

# Experiencias para el Fomento de las Vocaciones Tecnológicas entre Estudiantes de EEMM

Sergio López, Antonio Carpeño, Jesús Arriaga, Mariano Ruiz y Alejandro Martín

Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid  
Madrid, España

**Abstract**— Los datos que ofrecen diferentes informes nacionales e internacionales relativos a la disminución de la demanda de estudios relacionados con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) están provocando cierta alarma en el sector industrial y económico por sus posibles repercusiones en los campos de la competitividad, innovación e investigación. Ante este hecho las universidades y las empresas están comenzando a proponer iniciativas en las que se realicen actividades de divulgación que fomenten las vocaciones tecnológicas entre los estudiantes de enseñanzas medias. En esta comunicación se describen las experiencias desarrolladas con estudiantes de secundaria para incrementar el interés por los estudios de ingeniería a través de actividades relacionadas con la electrónica.

**Index Terms**— STEM, fomento de vocaciones tecnológicas, divulgación de la electrónica, laboratorios remotos

## I. INTRODUCCIÓN

La disminución del número de estudiantes que se matriculan en estudios de grado relacionados con áreas de la ingeniería está convirtiéndose en un hecho preocupante para las universidades y las empresas vinculadas al sector industrial, sobre todo, ante la previsión, según la agencia CEDEFOP (*European centre for development of vocational training*), de un crecimiento del 13% en la demanda de ingenieros y científicos en Europa en el decenio de 2015 a 2025 [1].

Esta reducción, que puede tener consecuencias futuras muy negativas a nivel socio-económico en nuestro país y Europa, queda patente cuando se consultan los datos relativos a la evolución de los estudiantes universitarios matriculados en Grado y 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> ciclo por ramas de enseñanza del Informe anual Datos y Cifras del Sistema Universitario Español correspondiente al año 2015, elaborado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [2]. Dichos datos, mostrados en la Tabla I, reflejan un descenso anual del 6% en el número de estudiantes de la rama de Ingeniería y Arquitectura, lo que supone en términos acumulados en la década 2004-2014 un descenso del 24,6%, es decir, en esos diez años uno de cada cuatro alumnos ha dejado de estudiar en esta rama.

Otro aspecto que también genera preocupación está relacionado con el perfil de los estudiantes en las áreas vinculadas a las ingenierías, donde las mujeres y miembros de entornos socioeconómicos desfavorecidos suponen grupos con baja representación. Según datos del curso 2013-14, incluidos en el Informe del Ministerio de Educación citado anteriormente, la tasa de mujeres matriculadas en los estudios

TABLA I. Evolución de estudiantes universitarios matriculados en Grado y 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> ciclo por ramas de enseñanza

	Curso Académico			Tasa de variación	
	2003-04	2012-13	2013-14	Anual	2003-04/2013-14
<b>Total</b>	1.487.279	1.434.729	1.412.673	-1,5%	-5,0%
C. Sociales y Jurídicas	727.297	680.759	666.562	-2,1%	-8,4%
Ingeniería y Arquitectura	394.705	316.670	297.596	-6,0%	-24,6%
Artes y Humanidades	140.997	138.437	134.912	-2,5%	-4,3%
Ciencias de la Salud	115.502	215.318	231.865	7,7%	100,7%
Ciencias	108.778	83.545	81.738	-2,2%	-24,9%

relacionados con las ramas de ingeniería y arquitectura es inferior al 30%.

Un punto clave que hay que considerar es que los estudiantes de secundaria no se sienten atraídos por las materias STEM, como se refleja en recientes estudios sobre las vocaciones profesionales de los estudiantes de secundaria [3],[4]. En uno de estos informes, elaborado por el King's College de Londres, se incluye un listado donde los primeros puestos en las preferencias de los estudiantes de secundaria los ocupan las profesiones vinculadas a los negocios y al arte y diseño. En puestos intermedios se encuentran las asociadas a la enseñanza, medicina y leyes. Y en la zona baja de la lista aparece la ingeniería, siendo curioso el hecho de que la profesión de científico ocupe el penúltimo lugar por detrás de las profesiones relacionadas con la peluquería y estética.

Los motivos que originan la escasa vocación por los estudios científico-técnicos son múltiples, estando relacionados con la percepción de uno mismo y el entorno familiar, educativo y social que rodea a cada estudiante [5]. Aunque la forma de enseñar las ciencias en las escuelas resulta clave para promover el interés por estudiar en el futuro carreras de carácter científico-técnico, es importante también destacar la influencia que puede tener la visión poco precisa que poseen los jóvenes sobre este tipo de carreras y la actividad que realizan los profesionales egresados de las mismas [6]. Sobre este último aspecto hay que destacar que la orientación profesional hacia los estudiantes es escasa y cuando se realiza suele ser demasiado tarde [3].

A la hora de realizar dicha orientación profesional resulta interesante conocer la etapa educativa más apropiada en la que poder promocionar las profesiones científico-técnicas entre los estudiantes de enseñanzas medias. Según un informe de la Fundación Nuffield los estudiantes desarrollan su interés por los estudios de ciencias antes de los 14 años, disminuyendo el mismo a medida que avanzan de cursos [7]. Por tanto, sería recomendable que entre los cursos de segundo a cuarto de educación secundaria obligatoria (ESO) se realicen las actividades divulgativas que permitan atraer a los jóvenes hacia carreras científico-tecnológicas.

