

## DTLABS - DESIGN THINKING EN LA ENSEÑANZA DE ASIGNATURAS DE LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

**G. Kontaxakis, A. Hierro Cano, A. Araujo Pinto, A. De Santos LLeó, C. A. López Barrio, F. Calle Gómez, J. M. Moya Fernández, J. M. Pardo Muñoz, J. Pagan Ortiz, J. A. López Martin, J. M. Montero Martínez, M. L. López Vallejo, M. J. Ledesma Carbayo, M. Á. Sánchez García, O. Nieto-Taladriz García, P. Ituero Herrero, P. J. Malagón Marzo, R. De Córdoba Herralde, R. San Segundo Hernández, M. Gil Martin, F. Fernández Martínez, A. Rodríguez Domínguez, L. F. D'Haro Enríquez, F. González Sanz, J. Sanz Maudes**

Grupo de Innovación Docente en Ingeniería y Sistemas Electrónicos (GRIDS)

Departamento de Ingeniería Electrónica, ETSI Telecomunicación

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: g.kontaxakis@upm.es web: <http://www.die.upm.es>

**Resumen.** *En el Departamento de Ingeniería Electrónica de la UPM se ha acumulado una importante experiencia sobre la aplicación de la metodología Design Thinking en asignaturas principalmente orientadas a desarrollar las competencias transversales de los alumnos. En el marco de este proyecto se pretende desarrollar y evaluar una metodología docente innovadora, esencial para dirigir el aprendizaje orientado a proyectos de los alumnos al desarrollo de competencias técnicas y especialmente las relacionadas con el aprendizaje de la electrónica en el laboratorio. Para alcanzar este objetivo, en este proyecto ampliamos la metodología clásica de Design Thinking para abarcar el concepto de “Engineering Design” como un super-conjunto de las competencias individuales adquiridas por sus alumnos. La validación de dicha metodología se realiza a lo largo de todo el curso del Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos y en el marco de dos asignaturas: “Laboratorio de Sistemas Electrónicos” y “Metodologías, Calidad y Habilidades Personales”.*

**Palabras clave:** Aprendizaje Colaborativo. Aprendizaje Experiencial. Aprendizaje Orientado a Proyectos. Competencias Emocionales. Design Thinking. Emprendimiento. Trabajo en Grupo. Sistemas Electrónicos. Habilidades Personales.

### 1. Introducción

Actualmente los expertos en asuntos de temas laborales están de acuerdo que el mundo profesional necesita más emprendedores innovadores, la educación necesita renovarse y los docentes necesitan aprender las técnicas necesarias para formar a los trabajadores del mañana. Los sistemas educativos actuales no logran conseguir plenamente estos objetivos, por lo que deben comenzar a utilizar recursos de otras disciplinas para lograr este cambio. El Design Thinking [1] (pensamiento de diseño) es una de estas herramientas, cuya aplicación en el aula promete despertar a los estudiantes su talento innato de creatividad e innovación, competencias clave para poder abordar con éxito su transición del espacio universitario al mundo profesional.

El proyecto DTLabs (Design Thinking en la Enseñanza de Asignaturas de Electrónica) está promovido por el Grupo de Innovación Docente en Ingeniería y

Sistemas Electrónicos (GRIDS) de la UPM y se centra en el ámbito de la docencia en la Ingeniería de Sistemas Electrónicos y especialmente a nivel de posgrado. En esta etapa, la docencia toma un enfoque sistémico y global, frente al tradicional más orientado a componentes o circuitos. El principal objetivo de la Ingeniería de Sistemas Electrónicos es aplicar un enfoque interdisciplinar para poder estudiar y comprender las necesidades que se plantean y, adoptando un paradigma sistémico, diseñar, implementar, fabricar, validar, optimizar y mantener sistemas electrónicos complejos en entornos multidisciplinares.

Un Ingeniero de Sistemas Electrónicos debe afrontar actualmente una complejidad muy elevada y manejar una diversidad considerable de componentes que forman parte de los sistemas con los que debe trabajar: hardware, software, personas, etc., a los que se une la gran cantidad de conocimiento necesario y de información disponible. Por otra parte, todos estos componentes interactúan entre sí y deben responder a unos requisitos crecientes, planteados por una gran variedad de actores: empleadores, clientes, reguladores, proveedores de tecnología, mercado, entorno económico-financiero, etc.

