

## PUESTA EN MARCHA DE UN LABORATORIO DE DISEÑO INDUSTRIAL Y PROTOTIPADO DIGITAL EN LA ETSII

Mtz. Muneta, MLuisa; Romero Rey, Gregorio; Sanz Bobi, Juan de Dios, Carretero  
Diaz, Antonio, Calvo Hernández, Alvaro; Gómez Fernández, Javier.

1: GIE Ingeniería Gráfica y Simulación

ETS Ingenieros Industriales. UPM

e-mail: luisa.mtzmuneta@upm.es

**Resumen.** Desde la implantación del EEES se han implantado en los diferentes grados asignaturas bajo el marco “learning by doing”. En concreto en la ETSII se encuentran las asignaturas denominadas genéricamente INGENIA, que bajo el marco CDIO, desarrollan un proyecto que deben prototipar de alguna forma. Estas asignaturas han mostrado un cierto grado de insatisfacción ya que los medios y materiales disponibles han sido escasos. Para solventar este problema se ha implantado una fablab en la ETSII. En este artículo se ofrecen brevemente una lista de actividades que se han desarrollado para poder operar con este nuevo laboratorio.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, Competencias transversales, Aprendizaje informal, Fablabs, Objetos 3D, Autoaprendizaje, Makerspace, CDIO

### 1. Introducción

Desde la implantación del EEES, los programas de estudio de ingeniería están realizando un esfuerzo en el desarrollo de estrategias docentes donde el estudiante es el responsable de su aprendizaje y el profesor un elemento activo de acompañamiento guía en ese proceso. Dentro de estas estrategias destacan las englobadas bajo el marco denominado “learning by doing” o “Aprender haciendo”.

Dale desarrolló el conocido “Cono de la Experiencia” que apoyaba los procesos de aprendizaje experienciales y que ha sido ampliamente difundido por los pedagogos (fig. 1). En él, el mayor aprendizaje se realiza cuando el estudiante tiene la mayor parte activa; es decir, diseña y construye la experiencia.

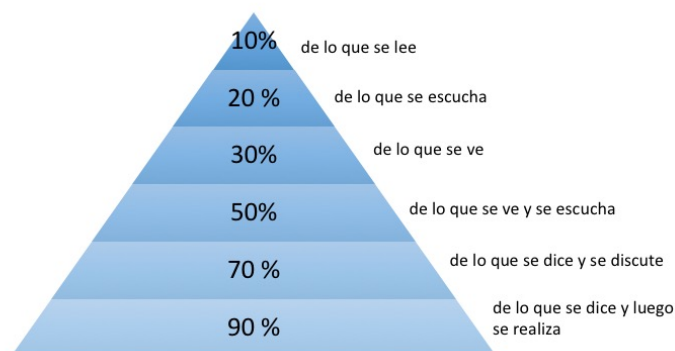


Fig. 1 Cono de la experiencia en donde representa el porcentaje de lo que las personas recuerdan de acuerdo a la actividad que realizan [1]

La ETSII ha desarrollado en especial las asignaturas denominadas INGENIA donde el objetivo fundamental es el desarrollo de competencias transversales por medio de una asignatura bajo el marco CDIO™ (conceive, design, implement and operate) [2].

Las asignaturas INGENIA se imparten en el primer año del Máster de Ingeniería Industrial y tienen 12 ECTS. Los contenidos de las asignaturas INGENIA se estructuran de la siguiente forma:

- Módulo A (9 ECTS): se establecen 30 horas como máximo para la introducción de nuevos contenidos teóricos si estos fueran necesarios; el resto del tiempo los profesores supervisarán los avances de los estudiantes en su proyecto.
- Módulo B (1,5 ECTS): está dedicado a talleres sobre las competencias de trabajo en equipo, creatividad y comunicación necesarias para el desarrollo del proyecto y su comunicación.
- Módulo C (1.5 ECTS): se dedican a contenidos de sostenibilidad, ética y responsabilidad social que deberán implementar en su proyecto.