A nivel nacional e internacional, diversas organizaciones están llevando a cabo iniciativas centradas en el fomento de las vocaciones tecnológicas entre los estudiantes de enseñanza secundaria. Se pueden mencionar los proyectos liderados por la organización *European Schoolnet* [8] entre los que caben destacar:

- El proyecto *Ingenious* [9] que ha llevado a cabo numerosas acciones con el fin de mejorar la imagen de las carreras del área STEM entre los jóvenes.
- El proyecto *Go-Lab* [10] que pone al alcance de los estudiantes la posibilidad de realizar experimentos prácticos relacionados con las ciencias a través del uso de laboratorios virtuales y remotos.

También requiere una especial mención la iniciativa *Start Tech* [11], creada por varias empresas líderes en el sector tecnológico, cuyo objetivo principal se centra en conseguir aumentar el número de jóvenes que eligen estudios relacionados con la tecnología. Entre las actividades que se proponen se incluyen sesiones en las que se muestran las tareas que realizan los profesionales STEM y talleres de programación de videojuegos, apps o robótica. Asimismo se pone a disposición de estudiantes, padres y profesores diferentes tipos de recursos educativos relacionados con la ciencia y la tecnología.

Las universidades en las que se imparten estudios relacionados con las ingenierías también deben actuar con premura para intentar aportar iniciativas que reviertan la tendencia existente entre los estudiantes de EEMM. La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ha dado un paso al frente y ha comenzado a llevar a cabo varias líneas de actuación. Por un lado en colaboración con la Real Academia de Ingeniería de España, otras universidades españolas y varias empresas líderes del sector tecnológico ha decidido promover una serie de iniciativas en el marco del proyecto “Fomento de las Vocaciones Tecnológicas”. Por otra parte, ha llegado a un acuerdo con la Fundación Universidad Empresa para desarrollar un conjunto de talleres en centros de enseñanza secundaria vinculados a varias áreas científico-tecnológicas.

El trabajo que aquí se presenta se enmarca dentro de las líneas de actuación de la UPM citadas anteriormente y pretende mostrar cómo se han planificado y diseñado diferentes experiencias a realizar con estudiantes de secundaria. Como aspecto relevante hay que señalar que las experiencias realizadas para incrementar el interés por las ciencias y la tecnología se han basado en actividades asociadas con la electrónica. La elección de esta disciplina se justifica por encontrarse muy interrelacionada con la mayoría de las ramas

de la ingeniería y por ser una tecnología incorporada en muchos dispositivos que utilizan los jóvenes en su entorno cotidiano.

Este artículo se ha estructurado en varios apartados. En el primero se ofrece una breve descripción relacionada con los aspectos que han influido en la planificación de las actividades que se incluirán en las experiencias a desarrollar. En el segundo se muestra el diseño de cada una de las actividades propuestas incluyendo los diferentes ejercicios a realizar por los estudiantes. Por último, se proporcionan los resultados obtenidos en las experiencias desarrolladas hasta el momento en el marco del proyecto “Fomento de las Vocaciones Tecnológicas” de la UPM.

## II. PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Para disponer de un elevado nivel de flexibilidad a la hora de realizar las experiencias con los estudiantes de EEMM se han definido un conjunto de actividades que pueden ser elegidas para programar cada experiencia en función de diversos tipos de requerimientos: lugar donde se tenga que realizar la experiencia, el tiempo disponible, el curso académico al que pertenezcan los estudiantes, etc. Antes de describir las actividades que se han diseñado es necesario reflejar dos aspectos claves que han influido de forma determinante en la planificación global de todas ellas.

El primero de ellos está relacionado con una de las recomendaciones que se plantean en el informe ENCIENDE elaborado por la Confederación de Sociedades Científicas de España relacionadas con la enseñanza de las ciencias en los centros escolares. En dicha recomendación se refleja la siguiente propuesta: “Promover la apertura de la comunidad científica a la sociedad en general y a los niños en edades tempranas en particular”[12]. Esta propuesta es muy relevante ya que refleja la necesidad de promover acciones divulgativas, llevadas a cabo por los agentes que constituyen la comunidad científica (investigadores y profesores universitarios), de forma directa a los estudiantes, para de esta forma proporcionar una visión cercana y real del trabajo de los científicos e ingenieros.

El segundo está asociado con las recomendaciones a aplicar en las actividades de divulgación para mejorar la percepción de los estudiantes sobre los estudios STEM, incluidas en el estudio sobre vocaciones científicas elaborado por la Fundación Bancaria “la Caixa”, FECYT y everis [5].