Para alcanzar la integración de estos componentes en el perfil del Ingeniero de Sistemas, el programa de estudio debe abarcar el concepto de diseño de ingeniería (Engineering Design) como un super-conjunto de las competencias individuales adquiridas por sus alumnos. El proceso de diseño de ingeniería integra todas las habilidades del perfil de un Ingeniero, es abierto y abarca cuestiones que habitualmente no son bien entendidas ni completamente especificadas. Además, el resultado no es único, predeterminado o repetible; es decir, cada diseñador puede llegar a una solución diferente pero igual de válida que sus compañeros de profesión. Es un proceso creativo, iterativo y abierto, sujeto a las limitaciones impuestas por las normas, estándares y legislación. Estas restricciones pueden referirse también a temas financieros, ambientales, sociales, de seguridad o de otros factores interdisciplinarios.

Por lo tanto, en el marco del proyecto DTLabs el concepto de Design Thinking se amplía para incluirse en una enseñanza basada en el concepto de Engineering Design, algo que además forma la base de los requisitos del Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). El objetivo principal de DTLabs es poner en marcha, y en el marco de distintas asignaturas que imparte el Departamento de Ingeniería Electrónica en el área de Sistemas y a nivel de posgrado, prácticas docentes que estimulan una mayor participación de los estudiantes, dando lugar a un trabajo motivador que estimula el pensamiento creativo e innovador, que potencia su autonomía y facilite el aprendizaje de competencias transversales y profesionales.

## **2. Design Thinking en la Ingeniería de Sistemas Electrónicos**

Los miembros del GRIDS que participan en este proyecto están adscritos al Departamento de Ingeniería Electrónica de la UPM y han acumulado una importante experiencia sobre la aplicación de la metodología Design Thinking en asignaturas de varias titulaciones, tanto de grado como de posgrado, principalmente orientadas a desarrollar las competencias transversales de los alumnos. Se trata de las siguientes asignaturas:

- Creatividad e Innovación (CRIN) - optativa del 4º curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (GITST).
- Innovación Tecnológica y de Negocio (INTN) - obligatoria del itinerario de Gestión, Innovación y Negocio TIC, 2º curso del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (MUIT).

- Metodología, Calidad y Habilidades Personales (MCHP) – anual obligatoria del Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (MUISE).
- Diseño de Tecnologías Biomédicas (DTBI) - obligatoria del Módulo Fundamental del Máster Universitario en Ingeniería Biomédica (MUIB).

Sin embargo, de momento no se ha explorado la posibilidad de aplicar Design Thinking en asignaturas de tipo más técnico, como son las asignaturas eminentemente de laboratorio de electrónica. La problemática específica a resolver en este caso se centra en dirigir el aprendizaje orientado a proyectos de los alumnos al desarrollo de competencias técnicas y especialmente las relacionadas con el aprendizaje de la electrónica en el laboratorio.

En la literatura ya existen varias iniciativas a nivel internacional para incorporar formalmente la metodología Design Thinking a planes de estudio de ingeniería en los EEUU y Finlandia [2] o la India [3]. Existen además ciertas iniciativas para aproximar esta metodología al diseño de sistemas electrónicos [4], mientras cabe destacar una iniciativa en la Universidad de California en Berkeley, cuyo objetivo es incluir proyectos de diseño abiertos a nivel muy temprano (2º curso) y desde el nivel de asignaturas introductorias a los circuitos microelectrónicos [5].

La aproximación elegida en DTLabs consiste en la implementación sistémica de un programa de innovación (Innovation Lab) docente, en el cual los alumnos se encontrarán con el concepto de Engineering Design durante todo el ciclo de sus estudios de posgrado en el MUISE. Para alcanzar este objetivo, y de forma absolutamente innovadora en el marco de este tipo de estudios de posgrado, es necesaria la colaboración entre dos asignaturas del MUISE:

- Por una parte la asignatura MCHP constituye un pilar importante de la formación interdisciplinar que se pretende ofrecer a los alumnos e incluye competencias no exclusivamente técnicas, en base a potenciar sus habilidades de innovación, comunicación, liderazgo, búsqueda de información y documentación relevante y entendimiento del mercado, desarrollando su capacidad creativa y de aprendizaje a largo plazo, incluyendo aspectos claves como la calidad y las metodologías de desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería.
- Por otro lado, la asignatura “Laboratorio de Sistemas Electrónicos” (LSEL), asignatura también obligatoria del MUISE (2º semestre) ofrecerá a los alumnos la oportunidad de un aprendizaje basado en proyectos de múltiples casos (multiple-case-study project-based learning) y realizar sus proyectos en el diseño e implementación de sistemas electrónicos empotrados con una visión crítica en la resolución de problemas de ingeniería con un enfoque sistémico y multidisciplinar.