Estas asignaturas se imparten anualmente de forma obligatoria a más de 300 estudiantes (en el curso 2018-2019 fueron 362) desde el curso 2014-2015 y suponen un reto para la Escuela. Cada una de ellas cuenta con al menos de un equipo de 5 profesores responsables del seguimiento de las mismas y tiene un coste de 10.000 euros anuales que se emplean en los materiales fungibles necesarios para construir los prototipos o diseños finales. La maquinaria y herramientas necesaria corren a cargo de las unidades docentes responsables de las asignaturas.

Durante los cursos 2014-2015 109 estudiantes y en el curso 2015-2016 218 estudiantes del primer curso del Máster de Ingeniería Industrial completaron unas encuestas donde se recogía su satisfacción sobre esas asignaturas obteniéndose los siguientes resultados (fig.2):

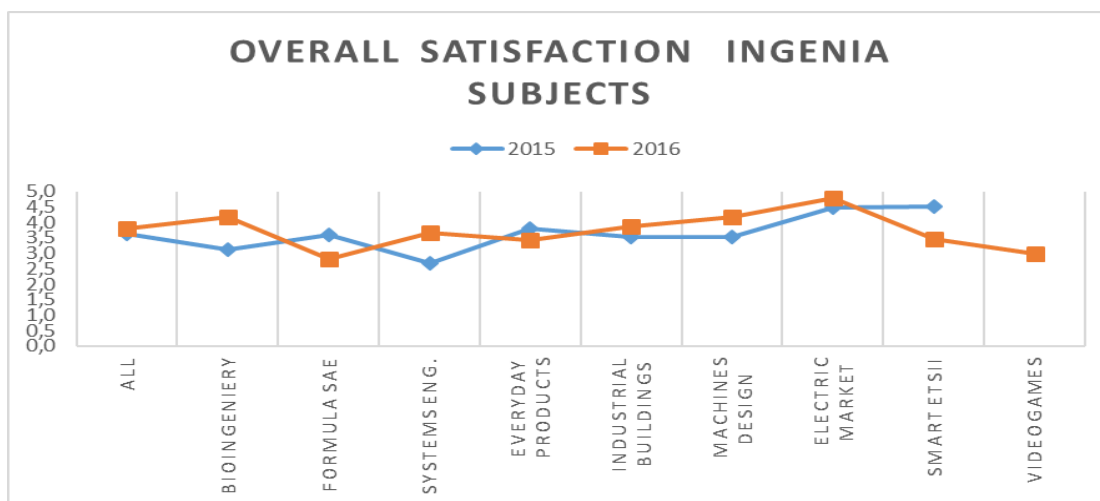


Fig. 2 Satisfacción de las asignaturas INGENIA

La media global en el curso 2014-2015 fue de 3.62. En el curso 2015-2016 alcanzó 3.82 sobre 5 puntos [3].

Los comentarios y sugerencias de los estudiantes en su gran mayoría se referían a problemas en la planificación y la dificultad de implementación de sus ideas en prototipos físicos. Este problema también aparecía en otras asignaturas ya que la construcción de los prototipos, tanto por medios como por materiales han sido uno de las quejas más frecuentes en todos ellos.

## 2. MakETSII, el laboratorio de diseño industrial y prototipado digital

Con el fin de conseguir facilitar a los estudiantes la construcción de prototipos en el curso 2018-2019 se ha establecido un laboratorio donde los estudiantes podrán implementar sus prototipos físicos en base a materiales de bajo coste.

Este laboratorio ha partido de una iniciativa del Grupo de Ingeniería Gráfica de la ETSII que ha proporcionado la maquinaria esencial para su funcionamiento y ha sido apoyado por la Dirección de la ETSII y tiene las características de un fablab [4].