Atendiendo a las recomendaciones citadas se han establecido los siguientes requisitos a la hora de diseñar las diferentes actividades:

- Informar sobre la relevancia de las profesiones vinculadas a la ingeniería para el desarrollo social y económico de nuestra sociedad, poniendo de relieve la importancia de la tecnología electrónica como disciplina transversal para muchas de las ramas de la ingeniería. Es fundamental dejar claros los beneficios que aportan los estudios relacionados con las ciencias y la ingeniería, aunque supongan, en algunos casos, un mayor nivel de esfuerzo y dedicación.
- Conseguir captar el interés y la motivación de los estudiantes. Para ello, por un lado, se va a utilizar un

recurso educativo basado en mundos virtuales 3D (plataforma eLab3D) que resulta muy atrayente para los jóvenes por tener muchas similitudes con los entornos virtuales con los que juegan en sus tiempos de ocio. Por otra parte, se van a manipular de forma real placas de pruebas, componentes electrónicos e instrumentos que se utilizan habitualmente en los laboratorios universitarios y a los que, en muchos casos, no tienen acceso los estudiantes en sus centros escolares. En cada actividad se combinará el uso de la plataforma eLab3D y las placas de pruebas sobre un mismo circuito electrónico para facilitar la comprensión de su funcionamiento.

- Implicar a los profesores de los centros de secundaria participantes en las experiencias en el desarrollo de las actividades. Hay que tener en cuenta que en sus manos está, en gran medida, la decisión final sobre los estudios superiores que elegirán los estudiantes.
- Incluir ejercicios didácticos relacionados con bloques o partes de sistemas reales y cotidianos que sean fáciles de comprender. En dichos ejercicios los estudiantes deben participar de forma activa resolviendo algún tipo de reto, de forma colaborativa, en el que se apliquen técnicas de *role playing* (actuando como ingenieros o técnicos ofreciendo ideas para resolver el reto). Cada ejercicio tendrá asignada una puntuación que variará en función del tiempo dedicado a finalizarla correctamente. Se organizará una competición en la que el grupo ganador será aquel que obtenga más puntos después de realizar todas las actividades.
- Incluir como personal colaborador en el desarrollo de las actividades a estudiantes universitarios próximos a finalizar los estudios o egresados con los que puedan interactuar fácilmente los estudiantes de enseñanza secundaria. La participación de estos colaboradores resulta muy interesante ya que son vistos por los estudiantes como modelos de referencia cercanos a los que poder imitar.

### III. DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES

Teniendo en cuenta los requisitos citados en el apartado anterior se van a describir a continuación las actividades desarrolladas. En concreto se han diseñado cinco actividades, que incluyen diferentes ejercicios, relacionadas con bloques electrónicos que forman parte de sistemas utilizados en muchas ramas de la ingeniería. Estas actividades forman el catálogo disponible para preparar las experiencias a desarrollar con estudiantes de EEMM.

#### A. Actividad 1

A modo de introducción y con el fin específico de despertar el interés general de los estudiantes, antes de iniciar la realización de otras actividades, se debe realizar una presentación en la que se refleje la importancia de la función del ingeniero en el desarrollo, a nivel social y económico, de la sociedad actual. Se debe remarcar que su actividad no sólo repercute en el ámbito industrial sino que está relacionada con otras muchas áreas como por ejemplo la agroalimentaria, la sanitaria o la farmacéutica.

Respecto a la electrónica se debe presentar como una

disciplina transversal que da soporte a cualquier rama de la ingeniería. Se deben comentar sencillos ejemplos de sistemas electrónicos que sean familiares para los estudiantes. Un ejemplo de ellos se muestra en la Fig. 1 que describe cómo es el funcionamiento básico y los bloques clave de un sistema de monitorización de constantes vitales (temperatura, respiración, pulso, tensión arterial, etc.).

A partir de estos ejemplos se deben comentar los bloques claves (Amplificadores, Comparadores, Filtros) que están presentes en multitud de sistemas electrónicos y servirán de base para el resto de actividades que se propondrán.

Adicionalmente en esta actividad se deben presentar los recursos que, en función del formato elegido para cada experiencia, pueden ser utilizados en las demás actividades. En primer lugar se realizará una demostración sobre el funcionamiento básico de la plataforma eLab3D [13]. Esta plataforma integra un laboratorio remoto de electrónica en el que los usuarios, mediante sus avatares en un mundo virtual 3D, pueden realizar el montaje y prueba real de circuitos electrónicos de forma idéntica a como se haría en un laboratorio tradicional. En la Fig. 2 se muestra uno de los puestos de laboratorio disponibles en la plataforma eLab3D, ocupado por el avatar de un usuario, en el que se puede observar cómo este tiene a su disposición una placa de pruebas, cables para realizar conexiones, componentes para insertar en la placa e instrumentos de excitación y medida para poder comprobar el funcionamiento de los diferentes circuitos. Un vídeo mostrando el funcionamiento básico de la plataforma eLab3D se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=e8S5FM3o8AA>

En segundo lugar se deben especificar las prestaciones de los recursos hardware reales que se utilizarán. Si la experiencia con los estudiantes se desarrolla en un laboratorio tradicional de un centro universitario se comentarán las funcionalidades básicas de los diferentes instrumentos de excitación y medida que se vayan a usar. Si la experiencia se desarrolla en un local de un centro de enseñanza secundaria se comentarán las funcionalidades de la placa DTE UPM, mostrada en la Fig. 3, y del multímetro de mano que se facilitará a cada grupo de estudiantes. La placa DTE UPM ha sido desarrollada para poder realizar diferentes actividades prácticas reales con circuitos electrónicos y posee las siguientes prestaciones:



