

# CUIEET

Gijón

Gijón,  
25, 26 y 27 de  
junio 2018

## XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

### LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL  
**XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa**  
**En las Enseñanzas Técnicas**  
25-27 de junio de 2018  
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón  
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

*Índice de ponencias*

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 <sup>er</sup> curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521



Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “ <i>engineers</i> ”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests &amp; voices</i>	1054



Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

*Índice de ponencias*

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



## Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo Lean Startup en un grado de ingeniería

Peña Martín, Juan P.<sup>a</sup>; García Berdonés, Carmen<sup>a</sup>; Trujillo Aguilera, F. Davi<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento Tecnología Electrónica; Universidad de Málaga-Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech, jppena@uma.es; berdones@uma.es; fdtrujillo@uma.es

---

### **Abstract**

*This paper presents an activity that has been implemented in the last five years to develop entrepreneurial competency in an engineering degree. In the 2016-17 academic year, an extension was introduced to include agile entrepreneurship methodologies, specifically Lean Startup. The solutions given to the limitations that the academic environment imposes to the use of this type of methodologies are described and discussed here as well as the limitations of the whole activity, with respect to its teaching approach, to the competencies developed and to its evaluation. Some possible ways to overcome them in future implementations of the activity are also presented.*

**Keywords:** *Lean Startup, Project based learning, Entrepreneurial competency, Validated learning.*

---

### **Resumen**

*Este trabajo presenta una actividad que se ha implementado en los últimos cinco cursos para desarrollar la competencia emprendedora en un grado de Ingeniería. En el curso 2016-17 se ha introducido una ampliación con objeto de incluir metodologías ágiles de emprendimiento, en concreto Lean Startup. Se describen y discuten aquí tanto las soluciones dadas a las limitaciones que el entorno académico impone al uso de este tipo de metodologías como las limitaciones de la actividad completa, respecto a su enfoque docente, a las competencias desarrolladas y a su evaluación. Se presentan también algunas posibles vías para superarlas en futuras implementaciones de la actividad.*

**Palabras clave:** *Lean Startup, Aprendizaje basado en proyectos, Competencia emprendedora, Aprendizaje validado.*

## **Introducción**

La experiencia descrita aquí se enmarca dentro del “*Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos*” (GISE) de la E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Málaga. Es un grado con atribuciones profesionales regladas de 240 créditos ECTS, orientado claramente hacia la inserción laboral y profesional en el universo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Por este motivo, y desde el diseño inicial del grado, se consideró muy importante añadirle valor a la titulación complementando las competencias técnicas, en su mayor parte predefinidas por las atribuciones profesionales, con competencias generales que permitan a nuestros egresados afrontar una vida laboral que no sólo les requerirá habilidades técnicas. De hecho, en la revisión del 2015 de las estrategias educativas de la Unión Europea (UE) para la década 2010-2020 (Comisión Europea & Consejo Europeo, 2015), se aconseja reforzar algunas de estas competencias generales, incluyendo el emprendimiento que, por otra parte, ya figuraba en el marco de referencia europeo de las competencias clave para el aprendizaje permanente (Comisión Europea, 2007). La inclusión en este marco competencial de “*iniciativa y espíritu emprendedor*” se justifica, por un lado, desde una visión político-económica, ya que la UE insta a dotar de un mayor dinamismo a su economía orientándola hacia la innovación y a la creación de empleo, y, por otro, desde una visión más general, entendiéndolo que su adquisición contribuirá al desarrollo global de la persona que se está educando (Manso Ayuso & Thoilliez Ruano, 2015). La propuesta por parte de la UE de un marco europeo de competencias para el emprendimiento, EntreComp (Entrepreneurship Competence) (McCallum, Weicht, McMullan, & Price, 2018), refleja claramente el interés de las políticas europeas por la formación en el emprendimiento, en todas las etapas educativas y de forma coordinada.