Un fablab es un laboratorio de fabricación digital que debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Firmar el fablab chapter
- Colaborar con la red de fablabs
- Disponer de maquinaria compatible con el inventario del fablab [5]
- Permite el acceso del público general
- Tener personal entrenado en el Fab Academy u otros programas compatibles

Este fablab dará servicio a aquellas asignaturas que propongan trabajos con resolución física y a los alumnos de la Escuela que deseen construir sus propios inventos o dispositivos de forma gratuita y al personal ajeno a la universidad por medio de tarifas económicas.

Uno de los problemas actuales es que no existe personal de servicios asignado para el funcionamiento y uso de la maquinaria. Este servicio lo deben dar los profesores o alumnos que hayan sido formados para ello. Los profesores pueden dar servicio de forma irregular ya que los horarios están comprometidos entre clases, prácticas, comisiones, reuniones, etc. por lo que actualmente se cuenta con alumnos que permitan dar este servicio.

Con este laboratorio se desea en un corto plazo:

- Potenciar la cultura MAKER y DIY (Do It Yourself)
- Solventar los problemas derivados de la construcción de prototipos de las asignaturas INGENIA
- Permitir que otras asignaturas puedan llegar a construir prototipos físicos en sus actividades.
- Desarrollar contenidos que permitan el aprendizaje online al alumno previamente al trabajo con la maquinaria del Fablab.
- Formar a un grupo de estudiantes que hagan de monitores de otros estudiantes inexpertos.
- Desarrollar buenas prácticas en el laboratorio con las diferentes tecnologías de la maquinaria del mismo.
- Fomentar el emprendimiento.

### **3. Actividades desarrolladas**

Para poner en marcha este laboratorio se han desarrollado una serie de actividades previas que se detallan a continuación (fig.3). Se ha contado con la colaboración de dos becarios de IE.

#### **Puesta a punto de la maquinaria**

Ha sido necesario aprender a emplear de forma adecuada la maquinaria disponible; especialmente la fresadora y la cortadora láser y las calibraciones necesarias en su funcionamiento.

#### **Acopio de consumibles y compra de pequeñas herramientas**

Se ha empleado la maquinaria en las asignaturas INGENIA del curso 2018-2019 y se ha tenido que buscar suministradores y conseguir la compra por los conductos reglamentario de cartones y maderas. También ha sido necesario comprar herramientas básicas como destornilladores, taladradoras, lijadoras, etc.

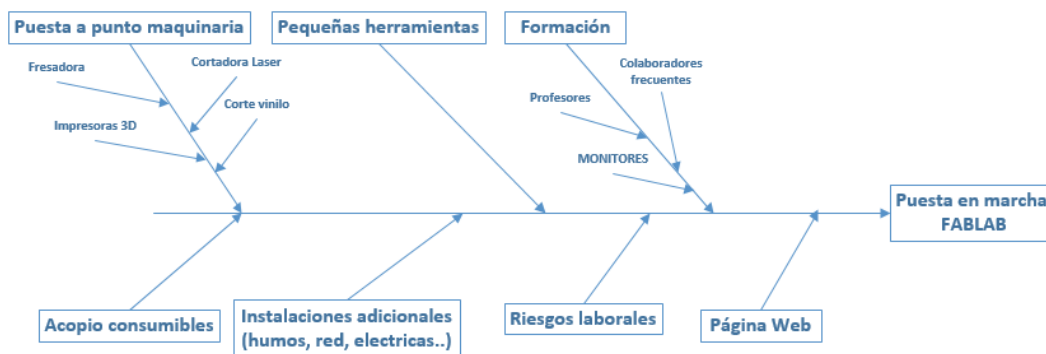


Fig. 3 Diagrama causa-efecto para la puesta en marcha de un fablab en la ETSII

### Instalaciones adicionales

Se ha tenido que realizar una extracción de humos de alta potencia y la reforma del local para poder utilizar la cortadora láser de gran formato. Se ha instalado wifi y telefonía IP.