Fig. 1. Sistema para monitorizar constantes vitales



Fig. 2. Puesto de laboratorio en la plataforma eLab3D

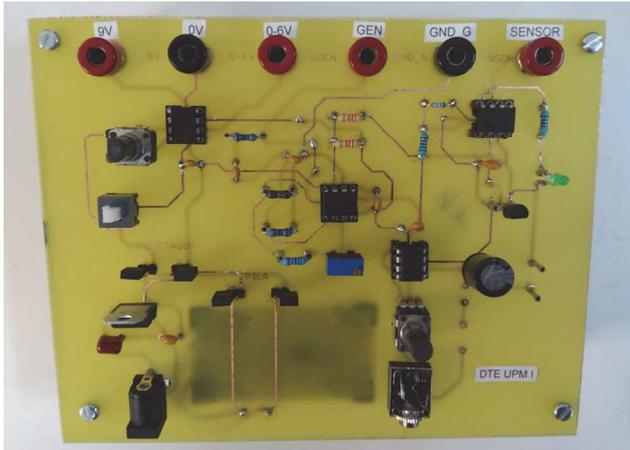


Fig. 3. Placa DTE UPM

- Funciona con una pila de 9V o con un adaptador AC de 12V.
- Genera un voltaje de salida de 9V para ser utilizado como alimentación a otros circuitos.
- Genera un voltaje proporcionado por un sensor de temperatura (2,5V a 25°C).
- Genera un voltaje, entre 0 y 6V, controlado por el usuario mediante un potenciómetro.
- Genera una señal sinusoidal de 4V de amplitud y 180 Hz de frecuencia.
- Amplifica señales de audio, por ejemplo procedentes de teléfonos móviles, para ser conectadas a un altavoz externo.

### B. Actividad 2

Esta actividad incluye varios ejercicios relacionados con el análisis y verificación de circuitos muy básicos utilizando sólo resistores. Con ellos se pretende que los estudiantes alcancen los siguientes objetivos:

- Aplicar la Ley de Ohm para el cálculo teórico de corrientes y voltajes en los circuitos.
- Manejar un multímetro para medir voltajes y corrientes.
- Realizar una valoración sobre el funcionamiento del circuito real comparando los resultados prácticos obtenidos con los teóricos.

El esquema de uno de los circuitos que se utilizará se muestra en la Fig. 4.

Los ejercicios que se deben realizar de forma guiada con los grupos de estudiantes serán los siguientes:

1. Análisis teórico determinando los valores de la resistencia total, corriente que circula por el circuito y voltaje de salida.
2. *Utilizando la plataforma eLab3D:* Se realizará el montaje del circuito de la Fig. 4 y se verificará su funcionamiento realizando las medidas necesarias con el multímetro. En la Fig. 5 se muestra una imagen que incluye el montaje a realizar sobre la placa de pruebas, la conexión del voltaje de entrada al circuito proveniente de la fuente de alimentación y la medida de voltaje a obtener con el multímetro en la salida del circuito.
3. *Utilizando placas e instrumentos reales:* Se realizarán las mismas acciones descritas en el apartado anterior. A modo de ejemplo, en la Fig. 6 se muestra el montaje a realizar sobre la placa de pruebas, la conexión del voltaje de entrada al circuito proveniente de la placa DTE UPM y la medida de voltaje a obtener con el multímetro de mano en la salida del circuito.
4. Prueba de ingenio en la que los estudiantes deberán obtener el valor de un resistor desconocido (colocado en sustitución de R2 en el circuito de la Fig. 4) realizando las medidas de corriente y voltaje que consideren oportunas.

