

# TEeTI TALLERES DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN PARA FUTUROS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Ó. RUIZ, J. BOSCH, A. CIRERA, L. FERNÁNDEZ, J.M. GÓMEZ, A. HERMS, M. LÓPEZ, J. LÓPEZ, P. MIRIBEL, F. PEIRÓ, J.D. PRADES, C. SERRE, A. VILÀ Y A. CORNET  
*Departamento de Electrónica. Facultad de Física. Universidad de Barcelona.*  
*[oscar@el.ub.es](mailto:oscar@el.ub.es), [acornet@el.ub.es](mailto:acornet@el.ub.es)*

*Los talleres de ingeniería electrónica y tecnología de la información TEeTI son actividades prácticas pensadas para acercar a los estudiantes pre-universitarios el conocimiento del papel que juega la electrónica en el desarrollo tecnológico actual. TEeTI está formado por tres talleres que aplican los conocimientos de la electrónica a los ámbitos de las energías renovables, el móvil y la automoción. En el documento se describen los tres talleres y la repercusión que ha tenido TEeTI como herramienta de promoción en los estudios del ámbito de la ingeniería electrónica.*

*Palabras clave: taller, electrónica, pre-universitario, tecnología de la información.*

## 1. Introducción

En las últimas décadas la sociedad ha asistido a la evolución de avances científicos y tecnológicos que se han integrado tan rápidamente en los hábitos de vida cotidianos dificultando la comprensión por parte de la mayoría de los ciudadanos de los esfuerzos y dedicación en innovación, investigación y desarrollo que han sido necesarios para conseguir que estos avances se integren en forma de objetos de uso habitual. A pesar de que los avances asociados a la denominada “sociedad del conocimiento” posibilitan que cada vez haya más presencia en la prensa, medios de comunicación e Internet de los últimos avances tecnológicos y de la incidencia que tienen sobre los hábitos y costumbres de la sociedad, la sociedad asiste a este bombardeo sin poseer los suficientes y mínimos conocimientos científicos que le permitan seleccionar esta avalancha de información con espíritu crítico, autónomo y responsable.

Por otra parte, este incremento del acceso de avances tecnológicos a una mayoría de la población, síntoma de una sociedad del bienestar, está siendo acompañado por un descenso cada vez más acentuado de los jóvenes que cursan estudios tecnológicos y científicos. Esta disminución, generalizada en el mundo occidental, tiene especial repercusión a nivel español y europeo. Tal como ya se refleja en numerosos estudios de colegios profesionales, asociaciones empresariales y entidades académicas este descenso en la inscripción de los jóvenes a titulaciones tecnológicas puede comportar un peligroso descenso en los avances de innovación y tecnología necesarios para el avance de esta sociedad del conocimiento. El caso de las titulaciones del área de la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) está siendo uno de los más afectados, sobretodo después de la “burbuja digital”. En el periodo 2001/08 los estudios del área TIC han experimentado una caída del 52,9% [1]. Por otro lado hay opiniones que consideran que España necesitará más de 30.000 ingenieros de telecomunicaciones en cinco años [2]. Estos dos indicadores hacen que asociaciones empresariales, colegios profesionales, instituciones académicas de formación superior y gobiernos estén muy preocupados al respecto. Por ejemplo la Generalitat de Catalunya ha impulsado el programa EnginyCat [3] siendo uno de sus principales objetivos el aumentar las vocaciones en el campo de la ingeniería y consecuentemente el ingreso en dichos estudios.

Es necesario, por lo tanto, realizar actuaciones de divulgación de las actividades avanzadas de I+D+I entre los adolescentes que permitan, por una parte, tomar conciencia de que la disponibilidad de objetos y tecnologías de la información, comunicaciones y ocio de uso cotidiano ha sido posibles gracias a los avances en ciencia y tecnología realizados por equipos de investigación competitivos y, por otra parte, que para continuar manteniendo y mejorando la calidad de vida asociada a la introducción de las TIC en la sociedad, es necesario disponer de profesionales capacitados y con una formación apropiada.