### Riesgos laborales

Se ha establecido unas hojas de información a los estudiantes de los riesgos laborales que existen en el empleo de la maquinaria y herramienta existente, así como una hoja de compromiso de seguridad laboral al personal que pueda emplear la maquinaria si el uso es frecuente.

### Página web

Se ha diseñado un sitio web ([www.fablab.industriales.upm.es](http://www.fablab.industriales.upm.es)) con la información necesaria para acceder al laboratorio por parte de nuestros estudiantes. También existen modelos de uso abierto y links de interés (fig.4).

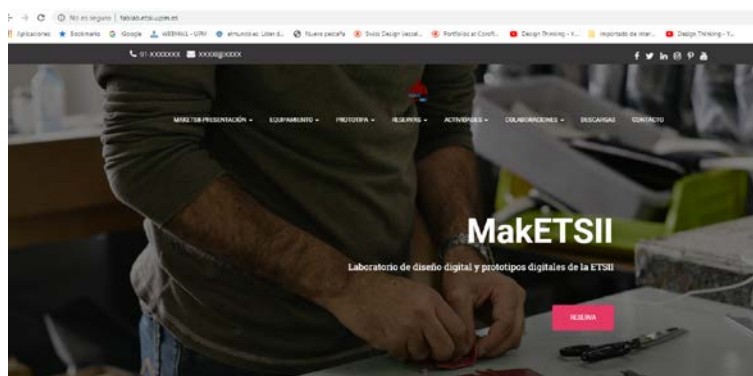


Fig. 4 Página web

### Formación

Tanto los profesores, colaboradores y becarios han recibido formación sobre el uso y empleo de la maquinaria y han realizado modelos digitales de diseños que se han empleado dentro del propio fablab, como cajas de deshechos, cajoneras, taburetes, etc. Estos diseños se van a compartir en la página web del laboratorio. No se ha llegado a implementar la colección de vídeos que originalmente estaba prevista debido a las incidencias en el funcionamiento inicial de la maquinaria y la extracción de humos.

También se ha diseñado un programa de alumnos monitores del fablab. Estos alumnos deberán aprender el funcionamiento y uso de las máquinas con sus diferentes tecnologías, así como el empleo de otras herramientas menos sofisticadas y del software correspondiente; tendrán que atender al proceso completo de diseño,

construcción y prueba de dispositivos, para poder ayudar y colaborar con estudiantes inexpertos posteriormente. Estos monitores recibirán formación en el primer cuatrimestre del curso y recibirán 1 ECTS; durante el segundo semestre ayudarán al resto de estudiantes que deseen acceder a las instalaciones recibiendo 1.5 ECTS por esta dedicación.



Fig. 5 Fablab de la ETSII

#### 4. Conclusiones

Se ha presentado el origen y el desarrollo de la implantación de un fablab en la ETSII. Este proceso no ha sido sencillo y trata de paliar la insatisfacción que sufren los estudiantes cuando en asignatura de corte CDIO no llegan a implementar un prototipo físico.

Se han desarrollado una serie de actividades, desde la puesta en marcha de la maquinaria a la formación de todo el personal que interviene en su utilización. Se espera que durante el curso 2019-2020 pueda dar servicio a más asignaturas de la ETSII además de las asignaturas INGENIA.

#### Referencias

- [1] Dwyer, Francis. "Edgar Dale's Cone of experience: a quasi-experimental analysis." "International Journal of Instructional Media, vol. 37, no. 4, 2010
- [2] <http://www.cdio.org>
- [3] 73. M. Luisa Martínez Muneta, Gregorio Romero Rey, Juan de Dios Sanz Bobi, Antonio carretero Diaz. Impulsando las competencias transversales; asignaturas INGENIA y laboratorios virtuales de prototipado digital. 29th International Conference on Graphics Engineering INGEGRAF. Logroño, June 2019.
- [4] <https://www.fablabs.io>
- [5] <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1U-jcBWOJEjBT5A0N84IUubtcHKMEMtndQPLCkZCkVsU/pub?single=true&gid=0&output=html>.