En el caso de la Educación Superior, aunque la competencia emprendedora sí está recogida entre las sugeridas por el proyecto Tuning<sup>1</sup>, que ha tenido una gran influencia en el diseño de los Grados, no aparece explícitamente ni en el marco competencial para la acreditación de títulos de Ingeniería de alta calidad en Europa, Eur-Ace (ENAAE, 2015), ni en lo exigido por las órdenes ministeriales que regulan las titulaciones de ingeniería con atribuciones profesionales. Ambos marcos se refieren explícitamente solo a la formación en prácticas empresariales, quedando al margen el fomento del emprendimiento. En este sentido, Herman & Stefanescu (2017) señalan un cierto descuido de la formación en emprendimiento de los estudiantes del área de Ingeniería cuando, en su opinión, tanto su formación práctica como tecnológica les acercaría al emprendimiento en mayor grado que otras titulaciones. Aunque también se debe mencionar que se pueden encontrar ejemplos de universidades españolas como la UPC (Politécnica de Catalunya) que han introducido la

---

<sup>1</sup> <http://www.unideusto.org/tuningeu/competences/generic.html>



competencia emprendedora entre las siete competencias genéricas que deben desarrollar todas sus titulaciones de grado<sup>2</sup>.

Por otro lado, la enseñanza-aprendizaje de la competencia emprendedora en las aulas universitarias plantea una serie de dificultades y limitaciones:

- a) El emprendimiento se puede descomponer en múltiples sub-competencias y resultados de aprendizaje. Los planes de estudios, en el mejor de los casos, no permiten dedicarle más que unas pocas horas dentro de asignaturas de propósito más amplio, con lo que sólo se pueden desarrollar algunas de las sub-competencias asociadas, cuya evaluación a corto plazo, además, resulta muy difícil salvo escasas excepciones.
- b) La metodología tradicional de docencia para el emprendimiento se ha basado y reducido, en la gran mayoría de casos, a cierta formación técnica para elaborar un plan de negocio. Si bien esta capacidad sigue siendo necesaria, representa solo una parte de la competencia y, además, ha perdido relevancia en los últimos años con la introducción de metodologías ágiles para gestión de proyectos, particularmente indicadas para entornos que presentan un grado especialmente alto de incertidumbre. Pero, al mismo tiempo, la aplicación de metodologías ágiles en un entorno puramente académico se complica por su necesidad de interacción continuada con el mundo real.

A la luz del primer bloque de dificultades, este trabajo plantea la revisión de una propuesta docente que llevamos poniendo en práctica desde hace varios años (Peña-Martín, García-Berdónés, & Molina-Tanco, 2016). Se trataba de una actividad que, con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), proponía al alumnado realizar un plan de negocio convencional. Ese enfoque del proyecto emprendedor, partiendo de una planificación completa previa cuyo éxito sólo se verificará cuando esté totalmente implementado el producto y todo el plan que lo envuelve, se ha demostrado empíricamente que tiene unas tasas de supervivencia a un año vista no mayor del 10%. Por ello presentamos una modificación a nuestra propuesta inicial que introduce la metodología ágil LEAN STARTUP (Ries, 2012)<sup>3</sup>, con la que su creador dice haber conseguido tasas de supervivencia superiores al 50% lo que, sin duda, contribuye a su popularidad actual.

En el siguiente apartado se recogen los principales aspectos de las metodologías ágiles para el emprendimiento. Después se describirán sucintamente las actividades docentes que se han venido realizando desde el curso 2013-14 para el desarrollo de esta competencia, extendiéndonos particularmente en lo que se refiere a la inclusión en el proceso docente, desde el pasado curso, de LEAN STARTUP. Se sigue con un análisis de las limitaciones de la

---

<sup>2</sup> [https://www.upc.edu/ice/ca/innovacio-docent/publicacions\\_ice/arxiu/resum-en-sobre-las-competencias-genericas](https://www.upc.edu/ice/ca/innovacio-docent/publicacions_ice/arxiu/resum-en-sobre-las-competencias-genericas)

<sup>3</sup> Algunas otras propuestas para introducir en docencia otras metodologías ágiles relacionadas con el emprendimiento, pueden consultarse en (Pellicer & Batet, 2017).

actividad propuesta para terminar con algunas conclusiones y un resumen de las posibles vías futuras de superación de algunas de las limitaciones descritas.

### **Las metodologías ágiles aplicadas a la gestión de un proyecto**

Las metodologías ágiles aplicadas a la gestión de un proyecto nacieron hace poco más de una década para proyectos de software, probablemente porque es en el software donde se pueden hacer cambios con agilidad y a un coste relativamente bajo. En productos tangibles, los cambios plantean algún problema adicional que veremos más adelante. Sin embargo y en esencia, no dejan de ser una aplicación de sistemas controlados mediante realimentación, tan bien conocidos en la ingeniería de sistemas, pero aplicado ahora a un tipo de sistemas que podríamos considerar sociales.