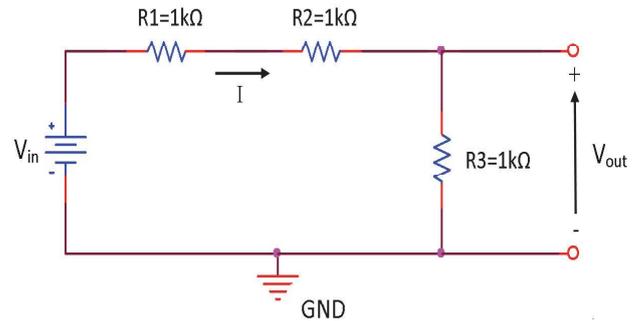


Fig. 4. Ejemplo de circuito con resistores

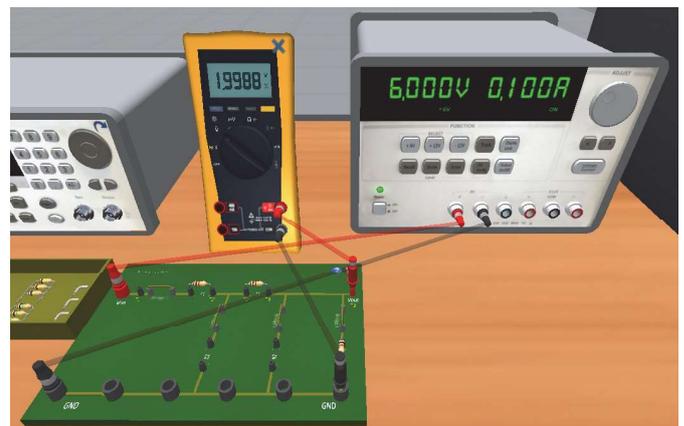


Fig. 5. Montaje y prueba del circuito con resistores con eLab3D

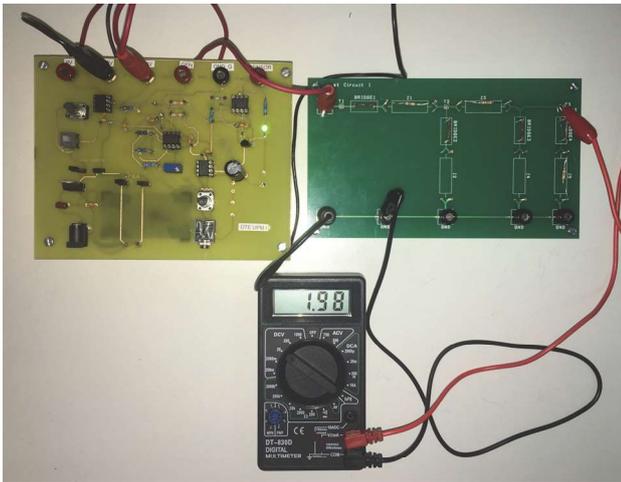


Fig. 6. Montaje y prueba del circuito con resistores con placa DTE UPM

### C. Actividad 3

Esta actividad incluye varios ejercicios relacionados con el análisis y verificación del funcionamiento de circuitos muy básicos centrados en un amplificador. Con ellos se pretende que los estudiantes alcancen los siguientes objetivos:

- Entender el fenómeno de la amplificación y su necesidad en los sistemas electrónicos.
- Implementar un sencillo amplificador basado en amplificador operacional con ganancia configurable mediante resistores.

Los ejercicios que se deben realizar de forma guiada con los grupos de estudiantes serán los siguientes:

1. Obtención de la ganancia teórica de un amplificador no inversor basado en un amplificador operacional. El esquema del circuito amplificador que se utilizará se muestra en la Fig. 7.
2. *Utilizando la plataforma eLab3D:* Se realizará el montaje y verificación del funcionamiento del circuito de la Fig. 7. Se podrá elegir si la excitación de entrada al amplificador es un voltaje alterno o continuo. En la Fig. 8 se muestra una imagen que incluye el montaje a realizar sobre la placa de pruebas (amplificador de ganancia 11), la conexión del voltaje de entrada al circuito proveniente de la fuente de alimentación (0,5V) y la medida de voltaje a obtener con el multímetro en la salida del circuito.
3. *Utilizando placas e instrumentos reales:* Se realizarán las mismas acciones que en el apartado anterior, cambiando el amplificador operacional (TLC271) y la alimentación (0 y 9V). Adicionalmente, con la intención de incrementar la atención y motivación de los estudiantes se realizará un experimento que permite, utilizando el amplificador de audio integrado en la placa DTE UPM, amplificar la señal de audio procedente de la salida para los auriculares de un teléfono móvil y escuchar el sonido en un altavoz que se les facilita. La Fig. 9 muestra la implementación de este experimento.

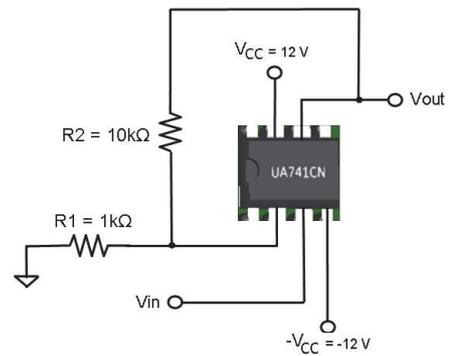


Fig. 7. Circuito amplificador basado en amplificador operacional



Fig. 8. Montaje y prueba del circuito amplificador con eLab3D



Fig. 9. Experimento para amplificar señales de audio

### D. Actividad 4

Esta actividad incluye varios ejercicios relacionados con el análisis y verificación del funcionamiento de circuitos comparadores. Con ellos se pretende que los estudiantes alcancen los siguientes objetivos:

- Entender la función de los comparadores y su utilidad en diferentes sistemas electrónicos.
- Implementar un sencillo circuito comparador mediante un amplificador operacional.

Los ejercicios que se deben realizar de forma guiada con los grupos de estudiantes serán los siguientes:

1. *Utilizando la plataforma eLab3D:* Se realizará el montaje y verificación del funcionamiento de un circuito comparador básico, utilizando un amplificador operacional en lazo abierto. En la Fig. 10 se muestra una imagen que incluye el montaje a realizar sobre la placa de pruebas. Se conectará en una entrada del amplificador operacional una señal triangular de 3V de amplitud y la otra se conectará a masa. En la salida del comparador se observará la salida saturada del amplificador operacional indicando cuándo la señal triangular es mayor o menor de 0V.