## **2. TEeTI: Talleres de Ingeniería Electrónica y Tecnología de la Información.**

Entre los 49 nuevos títulos de grado que presenta la Universitat de Barcelona (UB) aparece el grado en Ingeniería Electrónica y de Telecomunicación. Desde el departamento de Electrónica y las diferentes instituciones de la UB se han realizado diferentes acciones para difundir y publicitar este nuevo grado del área TIC. Dentro de las actuaciones más relevantes cabe destacar los Talleres de Ingeniería Electrónica y Tecnología de la Información (TEeTI) destinados a estudiantes de bachillerato del área científico-tecnológica y a estudiantes de ciclos formativos afines al área TIC. Estos talleres están enfocados a acercar a los estudiantes pre-universitarios el papel que juega la electrónica en el desarrollo tecnológico de la sociedad actual y además contribuyen a complementar la formación de los alumnos de bachillerato y ciclos formativos poniendo a su alcance los recursos con los que cuenta el departamento de Electrónica de la UB.

TEeTI [4] son talleres formativos que permiten a los estudiantes pre-universitarios tanto la comprensión del funcionamiento de objetos de uso cotidiano a partir de unas actividades diseñadas mediante la metodología científica como del papel primordial que juegan los profesionales tecnológicos en la consecución de estos avances, motivando su curiosidad y acercamiento hacia las temáticas tecnológicas.

La novedad de estos talleres reside en el hecho de inculcar en los adolescentes las ventajas de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico a partir de la realización de actividades interactivas relacionadas con objetos y conceptos muy introducidos en su vida cotidiana, motivo por el cual han de atraer su atención. Por ello, se han escogido el móvil, el automóvil, la tecnología de circuitos integrados y las fuentes de energía alternativa como elementos conductores de los diferentes talleres. Las actividades están diseñadas de manera que inculquen la metodología científica, guiando al alumno hacia la comprensión de mecanismos o funcionamientos a partir del desarrollo de una visión reflexiva y crítica que les permita comprender que los objetos cotidianos que utilizan comúnmente han sido posibles gracias a un largo trabajo de investigación y desarrollo tecnológico.

Actualmente TEeTI lo forman tres talleres: *Taller de tecnología y sostenibilidad energética*; *Taller del mundo del móvil*; *Taller de los “sentidos” del automóvil*.

### **2.1. Taller de tecnología y sostenibilidad energética.**

Este taller, al que llamamos internamente Taller 1, se divide en dos actividades: *Tecnología electrónica* y *Fuentes de energía para la electrónica*. La primera actividad tiene como objetivo dar a conocer la evolución de la tecnología electrónica desde los circuitos con componentes discretos hasta los circuitos integrados realizados con tecnología microelectrónica. El objetivo de la segunda actividad es mostrar las características y requerimientos energéticos de objetos de uso cotidiano (el móvil) y las posibilidades de utilización de fuentes de energía alternativas para su funcionamiento.

Las tareas desarrolladas para alcanzar los objetivos de la actividad de *Tecnología electrónica* son:

- Identificación de componentes discretos e integrados en un circuito.

- Manipulación de componentes electrónicos en un circuito.
- Observación de la influencia del valor de los componentes en las características de un circuito.
- Visualización de un vídeo sobre el proceso de realización de un circuito impreso.
- Realización de las etapas básicas del proceso de revelado en tecnología PCB.
- Visualización de un vídeo sobre la fabricación de un chip en tecnología microelectrónica.
- Utilización del microscopio óptico para observar diferentes chips (Fig. 1).



**Figura 1.** Participantes en el taller 1 visualizando e identificando diferentes chips bajo un microscopio óptico.

En la actividad de *Fuentes de energía para la electrónica* se realizan las siguientes actividades para alcanzar los objetivos propuestos:

- Utilización de instrumentación electrónica de medida de características eléctricas.
- Familiarización con las características eléctricas requeridas para el funcionamiento de un móvil.
- Obtención de los datos de consumo de un móvil en diferentes situaciones.
- Medición de las características eléctricas de diversas fuentes de energía (pilas, dinamo accionada por molinillo, placas solares, pilas de combustible).
- Utilización de un kit de producción de hidrógeno.
- Utilización de circuitos electrónicos para resolver limitaciones de las fuentes de energía.

## 2.2. Taller del mundo del móvil

Este taller, designado como taller 2, está orientado a la divulgación de los principios de funcionamiento del móvil identificando los diferentes circuitos integrados de que consta, las funciones de cada circuito que permiten la transformación del sonido en señal eléctrico, su procesado, transmisión y recepción. Como en el caso anterior, este taller también se divide en dos actividades: *Transformación del sonido en señal electrónica* y *Transmisión de la señal*.