En efecto, a un coche se le puede programar un trayecto completo y bien estudiado desde el principio, lanzándolo sin más. Alguna vez, con suerte y sin imprevistos, quizá llegue a su destino. Eso sería implementar un plan de negocio completo desde un estudio de gabinete, que solía ser el método tradicional. Requiere un estudio previo detallado y costoso, y los cambios posteriores debidos a imprevistos serán más costosos aún.

La otra alternativa para la trayectoria del coche, mucho más barata y segura, es introducir un sistema de realimentación que permita adaptar la respuesta en un tiempo real asumible. En general, esa realimentación se efectúa por los ojos del conductor y sus correcciones manuales en el volante, pero también se puede hacer con otros sistemas de sensores y actuadores. La alternativa ágil (o realimentada) no es eliminar totalmente el estudio previo y el plan como erróneamente podría creerse, sino simplificarlo a cambio de posibilitar la realimentación y la readaptación, continuamente y con el mínimo retraso. Llevado a un proyecto de emprendimiento, se trataría de partir inicialmente con un plan muy simplificado que permitirá lo antes posible y al menor coste posible, obtener realimentación de clientes representativos sobre aquellas hipótesis relacionadas con nuestro producto que nos interese validar y, a partir de esa información, reajustar lo necesario para asegurar más clientes y más satisfechos. En el lenguaje de (Ries, 2012), se habla de:

- *STARTUP*: aunque no lo traduciremos, hace mención a una empresa emergente que busca arrancar, emprender o montar un nuevo negocio, y con ideas de negocios que están empezando. A diferencia de una empresa consolidada que abra una línea de producto nueva, el futuro de una *STARTUP* está sometido a una altísima incertidumbre que es precisamente lo que esta metodología pretende gestionar.
- *PMV*: producto mínimo viable, lo más simple que nos permita obtener realimentación y poder validar (o no) nuestras hipótesis.
- *Aprendizaje validado*: resultado de la comprobación de las mencionadas hipótesis.
- *Early adopter*: expresión inglesa que traduciremos como “cliente pionero”, para referirnos a esos primeros clientes representativos que nos darán esa realimentación que nece-

sitamos para validar nuestro aprendizaje, y que suponemos particularmente interesados incluso aunque el producto esté en estado embrionario.

- *Pivotar*: Nos referiremos así a esa readaptación del plan a partir del aprendizaje validado. Pivotar puede significar no cambiar nada porque acertamos en las hipótesis (perseverar), abandonar el proyecto totalmente antes de que el coste sea excesivo, o redirigir/modificar algunas de las hipótesis de partida. Incluso en el caso de que concluyamos en abandonar, el aprendizaje obtenido puede ser muy valioso en futuros proyectos. Consideramos así positivamente los fracasos como inversiones en aprendizaje. Existen algunos pivotes típicos según Ries, en los que no entraremos en este trabajo por brevedad.

La filosofía LEAN, que podría traducirse como “delgado” o “ligero”, se viene aplicando en diversos ámbitos de la gestión empresarial. Aplicado a una STARTUP, le recomienda que se concentre sólo en las actividades y características que aportan valor para el cliente aunque, inicialmente, sólo serán hipótesis más o menos acertadas que habrá que validar mediante experimentos. Aligerando el proyecto de todo lo superfluo, pueden conseguirse ciclos de realimentación más cortos que permitan obtener rápidamente el necesario aprendizaje. En el campo del emprendimiento, cuando se trata de nuevos proyectos empresariales, este método es actualmente el recomendado por la mayoría de las consultoras del ramo. Véase, por ejemplo, (Andalucía Emprende, 2016), (EXECyL, 2014), (INNOKABI, 2018).

### **Metodología y resultados de la actividad**

En el GISE, la Orden CIN/352/2009, de 9 de febrero, establece la siguiente competencia para desarrollar: “*Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.*” Con este fin suele incorporarse a los planes de estudios al menos una asignatura de “*empresas*”. Afortunadamente, la Orden también contempla otras competencias que, de forma algo difusa, tratan la capacidad para una gestión integral de proyectos relacionados con la titulación. Es en el desarrollo de esa capacidad donde hemos introducido algunas actividades para fomento del emprendimiento, aprovechando las competencias previamente adquiridas sobre “*Organización y gestión de empresas*”<sup>4</sup>. Se dedican aproximadamente 1,5 créditos ECTS (37,5 horas de trabajo total del alumno) para esta competencia en una asignatura de tercer curso del grado, denominada “*Ingeniería de Productos Electrónicos*” (6 créditos)<sup>5</sup>. El peso de la evaluación de todas las actividades en la nota de la asignatura es del 20%.