2. *Utilizando placas e instrumentos reales:* Se realizará el montaje y verificación del circuito comparador cuyo esquema se muestra en la Fig. 11. Se comparará un voltaje de referencia y el voltaje que proporciona un sensor de temperatura. Un LED a la salida del amplificador operacional indicará si el voltaje procedente del sensor es superior o no al voltaje de referencia. En la Fig. 12 se muestra el montaje a realizar sobre la placa de pruebas para implementar el circuito comparador, junto con las conexiones necesarias a la placa DTE UPM, para obtener los voltajes de referencia y del sensor. Los estudiantes podrán verificar el funcionamiento del circuito tocando con el dedo el sensor de temperatura y girando el potenciómetro que controla el voltaje de referencia. Un reto muy sencillo que se les propondrá es que determinen la temperatura del local en el que están trabajando haciendo uso del multímetro.

#### E. Actividad 5

Esta actividad incluye varios ejercicios relacionados con el análisis y verificación del funcionamiento de filtros básicos. Con ellos se pretende que los estudiantes alcancen los siguientes objetivos:

- Entender la función de los filtros básicos y su utilidad en múltiples aplicaciones electrónicas.
- Implementar un filtro paso bajo mediante un resistor y un condensador.



Fig. 10. Montaje y prueba de un circuito comparador con eLab3D

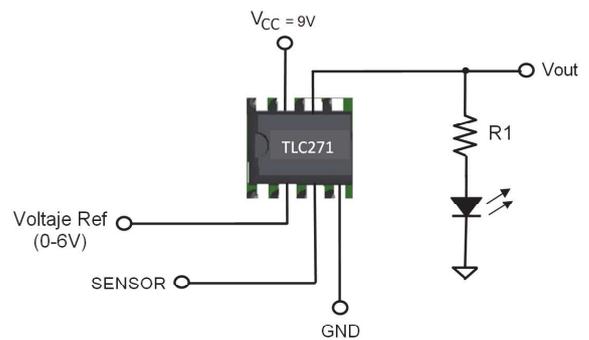


Fig. 11. Circuito comparador basado en amplificador operacional

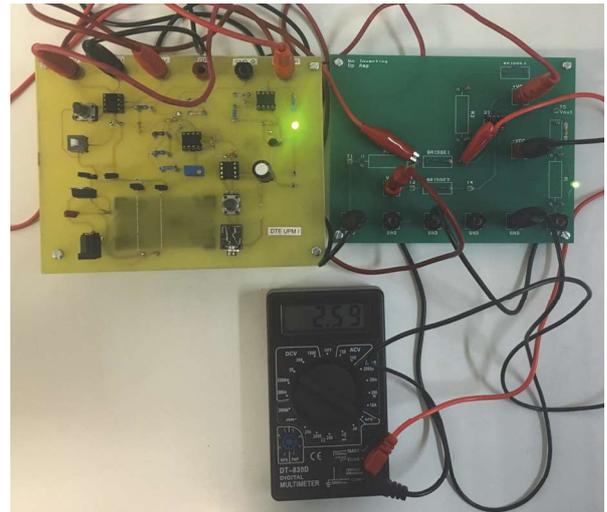


Fig. 12. Montaje y prueba del circuito comparador con placa DTE UPM

Los ejercicios que se realizarán de forma guiada con los grupos de estudiantes serán los siguientes:

1. Comprensión mediante una aplicación didáctica desarrollada con el entorno de programación LabView de National Instruments (Fig. 13) de la función básica de los filtros paso bajo, alto y banda. Con dicha aplicación los estudiantes podrán observar de forma gráfica, a nivel temporal y frecuencial, la acción que realizan los diferentes tipos de filtros sobre diferentes señales analógicas.
2. *Utilizando la plataforma eLab3D:* Se realizará el montaje y verificación del funcionamiento de un filtro paso bajo compuesto por dos resistores en serie y un condensador. En la Fig. 14 se muestra una imagen que incluye el montaje a realizar sobre la placa de pruebas. Se realizarán varias pruebas cambiando la frecuencia de la señal sinusoidal de entrada y midiendo la señal obtenida a la salida del filtro. Se podrán comparar los resultados obtenidos con los que se hayan obtenido con la aplicación software utilizada anteriormente.
3. *Utilizando placas e instrumentos reales:* Se realizará el montaje y verificación de un filtro paso bajo basado en un resistor y un condensador. Si se dispone de generador de señal y osciloscopio se podrán realizar las