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en la sesión de *Transformación del sonido en señal electrónica* se realizan las siguientes tareas:

- Utilización de instrumentación electrónica virtual para la medida de la amplitud y frecuencia de diferentes ondas acústicas.
- Observación del espectro de frecuencia de diferentes notas musicales e instrumentos. Medida de los valores característicos.

- Manipulación de circuitos electrónicos de filtrado de señal.
- Estudio de la influencia del tipo de filtrado en las características de la señal. Identificación de los diferentes tipos de filtros.
- Observación del espectro de frecuencia de la voz. Medida de los valores característicos.
- Manipulación de circuitos electrónicos de conversión analógica-digital.
- Utilización de instrumentación electrónica para el análisis de las características de la conversión A/D.

Por su parte, durante la actividad de *Transmisión de la señal* se realizan las siguientes tareas:

- Manipulación de circuitos electrónicos de modulación de la señal.
- Utilización de instrumentación electrónica de medida.
- Observación de las características de la señal en diferentes partes de circuitos emisores y receptores de señal en AM. Análisis de la función de cada bloque del circuito.
- Trabajar con software específico diseñado con herramientas de instrumentación virtual.
- Observación y comparación de las características de la señal en función de diferentes parámetros de modulación.
- Estudio de la influencia del ruido en las características de la señal.
- Comparación de las señales emitidas y recibidas en función de las características de la transmisión.
- Realización de experiencias de comunicación de señales a distancia.
- Utilización de instrumentación virtual para el muestreo de señal.
- Observación y comparación de los espectros de frecuencia de diferentes notas musicales e instrumentos en función de las características del muestreo.
- Estudio de la influencia del tipo de muestreo en las características de la señal.
- Comparación de los espectros de frecuencia de la voz en función de las características del muestreo.
- Estudio de la relación calidad de voz-tamaño del archivo.

### 2.3. Taller del los “sentidos” del automóvil

Este taller, designado como Taller 3, está orientado a la divulgación del papel cada vez más presente de la electrónica en los automóviles, profundizando en el conocimiento de los principios básicos de diferentes tipos de sensores utilizados en la industria del automóvil, manipulando circuitos de control y utilizando herramientas de software para el control de estos sensores incorporados a un prototipo diseñado expresamente para el taller. En el taller se realiza una primera actividad para conocer diferentes sensores y actuadores que son utilizados en un automóvil y posteriormente se realiza una segunda actividad donde trabajan con una maqueta de automóvil a escala real para realizar el montaje y el control de diferentes tipos de sensores y actuadores electrónicos.

En la primera actividad, *La percepción electrónica del mundo*, se realizan las siguientes tareas:

- Manipulación de diferentes tipos de sensores y actuadores táctiles, de audio y de luz.
- Discusión de las características de cada tipo de sensor.
- Manipulación de circuitos electrónicos de captación de señal, adecuados a la tipología del sensor.
- Manipulación de circuitos electrónicos apropiados a cada tipo de actuador.
- Utilización de instrumentación electrónica tanto de medida como de captación de datos.
- Observación de las características de la señal en diferentes partes de los circuitos. Análisis de la función de cada bloque del circuito.

En la segunda actividad, *El automóvil inteligente*, se realizan las siguientes tareas:

- Montaje de diferentes tipos de sensores en un robot dotado de movimiento.
- Diseño de diferentes escenarios de interacción del robot con su entorno.
- Programación del control de las propiedades de los sensores para adaptarlos a los escenarios predeterminados.
- Verificación de la adecuación de la respuesta del robot a las condiciones predeterminadas.
- Utilización de una maqueta de automóvil realizada en dimensiones reales para conocer todos los tipos de sensores y manipuladores electrónicos ubicados en ella.