---

<sup>4</sup> Se asume que los alumnos ya han tenido una asignatura de Empresa donde han aprendido los fundamentos de organización de empresas y sus áreas funcionales.

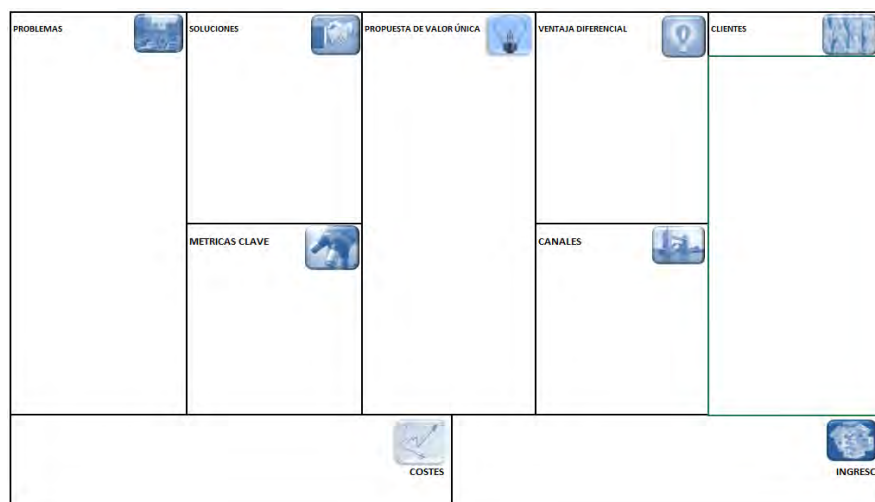
<sup>5</sup> Hay que señalar que, si bien el estudio de viabilidad de proyectos formaba parte de esta asignatura desde su concepción, tanto por peso como por enfoque la asignatura tuvo que ser reestructurada respecto a su primera edición.

A continuación describimos sucintamente la actividad, siempre sujeta a mejora continua que da lugar a algunas actualizaciones todos los años.

Como preliminares de la actividad, el estudiante recibe una formación teórica previa dentro de este módulo de la asignatura, que incluye: técnicas de desarrollo de la creatividad como la tormenta de ideas (“*brainstorming*”), la vigilancia tecnológica sistematizada o alguna de las herramientas de análisis causa-efecto<sup>6</sup>. También se da una breve introducción a la protección de la propiedad industrial. Desde hace tres cursos, se ha incorporado un taller con invitados externos de la *Fundación Pública Andaluza ‘Andalucía Emprende’*, cuyas herramientas WEB (Andalucía Emprende, 2016) puede usar el estudiante opcionalmente.

Para el desarrollo de la metodología LEAN STARTUP, se propone el uso del lienzo (Figura 1) propuesto por (Maurya, 2012), que busca la convergencia entre LEAN STARTUP y el sistema de documentación simplificado mediante lienzo propuesto por (Osterwalder, 2011). La formación teórica se completa con la estructura y contenidos fundamentales de un plan de negocio convencional y sobre cómo presentar el plan de forma atractiva. No podemos olvidar que, hoy por hoy, el plan de negocio convencional sigue siendo la tarjeta de presentación obligada de cualquier proyecto emprendedor.

Figura 1. Lienzo para LEAN STARTUP [fuente: (Andalucía Emprende, 2016)]



La parte práctica incluye la búsqueda de ideas de negocio (relacionadas con las TIC), su posterior análisis y la selección de una de ellas (mediante una tormenta de ideas y posterior estudio con tablas de preguntas-guía que se les proporcionan). Se continúa con el desarrollo de un plan “ligero” utilizando el lienzo para LEAN STARTUP, un PMV y un perfilado de

<sup>6</sup> Todas estas herramientas pueden ser utilizadas tanto para el fomento de la creatividad como para el análisis de problemas en una gestión de proyectos más convencional.

los posibles clientes pioneros. Este plan debe incluir la validación con esos clientes de las hipótesis de partida en que se basa su idea de negocio<sup>7</sup> y debe culminar con el aprendizaje validado. A partir de ese aprendizaje y pivotando lo que sea necesario, ya se elabora un plan de negocio más convencional, donde se reutiliza la información que ya teníamos del lienzo. Además, deben preparar la presentación final del plan, oral y ante un “jurado de potenciales inversores” (todos los alumnos de los demás grupos, los profesores de la asignatura y, en la medida de lo posible, invitados externos relacionados con el mundo empresarial) y, finalmente, evaluarán como inversores de los trabajos de los demás.