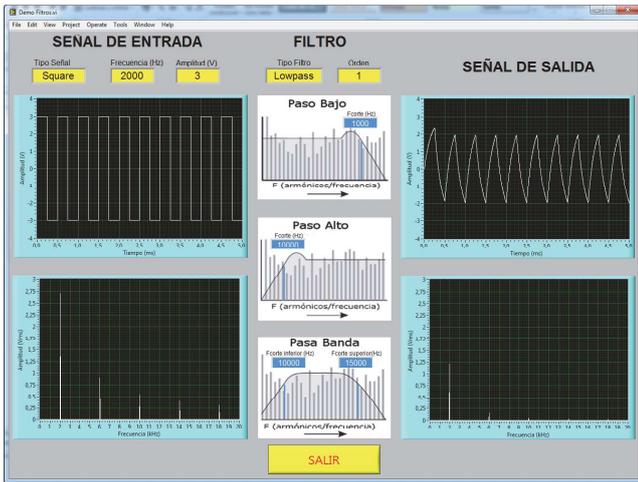


Fig. 13. Aplicación para facilitar la comprensión de la función de los filtros



Fig. 14. Montaje y prueba de un filtro paso bajo con eLab3D

mismas acciones que se han llevado a cabo con la plataforma eLab3D. Si se trabaja con la placa DTE UPM sólo se dispondrá de una señal sinusoidal de amplitud y frecuencia fijas. Ante esta limitación el efecto de filtrado se comprobará cambiando los condensadores y, por tanto, la frecuencia de corte de los filtros. Para cada filtro y conectada la misma señal de entrada a cada uno de ellos se medirá el valor eficaz de la señal de salida con el multímetro.

#### IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Entre las iniciativas planteadas en el proyecto “Fomento de las Vocaciones Tecnológicas” de la UPM se incluyó el proyecto de innovación educativa “UPM para Jóvenes: una mirada hacia el futuro” que tenía entre sus objetivos la creación de actividades de divulgación para fomentar el interés de los estudiantes de EEMM en las siguientes áreas científico-técnicas: ciencias básicas, agroforestal, mecánica y tecnologías industriales, arquitectura, obra civil y TIC. En el marco del área TIC se planificaron cuatro experiencias, en colaboración con los profesores de los centros de secundaria de la Comunidad de Madrid participantes, con el siguiente formato:

- Duración y lugar de realización: Una sesión de cuatro horas en el instituto y otra sesión de dos horas en uno de

los laboratorios de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación (ETSIST).

- Dirigida a estudiantes de cuarto de la ESO, primero de Bachillerato y ciclos formativos de grado superior (CFGS).
- Actividades elegidas del catálogo: Actividades 1 y 2.

Al tener las experiencias un formato mixto respecto al lugar de realización y también una temporización repartida en dos sesiones fue necesario adaptar la forma de llevar a cabo los ejercicios definidos en las actividades seleccionadas. La primera sesión fue llevada a cabo por parte de los profesores de secundaria participantes y en ella se realizaron las siguientes tareas:

- Explicación del funcionamiento básico de la plataforma eLab3D.
- Ejercicio 2 especificado en la Actividad 2.

La segunda sesión en la ETSIST fue llevada a cabo por un profesor del Departamento Ingeniería Telemática y Electrónica, un profesor del centro de secundaria participante y un estudiante de último curso de la Titulación de grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones. Incluyó las siguientes tareas:

- Presentación reflejando el papel fundamental de los ingenieros en la sociedad.
- Ejercicios 3 y 4 especificados en la Actividad 2.

Tras la realización de las experiencias los estudiantes de los centros de secundaria, 115 en total, realizaron una encuesta que incluyó las siguientes cuestiones:

1. ¿Te ha permitido la experiencia conocer mejor los estudios de ingeniería?
2. ¿Te han permitido las actividades realizadas conocer mejor qué hacen los ingenieros?
3. ¿La realización de la experiencia te ha motivado a estudiar en el futuro en la UPM?
4. ¿Qué es lo que más te ha gustado de la experiencia?
5. ¿Qué es lo que mejorarías de las actividades?

Las opiniones reflejadas por los estudiantes de cada centro de secundaria a las tres primeras cuestiones se muestran en la Tabla II. Los resultados que se obtuvieron fueron considerados muy positivos ya que la mayoría de estudiantes reconoció tener una idea más clara sobre la actividad de los ingenieros y un 40% de los estudiantes manifestó haberse sentido motivado para estudiar en el futuro en una titulación de grado de la UPM. Las diferencias de motivación entre estudiantes de bachillerato y 4º de la ESO se pudieron justificar por el perfil de los mismos. Los estudiantes de Bachillerato que participaron en la experiencia eran de la modalidad de ciencias mientras que entre los estudiantes de 4º de la ESO predominaron, según indicaron los profesores de cada instituto, los que tenían un interés ya declarado por estudios relacionados con la rama de letras o ciencias de la salud. Respecto a los estudiantes del CFGS hay que destacar que algunos reflejaron como impedimento para cursar futuros estudios universitarios la edad y motivos económicos.

En la Tabla III se muestran las opiniones vertidas por los

TABLA II. Resultados relacionados con las tres primeras cuestiones incluidas en encuesta a estudiantes participantes en las experiencias

	Cuestión 1			Cuestión 2			Cuestión 3		
	Si	No	N C	Si	No	N C	Si	No	N C
IES García Morato (1º Bach.)	13	0	0	13	0	0	12	1	0
IES María Zambrano (4º ESO)	48	1	0	43	6	0	23	22	4
Colegio Luyferivas (4º ESO)	36	7	0	38	5	0	8	35	0
IES Satafi (CFGS Mant. Electrónico)	9	1	0	7	3	0	3	7	0
<b>Total (%)</b>	<b>92</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>57</b>	<b>3</b>

estudiantes respecto a las cuestiones cuarta y quinta. Sobre los resultados obtenidos es interesante destacar la valoración positiva respecto a los recursos puestos al alcance de los estudiantes, a los cuales la mayoría de ellos no tiene acceso en sus centros de enseñanza.

