaciones de los estudiantes, se realizó una encuesta a los profesores de instituto (tabla 2). En ella, los profesores mostraron una opinión general muy positiva respecto a los logros del proyecto.

Tabla 2.- Resultados medios de las encuestas realizadas a los profesores de instituto. (1-completamente en desacuerdo a 5-completamente de acuerdo).

La opinión de los estudiantes sobre las carreras de ingeniería ha mejorado después del proyecto	3.75
El interés de los estudiantes por las carreras de ingeniería ha mejorado después del proyecto	4.25
Los estudiantes han mejorado sus conocimientos de cara a la entrada a carreras de ingeniería	3.75
La habilidad de los estudiantes para analizar información ha mejorado después del proyecto	4.25
La habilidad de los estudiantes para resolver problemas ha mejorado después del proyecto	4.00
La capacidad de aprendizaje activo de los estudiantes ha mejorado después del proyecto	4.25

5. **Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil)

La experiencia ha sido de utilidad para los estudiantes que han participado en la misma desde el momento en que han mejorado sus capacidades de aprendizaje generales y han quedado situados en mejor posición para enfrentarse con los primeros cursos de las carreras de ingeniería.

6. **Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

La colaboración entre la universidad y los profesores de institutos ha resultado un éxito en la mejora de conocimientos de los estudiantes y sus habilidades de cara al ingreso a carreras de ingeniería. La mayoría de los profesores del primer curso de carreras de ingeniería en la EPS de la Universidad de Córdoba (tanto los participantes en el proyecto como los no participantes), piensan que los estudiantes tienen debilidades importantes en las principales áreas del conocimiento y en las habilidades necesarias para ingresar a las carreras de grado de ingeniería (por ejemplo: concepto de función, lenguaje formal, derivadas, límites, capacidad de analizar la información y llegar a conclusiones y comunicación de información técnica, entre otros). Por otro lado, tres de los cuatro institutos participantes en el proyecto, coincidieron en los conceptos peor evaluados, lo que indica un claro punto de partida sobre el que centrar los esfuerzos en el futuro.

Además, hubo varias dificultades añadidas para la ejecución del proyecto. Los últimos años de los cursos preuniversitarios son muy densos y directamente dirigidos a aprobar los exámenes selectividad, por lo que cualquier actividad complementaria debe ser integrada en el ritmo normal de clases, lo que dificultó sustancialmente las actividades de planificación.

El otro obstáculo importante en la ejecución del proyecto fue la dificultad en la coordinación de un grupo de profesores relativamente grande, en el que cada persona tiene su horario y su propias responsabilidades docentes, tanto en la universidad como en la escuela secundaria. En este contexto, se ha diseñado un conjunto de actividades de forma coordinada entre los institutos y los profesores universitarios.

Aunque el proyecto iba orientado directamente a los estudiantes de la opción tecnológica, desconocemos si los estudiantes realmente optaron por carreras de ingeniería. Por lo tanto, el estudiante medio puede no estar suficientemente motivado por el proyecto debido a la dificultad de las actividades y al trabajo adicional asignado.

7. **Bibliografía**

Bigelow, K.E. (2010). Reflections of College Students Promoting Engineering through Biomechanical Outreach Activities Indicate Dual Benefits. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 12 p.

OECD (2010). PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science, (Volume I)  
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en> (last accessed, July 2011).

Powers, S.; Brydges, B.; Turner, P.; Gotham, G.; Carroll, J.; Bohl, D. (2008). Successful Institutionalization of K-12 Outreach Programs, ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 19 p.

## **Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, 26 de septiembre de 2012