Todos los detalles sobre los objetivos de aprendizaje detallados que persigue este conjunto de actividades, su planificación, el diseño del trabajo grupal que implican y el método de evaluación entre pares y por el profesorado se pueden consultar en (Peña-Martín et al., 2016). A modo de resumen se presenta en la Tabla 1 cada uno de los objetivos de aprendizaje, la entrega asociada, el tipo de evaluación si procede (formativa/sumativa e individual/grupal), la herramienta usada para evaluar y su peso relativo en la puntuación (evaluación sumativa).

Allí también aparecen los resultados obtenidos respecto a rendimiento y satisfacción del alumnado, que no han variado prácticamente con la introducción de las metodologías ágiles.

**Tabla 1. Entregas, Objetivos de aprendizaje y evaluación de las actividades**

Entrega	Objetivos	Evaluación	Peso
Resultados de la tormenta de ideas, información recopilada sobre ellas y justificación de la seleccionada	Generar ideas, Valorar ideas, Aprender a aprender (búsqueda de información)	Formativa – grupal	---
Actas de las reuniones grupales <sup>8</sup>	Trabajo en grupo	Grupal. Formativa la primera entrega, sumativa el resto	15%
Evaluación de los trabajos de los otros grupos	Valorar ideas, Aprender a aprender (aprender con otros)	Individual. Sumativa	30%
Presentación oral del trabajo	Planificación proyectos emprendedores: Plan de Negocio y LEAN STAR-TUP, trabajo en grupo y expresión oral	Grupal. Evaluación sumativa mediante captación de inversiones	30%
Plan de negocio	Planificación proyectos emprendedores: Plan de Negocio y LEAN STAR-TUP, expresión escrita	Grupal. Evaluación formativa y sumativa por el profesor	25%

<sup>7</sup> Por ejemplo, se debería validar si el problema que creemos que vamos a solucionar a los clientes es verdaderamente un problema para ellos, si estarían dispuestos a pagar por una solución, si la solución que proponemos creen que es la más adecuada, si deseaban algunas características distintas (quitar características para abaratar o añadir para mejorar), si los mecanismos de distribución y venta que proponemos son satisfactorios para el cliente, etc. Nótese que, de los experimentos, podría también deducirse que nos hemos equivocado con el segmento de clientes objetivo.

<sup>8</sup> En la evaluación del trabajo en grupo, pueden tenerse en consideración actitudes individuales de algunos alumnos. Por ejemplo, puede bajarse sensiblemente esta nota a un alumno que ha tenido faltas sin justificar a las reuniones de grupo o que ha incumplido también injustificadamente sus compromisos con el grupo. En casos extremos, un alumno podría ser totalmente excluido del grupo de trabajo.

## **Análisis de la actividad**

### ***Limitaciones para la aplicación de la metodología ágil***

Como se comentó, el proceso interactivo e iterativo de la metodología resulta complejo de implementar en un entorno docente y simulado como el aula. Por ese motivo, introdujimos algunas importantes simplificaciones al proceso respecto a lo que sería en un caso real.

En primer lugar, resulta material y temporalmente inviable que cada grupo implemente un prototipo tangible como PMV. Alternativamente, los grupos deben validar sus hipótesis a partir de “un experimento” consistente en una presentación de su producto y sus características relevantes sobre papel<sup>9</sup>. Como PMV es lo mínimo, pero no podemos aspirar a más.

En segundo lugar, deben caracterizar a esos clientes pioneros y encontrar algunos. Para la caracterización pueden usar mapas de empatía cuyo significado se les explica (Figura 2), aunque no siempre van a tener acceso a potenciales clientes del mundo real con esos perfiles. En los casos que no los encuentren, la solución que estamos aplicando es que algunos profesores asumamos, a partir de ese mapa de empatía que nos proporcionan los alumnos, el rol esperado durante la entrevista. La actuación tiene cierta dificultad ya que por un lado hemos de asumir el rol prefijado, y por otro debemos dar una realimentación crítica constructiva de lo que nos presentan. Obviamente, en el ejercicio nos limitamos a un solo perfil de cliente.