En MCHP (asignatura anual que se cursa durante todo el período lectivo del MUISE) los alumnos de nuevo ingreso en el MUISE se encuentran con la materia que corresponde a las competencias básicas para realizar su proyecto innovador desde el primer bloque temático sobre innovación. Con este tema se pretende aportar una formación básica sobre la importancia, procesos y herramientas que facilitan la innovación. En este primer bloque los alumnos se familiarizan con las técnicas básicas de creatividad e innovación y con los detalles de la metodología Design Thinking. El profesorado de LSEL (asignatura del 2º semestre) colabora desde las primeras sesiones de MCHP y presenta los retos tecnológicos a los que los alumnos deberán encontrar solución trabajando en grupo y aplicando metodologías de desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería, competencias que adquieren también en el marco de MCHP y a lo largo del primer semestre del curso. A continuación, y sobre los retos planteados, los alumnos forman grupos de trabajo y realizan las primeras etapas de la metodología Design Thinking hasta llegar al primer prototipo (cartón-piedra) de la solución propuesta por su grupo. El profesorado de LSEL participa en la evaluación de las soluciones propuestas en esta etapa para garantizar que estas pueden

implementarse con las tecnologías en sistemas empotrados disponibles al alcance de esta asignatura.

La implementación de las soluciones y las fases de iteración y evaluación en el marco de la metodología Design Thinking tienen lugar ya en el marco de la asignatura LSEL en el 2º semestre del MUISE. El profesorado de MCHP acompaña a los alumnos durante las fases finales de su proyecto innovador, para asegurar la correcta aplicación de las metodologías de gestión de desarrollo de cada proyecto. Al final del curso, y en el marco de la evaluación de las competencias de comunicación y presentación oral, los alumnos organizan una jornada de presentación de los resultados de sus proyectos en un simulacro de un congreso con presentaciones de tipo poster.

La implementación de la metodología desarrollada en el marco del proyecto DTLabs se inició en el primer semestre del curso 2019-20.

### 3. Conclusiones

El proyecto DTLabs está actualmente en la última fase de ejecución y la realización de la primera experiencia para su validación en el marco de dos asignaturas de Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos: MCHP y LSEL. Desde el inicio del curso, en MCHP y en colaboración con la asignatura LSEL se plantea un reto a resolver en base a las tecnologías al alcance de un Ingeniero de Sistemas Electrónicos. Los alumnos deberán aplicar las metodologías de Design Thinking para proponer una solución al reto planteado, que posteriormente se implementará en el marco de la asignatura del laboratorio. Hasta llegar el momento de esta implementación, los alumnos tendrán la oportunidad de alcanzar una serie de competencias no necesariamente técnicas, que les ayudarán a completar el problema de ingeniería planeado llegando a una solución técnicamente válida pasando por todas las fases de un proyecto de ingeniería completo. Los resultados completos del proyecto se esperan al final del curso (mayo 2020) con la presentación final de los resultados de los proyectos realizados por cada grupo de alumnos. En el marco de DTLabs dos asignaturas distintas comparten la misma estrategia y objetivos docentes comunes, algo que constituye una de las principales innovaciones de este proyecto.

### Referencias

- [1] Brown, T. (2008), *Design Thinking*, Harvard Business Review, 86(6): 85-92. June 2008.
- [2] Taajamaa, V., et al, (2013) *Dancing with ambiguity design thinking in interdisciplinary engineering education*, IEEE Tsinghua Intl. Design Management Symp., Shenzhen, China, 2013, pp. 353-360. doi: 10.1109/TIDMS.2013.6981258
- [3] R. Rao, R., Koola, J., y Mehta, N. (2018) *Design Engineering: A Curriculum on Design Thinking*, 2018 IEEE 10<sup>th</sup> Intl. Conf. on Technology for Education (T4E), Chennai, India, 2018, pp. 210-211. doi: 10.1109/T4E.2018.00055
- [4] Araújo, R., Anjos, E., y Rousy Silva, D. (2015) *Trends in the use of Design Thinking for Embedded Systems*, 15<sup>th</sup> Intl. Conf. on Computational Science and Its Applications, Banff, AB (Canada) 2015, pp. 82-86. doi: 10.1109/ICCSA.2015.25
- [5] Zajdel, T. J., Maharbiz, M.M., (2016) *Teaching design with a tinkering-driven robot hack*, 2016 IEEE Frontiers in Education Conf. (FIE), Erie, PA, USA, 2016, pp.1-6. doi: 10.1109/FIE.2016.7757484