**Figura 2.** Dibujo de la maqueta de automóvil a escala real utilizada en el taller.

### **3. Creación del TEEI**

Desde la fase de concepción, hacia noviembre de 2007, el objetivo de TEEI ha sido la realización de unos talleres orientados a estudiantes de bachillerato y de ciclos formativos de grado superior. El diseño y ejecución de las actividades contempladas en el taller se ha realizado a partir de la adecuación a los estudiantes pre-universitarios de los últimos avances obtenidos por los grupos de investigación del Departamento de Electrónica de la Universidad de Barcelona que tienen una experiencia contrastada en la ejecución de proyectos de investigación competitivos y de transferencia de tecnología con las empresas más relevantes del sector de la Electrónica en el ámbito estatal y europeo. La fuerte implicación de empresas del sector electrónico y de las tecnologías de la información en las actividades de I+D que se realizan en el Departamento se ven reflejadas en el diseño de unas actividades potenciadas por estas empresas que, reunidas en un Consejo de empresas, asesoran al Departamento en la orientación de actividades docentes y de divulgación más adecuadas a la sensibilización de la sociedad sobre el papel predominante que juegan en la sociedad del conocimiento los profesionales especialistas en electrónica, que continúan siendo una garantía de innovación y desarrollo tecnológico.

El soporte y contribución de potentes empresas como MOVISTAR o FICOSA por ejemplo, institutos de investigación, como el Instituto de Investigación en Energía de Catalunya por ejemplo, e incluso el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones, representativos de las temáticas de los talleres es un valor añadido, para hacer ver a los participantes que las actuaciones de divulgación son de gran actualidad e interesantes para la búsqueda de salidas profesionales con gran proyección en el futuro.

El contenido de los talleres ha sido diseñado por profesores del Departamento de Electrónica, con amplia y contrastada experiencia en la coordinación y realización de proyectos de investigación y transferencia tecnológica. Para adecuar el contenido didáctico y pedagógico a los estudiantes de

bachillerato se incluyeron en el equipo de trabajo profesores de secundaria con el objetivo adicional de que las actividades sean complementarias a las actividades de tecnología contempladas en el currículum de las asignaturas más tecnológicas para un doble aprovechamiento por parte de este tipo de alumnos. Así, aparte del objetivo general de divulgación y comprensión científica orientado a todo tipo de estudiantes, independientemente de su rama de conocimiento, los estudiantes de tecnología se ven beneficiados por el hecho de realizar actividades con unos medios e instrumentos difícilmente a su alcance en los centros no universitarios.

Durante la realización de los talleres unos monitores asisten a los estudiantes, les ayudan en la realización de actividades, resuelven sus dudas y procuran incentivar su curiosidad y su interés. Para facilitar la comunicación e interactividad los monitores han sido escogidos entre estudiantes de últimos años de las titulaciones más afines a los contenidos del taller (Ingeniería Electrónica, Ingeniería Informática y Física). Este aspecto es otro de los valores añadidos de estos talleres: la posibilidad de interactuar con estudiantes en la fase final de sus estudios se presenta como un punto muy positivo para fomentar la vocación e interés de los estudiantes hacia las vocaciones científico-tecnológicas.

Diferentes entidades pertenecientes a la Universidad de Barcelona aportan medios y recursos para la realización del taller. La Facultad de Física adecua laboratorios y dependencias e integra las actuaciones del taller en las campañas de difusión ya existentes. El Vicerrectorado de estudiantes de la UB se encarga del mailing con los centros y de la logística del proceso de inscripción de estudiantes.

El presupuesto anual de TEeTI supera los 60.000€, sin contar los gastos en inventariable realizados el primer año de funcionamiento. La mayor parte de los gastos corren a cargo de los fondos propios del Departamento de Electrónica de la UB. Se han obtenido ayudas para el año 2009 tanto de la FECYT como de la Generalitat de Catalunya. Los participantes aportan una parte de ese presupuesto mediante el abono de 10€ por asistente. Cabe remarcar que el hecho de cobrar una cuota por participante tiene el aparentemente contradictorio efecto de aumentar el interés en la actividad además de evitar las falsas inscripciones.

#### 4. Resultados

Los talleres TEeTI inician su trayectoria en el curso 2008/09 realizándose la primera sesión en octubre de 2008 y la última en mayo de 2009. Durante este tiempo han asistido al taller estudiantes de 77 escuelas, institutos o centros de estudios. Aunque la mayor participación de este taller ha sido de centros de la ciudad de Barcelona, la repercusión ha sido extensible a la provincia de Barcelona e incluso en todo el ámbito de Cataluña. Cabe destacar la participación de centros de fuera de la ciudad de Barcelona provenientes de Cornellà de Llobregat, Cervera, Esparraguera, Granollers, Martorell, Mataró, Rubí, Salou, Tarragona, Tàrraga y Vilafranca del Penedès. Teniendo en cuenta la distancia geográfica de la mayoría de estas poblaciones a la Facultad de Física de la UB, queda clara la fuerte motivación y el gran interés despertado por los talleres TEeTI.