En tercer lugar, la iteración del ciclo “(crear un PMV o diseñar un experimento) → (medir o validar) → (aprender para pivotar en el sentido que sea)”, que en un caso real debería hacerse varias veces (de dos a tres como mínimo), por razones de tiempo no se puede realizar más de una vez. Entendemos que puede ser suficiente para entender la metodología y realizar el ejercicio, pero no para obtener de verdad un producto exitoso.

En cuarto lugar, LEAN STARTUP pide definir métricas, indicadores que sean verdaderamente significativos del progreso de nuestro proyecto. A partir de un amplio conjunto de ejemplos, los alumnos deben definir algunos indicadores<sup>10</sup> pero, al no llegar a tener resultados reales, no va a dar tiempo ni lugar para validar realmente su idoneidad. Es una parte muy importante de la metodología que se queda al margen. En Ries (2012) se profundiza sobre el tema de las métricas y en la literatura sobre el *Cuadro de Mando Integral* se ofrecen multitud de sugerencias posibles para las métricas.

---

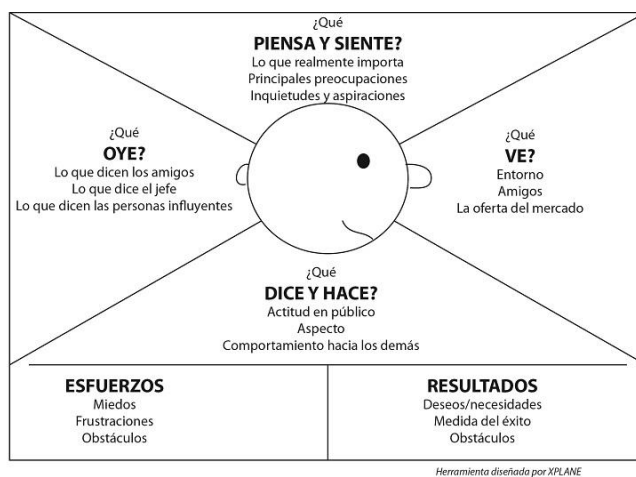
<sup>9</sup> Posiblemente, este sea el experimento de validación más sencillo que podemos hacer. En casos reales se pueden pensar muchas otras formas de experimentos para validar hipótesis.

<sup>10</sup> Según Ries, los indicadores deben ser pocos pero relevantes, reuniendo tres características: accionables (se ven claras las causas y los efectos de su valor), accesibles (fáciles de comprender y de calcular) y auditables (se basan en datos creíbles y contrastables).



En quinto y último lugar, las recomendaciones del modelo LEAN STARTUP a la fase de crecimiento de la empresa también representan un estadio posterior que excede el alcance de la actividad, pese a que también tiene importancia en el método.

Figura 2. Lienzo para mapa de empatía con el cliente [fuente: (INNOKABI, 2018)]



### **Enfoque docente y competencias abordadas**

Asenjo Fernández & Navío Gámez (2016) recogen tres enfoques para el aprendizaje: 1) aprender a ser una persona con espíritu emprendedor; 2) aprender a ser un/a emprendedor/a, en el campo profesional (autoempleo, startup, intra-emprendimiento) y 3) aprender a ser un académico en el área de emprendimiento, ligado a la enseñanza y la investigación.

Aunque nuestra propuesta se alinea con la segunda opción, es interesante hacer un esfuerzo para suministrar otras visiones de la competencia al alumnado, sobre todo por paliar en parte uno de los problemas que Torre Cruz, Luis Rico, Escolar Llamazares, Palmero Cámara, & Jiménez Eguizábal (2016) identifican para que los estudiantes valoren la formación en esta competencia: la imagen negativa asociada al emprendedor y la idea de que un alto número de emprendedores fracasan. Así, para mostrar la multiplicidad de contextos en los que la competencia se puede movilizar y motivar al alumnado, se puede recurrir a los trabajos de Marina (2010), que plantea la vida como una empresa y trata el emprendimiento social, de Kucel, Róbert, Buil, & Masferrer (2016) que estudia el carácter emprendedor como facilitador de búsqueda de empleo o el propio marco EntreComp, que también define la competencia de una forma amplia, reconoce el emprendimiento en cualquier situación, y suministra muchos casos prácticos.