Respecto a las nuevas experiencias en desarrollo, en el marco de la colaboración de la UPM con la Fundación Universidad Empresa, hay que señalar que se han planificado para ser llevadas a cabo en los propios centros de enseñanza secundaria, con una duración de cuatro horas, y se han diseñado incluyendo las actividades del catálogo 1, 2 y 3, siendo las actividades 4 y 5 optativas en función del curso al que pertenezcan los estudiantes participantes.

## V. CONCLUSIONES

Ante el descenso del interés de los jóvenes por continuar sus estudios en carreras científico-técnicas, constatado por informes y estadísticas nacionales e internacionales, es necesario que se lleven a cabo con premura actuaciones lideradas tanto por parte de las instituciones educativas como de las empresas del sector industrial.

Entre las iniciativas llevadas a cabo por la UPM, en el marco del Proyecto "Fomento de las Vocaciones Tecnológicas", se incluyen las experiencias basadas en actividades prácticas, relacionadas con el área de la electrónica, con el objetivo de incrementar el interés por los estudios de ingeniería entre los estudiantes de EEMM. En dichas experiencias se han utilizado recursos que pueden motivar a los estudiantes como el laboratorio remoto basado en mundos virtuales 3D (eLab3D) y placas de pruebas, componentes electrónicos e instrumentos reales que pueden ser manipulados

TABLA III. Resultados globales a cuestiones 4 y 5 incluidas en encuesta a estudiantes participantes en las experiencias

<b>Cuestión 4</b>	Manejo Instrumentación real y Laboratorio remoto	78%
	Visita a la Universidad	12%
	NS/NC	10%
<b>Cuestión 5</b>	Nada	37%
	Más complejidad en los circuitos	25%
	Más tiempo	14%
	Ejercicios más guiados	7%
	NS/NC	17%

directamente por los estudiantes. Los resultados obtenidos hasta el momento se consideran positivos en cuanto a la divulgación de la actividad relacionada con la ingeniería y en cuanto a la motivación por estudiar en el futuro carreras científico-tecnológicas.

Por último, también es de destacar la buena acogida de estas experiencias por parte de los profesores de los centros de EEMM que está repercutiendo en posibles colaboraciones futuras que pueden resultar de interés para la formación de los estudiantes.

## AGRADECIMIENTOS

Las experiencias desarrolladas han sido posibles gracias a los proyectos IE1415-59001, PT1415-05001 y PT1415-03005, vinculados a las convocatorias de "Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza" de la UPM, y al apoyo del Servicio de Innovación Educativa, del Gabinete de Tele-Educación y del Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica de la UPM. Asimismo los autores desean expresar su agradecimiento, por su colaboración, a los profesores Jose Manuel González del IES María Zambrano de Leganés (Madrid), Olga López del IES García Morato de Madrid, Julio Medina del IES Satafi de Getafe (Madrid) y José García del Colegio Luyferivas de Rivas Vaciamadrid (Madrid).

## REFERENCIAS

- [1] ICF and Cedefop, "EU Skills Panorama (2014) STEM skills Analytical Highlight", 2015. Recuperado de: [http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP\\_AH\\_S\\_TEM\\_0.pdf](http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_S_TEM_0.pdf)
- [2] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, "Datos y cifras del sistema universitario español. Curso 2014/2015", 2015.
- [3] King's College London, "ASPIRES. Young people's science and career aspirations, age 10-14", 2013. Recuperado de: <https://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/education/research/aspires/ASPIRES-final-report-December-2013.pdf>
- [4] P. Aschbacher, M. Ing, and S. Tsai, "Is science me? Exploring middle school students' STE-M career aspirations", *Journal of Science Education and Technology*, vol. 23, no. 6, pp. 735-743, Dec. 2014.
- [5] Obra Social "la Caixa", Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y everis, "Estudio sobre vocaciones científicas. ¿Cómo podemos estimular una mente científica?", 2015.
- [6] J. DeWitt, L. Archer, J. Osborne, "Science-related Aspirations Across the Primary-Secondary Divide: Evidence from two surveys in England", *International Journal of Science Education*, vol. 36, no. 10, pp. 1609-1629, Dec. 2014
- [7] J. Osborne and J. Dillon, "Science Education in Europe: Critical Reflections", Nuffield Foundation, 2008.
- [8] European Scholnet. <http://www.eun.org/>
- [9] inGenious: the European Coordinating Body in Science, Technology, Engineering and Maths education. <http://www.ingenious-science.eu/web/guest/about>
- [10] Go-Lab Project. <http://www.go-lab-project.eu/>
- [11] Start Tech. <http://start-tech.org/que-es-start-tech/>
- [12] Confederación de Sociedades Científicas de España, "Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España", 2011.
- [13] S. López, A. Carpeño and J. Arriaga, "Remote Laboratory eLab3D: A Complementary Resource in Engineering Education", *Tecnologías del Aprendizaje, IEEE Revista Iberoamericana de*, vol.10, no.3, pp.160-167, Aug. 2015.