**Tabla 1.** Participación de estudiantes en los talleres TEeTI.

Estudiantes	Taller 1	Taller 2	Taller 3	Total
1º de Bachillerato	165	116	183	464
2º de Bachillerato	216	209	240	665
Ciclos Formativos	16	16	36	68
Total	397	341	459	1197

Los diferentes talleres han recibido a 1197 estudiantes de bachillerato y ciclos formativos de los cuales algunos alumnos han realizado más de un taller. En la Tabla 1 se observa que el mayor número de estudiantes corresponde a estudiantes de bachillerato, con una mayor participación de alumnos del último curso. También cabe destacar que el taller del los “sentidos” del automóvil ha sido claramente el más solicitado, aunque los tres talleres han sido visitados por más de 300 estudiantes.

El éxito de los talleres ha motivado la continuidad de los mismos durante el curso 2009-10 en que las sesiones empezaron la primera semana de noviembre [5]. Al día de la redacción de este documento ya han participado más de 300 estudiantes de los 1336 con plaza reservada.

Los talleres TEeTI además de su carácter formativo, tienen como objetivo poner en conocimiento de los estudiantes pre-universitarios los estudios de ingeniería y más concretamente el grado de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicación que ofrece la Facultad de Física de la UB. Estos talleres han sido y son una de las actuaciones clave en el proceso de información y difusión de este nuevo grado. Como aspecto positivo cabe destacar que en el curso 2009-10 se ha logrado superar las 40 plazas que se ofertaban para este nuevo grado en la UB.

## 5. Agradecimientos

Los autores queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las entidades y empresas colaboradoras citadas en el texto. Durante el año 2009, TEeTI ha sido financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología – Ministerio de Ciencia e Innovación. También, durante el mismo año natural, los talleres han recibido financiación por parte del Departament d’Innovació, Universitats i Empresa de la Generalitat de Catalunya.

## 6. Conclusiones

TEeTI es una experiencia de divulgación científico-tecnológica que permite acercar a los estudiantes pre-universitarios los últimos avances tecnológicos en ingeniería electrónica y de telecomunicación.

La estructura de taller permite a los futuros estudiantes de universidad adquirir una formación complementaria a los estudios pre-universitarios.

La estrecha relación de los tres talleres con ámbitos cercanos al grupo de edad al que van dirigidos como son las energías renovables, el móvil y el automóvil crea una motivación clara en los estudiantes.

El éxito de la primera edición de TEeTI ha provocado que en septiembre del 2009 ya se dispongan de un número de reservas para el curso 2009-10 superior al número de participantes del curso 2008-09.

En mayor o menor medida TEeTI ha ayudado a completar la oferta del grado de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicación de la UB, consiguiendo llenar las 40 plazas que se ofertaban para el curso 2009-10.

Como nota negativa cabe resaltar la poca participación de estudiantes de ciclos formativos, la cual debería ser aumentada en el curso 2009-10, pues no se debe descartar la entrada de este perfil de alumnado en los estudios universitarios.

## Referencias

- [1] J.C. Ayats, A. Hervás, R. Capilla y E. Gozávez. *Análisis de la evolución de los estudios técnicos universitarios en España I: Estudios de primer ciclo*. Editorial del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Valencia (2009).
- [2] Redacción de Noticiasdot.com. *España necesitará más de 30.000 ingenieros de telecomunicaciones en cinco años*. 06-09-2007. Fuente consultada el 01-10-2009. <http://www.noticiasdot.com/wp2/2007/09/06/espana-necesitara-30000-ingenieros-de-telecomunicaciones-en-cinco-anos/>

- [3] Programa EnginyCat. Departament d'Innovació, Universitat i Empresa, Comissionat per a Universitats I Recerca, Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació. <http://www.enginycat.cat/>. Fuente consultada el 01-10-2009.
- [4] Taller d'Enginyeria Electrònica i Tecnologia de la Informació TEeTI. <http://teti.el.ub.es/> Fuente consultada el 01-10-2009
- [5] Inscripciones al Taller d'Enginyeria Electrònica i Tecnologia de la Informació TEeTI. Fuente consultada el 01-10-2009. <http://www.ub.edu/futursinousestudiants/teeti.htm>.