En lo que respecta a las subcompetencias que componen la compleja competencia del emprendimiento, existen multitud de propuestas (Boyles, 2012; Kucel et al., 2016; Manso

Ayuso & Thoilliez Ruano, 2015). EntreComp ha hecho un esfuerzo de unificación y propone la descomposición que se muestra, muy resumida, en la Tabla 2.

**Tabla 2. Marco EntreComp: Áreas y competencias**

Áreas	Competencias (en negrita las abordadas por la actividad propuesta)
Ideas y oportunidades	<b>Búsqueda de oportunidades / Creatividad / Valorar ideas</b>
	Visión / Pensamiento ético y sostenible
Recursos	<b>Movilización de recursos / Educación financiera y económica</b>
	Autoeficacia y conciencia de uno mismo / Movilizar a otros / Motivación y perseverancia
Acción	Tener iniciativa
	<b>Planificación y gestión / Hacer frente a incertidumbres, riesgos y ambigüedades / Trabajar con otros / Aprendizaje mediante la experiencia</b>

Aunque entendemos que nuestra actividad aborda varias de las competencias sugeridas por EntreComp (señaladas en negrita en la Tabla 2), según este marco, nuestra actividad solo permite al estudiante alcanzar un nivel básico de la competencia. Debido al escaso número de créditos de que disponemos para su desarrollo, no podemos plantearnos una ampliación de actividades para ampliar la cobertura. Pero haremos una propuesta, relacionada con la evaluación que, en cierto modo, la ampliará.

### **Evaluación**

La medida más usada del éxito en esta formación, el número de estudiantes que finalmente emprenden un proyecto empresarial, no sólo es una medida parcial al recoger solo una de las vertientes, sino que, según Boyles (2012), ni siquiera constituye una medida adecuada ya que la mayor parte de los emprendedores empresariales comienzan su aventura a partir de los treinta años y una vez que ya han pasado por un empleo por cuenta ajena. En este sentido se han hecho otras propuestas para la evaluación en los recién egresados o en los estudiantes que están recibiendo formación en emprendimiento. Por un lado, se ha propuesto evaluar la denominada “Intención de emprender” que Liñán & Chen (2009) modelan como una combinación de la actitud hacia la puesta en marcha, la percepción de que los afectados aprobarían la decisión de convertirse en emprendedores y la percepción de la facilidad o dificultad para convertirse en emprendedor. Sobre este modelo, Entrialgo & Iglesias (2016) han estudiado las posibles influencias de la formación recibida en emprendimiento sobre los factores del modelo, sin resultado claro. Otros autores han propuesto, bien usar cuestionarios de autoevaluación, tras la experiencia propuesta para el aprendizaje, para que los propios estudiantes reflexionen sobre sus debilidades y fortalezas en la movilización de la competencia (Ling & Venesaar, 2015), o bien no evaluar la competencia en sí, sino hacer hincapié en desarrollar y evaluar las competencias subyacentes (Boyles, 2012). Nuestra propuesta de evaluación, por un lado, arrojó los mismos pobres resultados que Boyles (2012) explica respecto a la medida de los emprendedores reales detectados tras su egreso (Peña-Martín et al., 2016). Por otro lado, se asemeja a la propuesta de este mismo

autor, ya que se centra en subcompetencias particulares (Tabla 1/Tabla 2) aunque obvia las componentes actitudinales.

### **Conclusiones y líneas futuras**

Con esta actividad hemos mostrado que es posible introducir una metodología ágil en el desarrollo de la competencia emprendedora en un entorno de docencia universitaria. Aunque de manera muy simplificada, el alumno puede tomar conciencia y adquirir cierta experiencia del proceso de manera próxima a como se haría en un caso real. Entendemos que la evaluación de la competencia emprendedora, y de sus subcompetencias, que veníamos haciendo hasta ahora se queda corta, ya que lo idóneo sería, tanto hacer un seguimiento en años posteriores, fuera de nuestro alcance, como incorporar algún mecanismo para la autoevaluación del propio estudiante. Esta última opción supone un campo importante de mejora para el futuro próximo, pudiéndose abordar, bien usando directamente el cuestionario de Ling & Venesaar (2015), o elaborando una versión que incorpore una selección de los detallados resultados de aprendizaje que se pueden encontrar en EntreComp, ampliando así, además, nuestro actual enfoque docente.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el “I Plan Propio Integral de Docencia” y por el Proyecto de Innovación Educativa PIE 17-071, ambos de la Universidad de Málaga.

### **Referencias**

- Andalucía Emprende, Fundación Pública Andaluza – Consejería de Economía y Conocimiento, (2016). *Herramientas de gestión*. Recuperado a partir de <http://www.andaluciaemprende.es/herramientas-de-gestion>
- Asenjo Fernández, J. M., & Navío Gámez, A. (dir. . (2016, diciembre). *La competencia profesional del formador en el contexto de la formación para emprender*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Boyles, T. (2012). 21st century knowledge, skills, and abilities and entrepreneurial competencies: a model for undergraduate entrepreneurship education. *Journal of Entrepreneurship Education*, 15, 41-55.
- Comisión Europea. (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente - Un marco de referencia europeo*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea, & Consejo Europeo. (2015). *Informe conjunto de 2015 del Consejo y de la Comisión sobre la aplicación del marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación (ET 2020)*.
- ENAAE. (2015). *EUR-ACE® Framework Standards and Guidelines*. Recuperado a partir de <http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2015/04/EUR-ACE-Framework-Standards-and-Guidelines-Mar-2015.pdf>

*Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo Lean Startup en un grado de ingeniería*

- Entrialgo, M., & Iglesias, V. (2016). The moderating role of entrepreneurship education on the antecedents of entrepreneurial intention. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 12(4), 1209-1232.
- EXECyL (2014) *Emprendedor: qué debes saber sobre... Lean StartUp*. Fundación para la Excelencia Empresarial de Castilla y León.
- INNOKABI (2018). *Marketing online, Lean Startup y posicionamiento en Internet*. Recuperado a partir de <http://innokabi.com>.
- Herman, E., & Stefanescu, D. (2017). Can higher education stimulate entrepreneurial intentions among engineering and business students? *Educational Studies*, 43(3), 312-327.
- Kucel, A., Róbert, P., Buil, M., & Masferrer, N. (2016). Entrepreneurial Skills and Education-job Matching of Higher Education Graduates. *European Journal of Education*, 51(1), 73-89.
- Ling, H., & Venesaar, U. (2015). Enhancing Entrepreneurship Education in Engineering Students to Increase Their Metacognitive Abilities: Analysis of Student Self-Assessments. *Engineering Economics*, 26(3), 333-342.
- Liñán, F., & Chen, Y.-W. (2009). Development and Cross-Cultural Application of a Specific Instrument to Measure Entrepreneurial Intentions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33(3), 593-617.
- Manso Ayuso, J., & Thoilliez Ruano, B. (2015). La competencia emprendedora como tendencia educativa supranacional en la Unión Europea. *Bordón. Revista de pedagogía*, 67(1), 85-100.
- Marina, J. A. (2010). La competencia de emprender. *Revista de educación*, (351), 49-71.
- Maurya, A. (2012). *Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works (Lean Series)*. O'Reilly Media Ed.
- McCallum, E., Weicht, R., McMullan, L., & Price, A. (2018). *EntreComp into Action: get inspired, make it happen*. (M. Bacigalupo & W. O'Keeffe, Eds.). Luxembourg: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2011). *Generación de modelos de negocio*. Deusto SA Ediciones.
- Pellicer, C.; Batet, M. (2017). *Pedagogías ágiles para el emprendimiento*. FPDGi- aulaPlaneta. Recuperado a partir de <https://premios.fpdgi.org/document-actualitat/pedagogias-agiles-para-el-emprendimiento.pdf>.
- Peña-Martín, J. P., García-Berdónés, C., & Molina-Tanco, L. (2016). Desarrollo de la competencia emprendedora en un grado de ingeniería electrónica. En *XXIV Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 24 CUIEET*. Cádiz.
- Ries, E. (2012). *El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua*. Barcelona: Deusto Ediciones.
- Torre Cruz, T. de la, Luis Rico, M. I., Escolar Llamazares, M. C., Palmero Cámara, M. C., & Jiménez Eguizábal, J. A. (2016). La figura del profesor como agente de cambio en la configuración de la competencia emprendedora. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (86), 131-144.